

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Перегон между станциями 101-102 (пусковой комплекс-2)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-01-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Перегон между станциями 101-102 (пусковой комплекс-2)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-01-ОПЗ

Директор



Д.Е. Королев

Гл. инженер проекта

А.Г. Гулев

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	5
1. Общие положения.....	6
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	6
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	6
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	7
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	7
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	7
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	14
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	14
Основные технические параметры.....	14
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	15
1.4.1. Климатические условия.....	15
1.4.2. Гидрологические условия.....	15
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	16
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	18
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	18
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	19
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	19
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	20
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	21
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	23
2. Конструктивные решения.....	24
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	24
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	24
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	24
2.1.3. Особые условия пересечений.....	25
2.1.4. Метод укладки балок.....	25
2.2. Конструкции железобетонные.....	25
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	25
2.2.2. Общие положения по армированию.....	26
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	27
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	27
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	28
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	29
2.3.1. Фасадные конструкции.....	29
2.3.2. Кровельные работы.....	29
2.4. Основные материалы.....	30
2.4.1. Бетон.....	30
2.4.2. Арматурная сталь.....	31
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	32
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	32
2.4.5. Сварочные материалы.....	33
2.4.6. Болтовые соединения.....	33
2.4.7. Конструкция моста.....	34
3. Освещение перегона.....	38
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	38
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	38
3.1.2. Установка оборудования.....	38

3.2. Проектирование наружного освещения.....	39
3.2.1. Общие требования.....	39
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	39
3.2.3. Кабели и проводка.....	39
3.2.4. Качество напряжения.....	40
3.3. Проектирование осветительных установок.....	40
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	40
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	40
3.3.3. Наружное освещение.....	40
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	40
3.4. Молниезащита и заземление.....	40
3.4.1. Общие положения.....	40
3.4.2. Защитное заземление.....	41
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	41
3.4.4. Молниезащита.....	41
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	41
3.4.6. Связь металлических элементов.....	41

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	14
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	17
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	24
Таблица 2.2: Таблиц параметров моста на правой линии эстакады.....	35
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	39

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;

1 <https://english.bucg.com/>

8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Дело
Разделы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжения																			
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-03-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-03-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-C33	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-03-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-01-00-00-DD-GP	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-02-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-02-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-02-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-01-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 101-102

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 101 расположена на первом участке линии, к северо-западу от западного терминала международного аэропорта Астаны, к востоку от паркинга. Станция 101 представляет собой двухэтажную надземную станцию островного типа, общая длина основного здания составляет 100,05 м, общая ширина — 19,5 м. Входы расположены рядом с западным терминалом аэропорта, что удобно для пассажиров. В настоящее время строительство ведется в хороших условиях

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 101 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения»; (не противоречит);

3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021, ТКСТ РК 8.07-06-2017, НТП РК 09-01-1.2-2011.**
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020, GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117, GB 5118.** Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
4	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
5	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
6	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
7	Система электроснабжения	Контактный рельс
8	Расчётная скорость	80 км/ч
9	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
10	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
11	Протяженность линии LRT (км)	21474.086
12	Вместимость перегона (чел)	492
13	Длина перегона 101-102 (м)	1824.1

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 101 расположена на первом участке линии, к северо-западу от западного терминала международного аэропорта Астаны, к востоку от паркинга. Станция 101 представляет собой двухэтажную надземную станцию островного типа, общая длина основного здания составляет 100,05 м, общая ширина — 19,5 м. Входы расположены рядом с западным терминалом аэропорта, что удобно для пассажиров. В настоящее время строительство ведется в хороших условиях

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).

- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;

- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 101 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 101 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1

Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований»- СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;

- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослойки песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослойками мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослойки глины и пылевой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылевой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослойки мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкера и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/0.003$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные бруссы: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнено в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем $1,612$ м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

На основных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100×100 мм;

- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволоочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналобразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м^2 ;
- толщина цинкового покрытия — $\geq 85 \text{ мкм}$.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы е условия»

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-01-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, DB2-1, DB2-2, P1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C2, C4, C7.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: *Таблиц параметров моста на правой линии эстакады*

Примечание: в таблице приведены сокращённые данные; полные размеры в чертежах

Номер платформы	Пикет по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Высота опоры	Тип платформы
AR1	K0+100.050	41	41 м однолинейная балка	10.91	/
AR2	K0+141.050	21.45	21.45+22м неразрезная балка	8.00	P1-C1
AR3	K0+162.500	22		8.50	DB4-C1
AR4	K0+184.500	26		9.00	DB4-C1
AR5	K0+210.500	26	26+26+24,8 м неразрезная балка	9.00	DB2-2-C3
AR6	K0+236.500	24.8		9.00	DB2-2-C3
AR7	K0+261.300	30		9.00	DA1-C7
AR8	K0+291.300	30	3×30 м неразрезная балка	9.00	DB2-1-C2
AR9	K0+321.300	30		9.00	DB2-1-C2
AR10	K0+351.300	30		9.00	DA1-C7
AR11	K0+381.300	30	3×30 м неразрезная балка	9.00	DB2-1-C2
AR12	K0+411.300	30		9.00	DB2-1-C2
AR13	K0+441.300	30		9.00	DA1-C7
AR14	K0+471.300	30	3×30 м неразрезная балка	9.00	DB2-1-C2
AR15	K0+501.300	30		9.00	DB2-1-C2
AR16	K0+531.300	30		9.00	DA1-C7
AR17	K0+561.300	30	2×30 м неразрезная балка	8.50	DB2-1-C2
AR18	K0+591.300	22	2×22 м неразрезная балка	8.50	DA1-C7
AR19	K0+613.300	22		8.50	DB2-1-C2
AR20	K0+635.300	22	2×22 м неразрезная балка	8.50	DA1-C7
AR21	K0+657.300	22		8.50	DB4-C1
AR22	K0+679.300	30	3×30 м неразрезная балка	8.50	P1-C1
AR23	K0+709.300	30		8.50	DB2-1-C2
AR24	K0+739.300	30		8.50	DB2-1-C2
AR25	K0+769.300	30	3×30 м неразрезная балка	8.50	DA1-C7
AR26	K0+799.300	30		8.50	DB2-1-C2
AR27	K0+829.300	30		8.50	DB2-1-C2
AR28	K0+859.300	41	41+62+39 м неразрезная балка	8.50	DA1-C7
AR29	K0+900.300	62		6.50	DB1-C4
AR30	K0+962.300	39		6.00	DB1-C4
AR31	K1+001.300	24	3×24 м	8.00	P1-C1

Номер платформы	Пикет по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Высота опоры	Тип платформы
AR32	K1+025.300	24		8.00	DB2-2-C2
AR33	K1+049.300	24		8.00	DB2-2-C2
AR34	K1+073.300	30		8.00	P1-C1
AR35	K1+103.300	30	3×30 м неразрезная балка	8.00	DB2-1-C2
AR36	K1+133.300	30		8.00	DB2-1-C2
AR37	K1+163.300	30		8.00	DA1-C7
AR38	K1+193.300	30	30м Литые двухлинейные балки	8.00	DA1-C7
AR39	K1+223.300	30		8.50	DA1-C7
AR40	K1+253.300	30		9.00	DA1-C7
AR41	K1+283.300	30		8.50	DA1-C7
AR42	K1+313.300	30		9.00	DA1-C7
AR43	K1+343.300	30		9.00	DA1-C7
AR44	K1+373.300	30		9.00	DA1-C7
AR45	K1+403.300	30		9.00	DA1-C7
AR46	K1+433.300	30		9.00	DA1-C7
AR47	K1+463.300	30		9.00	DA1-C7
AR48	K1+493.300	30		9.00	DA1-C7
AR49	K1+523.300	30		9.00	DA1-C7
AR50	K1+553.300	30		9.00	DA1-C7
AR51	K1+583.300	30		8.50	DA1-C7
AR52	K1+613.300	30		8.50	DA1-C7
AR53	K1+643.300	30		8.50	DA1-C7
AR54	K1+673.300	30		8.50	DA1-C7
AR55	K1+703.300	30		8.50	DA1-C7
AR56	K1+733.300	30	30.м сборная двухполосная А-образная балка	8.00	DA1-C7
AR57	K1+763.300	30		8.00	DA1-C7
AR58	K1+793.300	30		8.00	DA1-C7
AR59	K1+823.300	45	45+45,839 м неразрезная балка	7.50	DA1-C7
AR60	K1+863.300	45.84		5.50	DB1-C4
AR61	K1+914.140	85.3		8.61	/

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;

вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_u = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Перечень приложений

1. Состав проекта. Структура.
2. Акт обследования зеленных насаждений.
3. Справка об отсутствии сибирской язвы, захоронений и скотомогильники.
4. Протокол дозиметрического контроля.
5. Протокол измерений радона.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 102-103 (Пусковой комплекс-103)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-02-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 102-103 (Пусковой комплекс-103

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-02-ОПЗ

Директор

Гл.
проекта

инженер



Д.Е. Королев

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	8
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	8
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	20
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	20
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	26
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
2.2.2. Общие положения по армированию.....	27
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	28
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	30
2.3.1. Фасадные конструкции.....	30
2.3.2. Кровельные работы.....	31
2.4. Основные материалы.....	31
2.4.1. Бетон.....	31
2.4.2. Арматурная сталь.....	32
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	33
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	34
2.4.5. Сварочные материалы.....	34
2.4.6. Болтовые соединения.....	35
2.4.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	38
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	38
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	38
3.1.2. Установка оборудования.....	38

3.2. Проектирование наружного освещения.....	39
3.2.1. Общие требования.....	39
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	39
3.2.3. Кабели и проводка.....	39
3.2.4. Качество напряжения.....	40
3.3. Проектирование осветительных установок.....	40
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	40
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	40
3.3.3. Наружное освещение.....	40
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	40
3.4. Молниезащита и заземление.....	40
3.4.1. Общие положения.....	40
3.4.2. Защитное заземление.....	41
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	41
3.4.4. Молниезащита.....	41
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	41
3.4.6. Связь металлических элементов.....	41

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	19
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблиц типов стандартных платформ.....	36
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	39

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;

1 <https://english.bucg.com/>

7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-02-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
Раздел ы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционировани е воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжения																			
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депю
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-02-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-02-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-02-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-02-00-00-DD-GP	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-03-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-03-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-03-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-02-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 102-103

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 102 расположена на восьмом участке линии, на юго-западной стороне улицы Кабанбай-Батыра, в настоящее время ширина красной линии существующей дороги составляет 17 м, ширина планируемой красной линии дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 102 представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. В настоящее время ведется планирование территории вокруг станции, строительные условия хорошие.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Подтверждение проекта соединения пешеходного моста со зданием Abu Dhabi Plaza (письмо ZTAE-JSLXD-2018-106).
4. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
5. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация перегона станции 102-103 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения» (не противоречит);
3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий» (не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии» (не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта» (не противоречит)
11. **GB50108-2008** «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений» (не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции» (не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017** «Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации» (не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»

17. **GB50370-2005** «Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005** «Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений» (не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали». (не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции» (не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружения, основания и фундаменты» (не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401** «Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1** «Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия» (не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»

32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118**. Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО**

- 22475-1-2011 «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»
49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»

61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»
62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)
76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
4	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
5	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
6	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
7	Система электроснабжения	Контактный рельс
8	Расчётная скорость	80 км/ч
9	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
10	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
11	Протяженность линии LRT (км)	21474.086
12	Вместимость перегона (чел)	492
13	Длина перегона 102-103 (м)	1127

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Проектируемый участок находится в южной части центра Астаны и геоморфологически относится к средней и верхней части пойменной аллювиальной равнины реки Ишим. Рельеф участка в целом плоский, с незначительным понижением в юго-западном направлении и повышением на северо-востоке. Отметки земной поверхности варьируются в пределах 345–360 м.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.

- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Уровень воды:

- На стадии предварительных изысканий: 338,20–347,83 м, глубина залегания — 2,90–9,20 м;
- На стадии детальных изысканий: 338,05–347,41 м, глубина — 2,90–9,10 м.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Уровень воды:

- Предварительные изыскания: 349,64–354,66 м, глубина — 2,30–3,30 м;
- Детальные изыскания: 346,54–351,28 м, глубина — 2,00–5,70 м.

Примечание: Несмотря на различия в абсолютных отметках, оба горизонта гидравлически связаны и реагируют на одни и те же климатические факторы.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 101 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 112 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (Н)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (М)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослой песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;

- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослойки мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослойки среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослойки пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;

- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25 \text{ м}$ принимается $L = 25 \text{ м}$;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/300$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа В — по модулю 2×1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа В — по модулю 2×1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок моста, примыкающий к зданию Abu Dhabi Plaza, фасадная система горизонтально выраженное и полностью скрытое остекление, модуль панели — $1,75 \times 0,8$ м. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

В части примыкающей к зданию Abu Dhabi Plaza сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);

- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Участок примыкающий к башне Abu Dhabi Plaza 3 модуль — 1,75 × 0,8 м (по дуге). Остальные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволоочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Бурунабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки» (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — $\geq 9\%$. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing 15,2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозионная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы е условия»

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-02-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3а, C4, C4а, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблиц типов стандартных платформ

Номер платформы	Пикет по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Высот а опоры	Тип платфор мы
BR1	K1+999.440	30	30.м сборная двухполо сная А- образная балка	4	2.7х2.7
BR2	K2+029.440	30			
BR3	K2+059.440	30			
BR4	K2+089.440	30			
BR5	K2+119.440	30			
BR6	K2+149.440	25	25.м сборная двухполо сная А- образная балка		
BR7	K2+174.440	30	30.м сборная двухполо сная А- образная балка		
BR8	K2+204.440	30			
BR9	K2+234.440	30			
BR10	K2+264.440	30			
BR11	K2+294.440	30			
BR12	K2+324.440	30			
BR13	K2+354.440	30			
BR14	K2+384.440	30			
BR15	K2+414.440	30			
BR16	K2+444.440	30			
BR17	K2+474.440	30			
BR18	K2+504.440	30			
BR19	K2+534.440	30			

BR20	K2+564.440	30			
BR21	K2+594.440	30			
BR22	K2+624.440	30			
BR23	K2+654.440	30			
BR24	K2+684.440	30			
BR25	K2+714.440	30			
BR26	K2+744.440	30			
BR27	K2+774.440	30			
BR28	K2+804.440	30			
BR29	K2+834.440	30			
BR30	K2+864.440	30		4	3.2x3.2

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;

вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_u = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Перечень приложений

1. Состав проекта. Структура.
2. Акт обследования зеленных насаждений.
3. Справка об отсутствии сибирской язвы, захоронений и скотомогильники.
4. Протокол дозиметрического контроля.
5. Протокол измерений радона.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 103-104 (пусковой комплекс-4)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-03-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 103-104 (пусковой комплекс-4)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-03-ОПЗ

Директор

Гл.
проекта

инженер



Д.Е. Королев

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	8
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	8
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	19
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	20
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (С).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	25
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
3.2.2 Общие положения по армированию.....	27
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....	28
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	30
2.3.1. Фасадные конструкции.....	30
2.3.2. Кровельные работы.....	30
2.4. Основные материалы.....	31
2.4.1. Бетон.....	31
2.4.2. Арматурная сталь.....	32
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	33
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	33
2.4.5. Сварочные материалы.....	34
2.4.6. Болтовые соединения.....	34
2.4.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	38
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	38
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	38
3.1.2. Установка оборудования.....	38

3.2. Проектирование наружного освещения.....	39
3.2.1. Общие требования.....	39
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	39
3.2.3. Кабели и проводка.....	39
3.2.4. Качество напряжения.....	40
3.3. Проектирование осветительных установок.....	40
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	40
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	40
3.3.3. Наружное освещение.....	40
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	40
3.4. Молниезащита и заземление.....	40
3.4.1. Общие положения.....	40
3.4.2. Защитное заземление.....	41
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	41
3.4.4. Молниезащита.....	41
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	41
3.4.6. Связь металлических элементов.....	41

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	19
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблица параметров мостового перехода правого пути эстакады.....	36
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	39

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК..

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;

1 <https://english.bucg.com/>

8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	114	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
Разде лы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVA C	Отопление, вентиляция и кондициониров ание воздуха																			
WSD F	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвеще ние																			
PDS	Электроснабже ния																			
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическа я пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции																			

Наименование объекта		101	102	103	114	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депю
	станции связи																			
ISCS	Интегрированн ая система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-03-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-03-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-03-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-03-00-00-DD-GP-BRI	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-04-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-04-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-04-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-03-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 102-103

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана. LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол». Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 103 расположена на третьем участке линии, на пересечении улицы Кабанбай- Бадерова и планируемого перекрестка, на западной стороне планируемой зеленой зоны. Существующая дорога имеет ширину около 20 м, а планируемая ширина дороги составляет около 80 м (включая зеленую зону). Станция 107 представляет собой двухэтажную станцию на эстакаде.

В настоящее время условия для строительства благоприятные/

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 103 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения» (не противоречит);

3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021, ТКСТ РК 8.07-06-2017, НТП РК 09-01-1.2-2011.**
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020, GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117, GB 5118.** Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

- 62. GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
- 63. GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
- 64. ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
- 65. GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
- 66. JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
- 67. GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
- 68. GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
- 69. 15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
- 70. ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
- 71. GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
- 72. ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
- 73. GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
- 74. GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
- 75. GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Протяженность линии LRT (км)	21474.086
13	Вместимость перегона (чел)	492
14	Длина перегона 103-104 (м)	1012

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 103 расположена на третьем участке линии, на пересечении улицы Кабанбай-Бадерова и планируемого перекрестка, на западной стороне планируемой зеленой зоны. Существующая дорога имеет ширину около 20 м, а планируемая ширина дороги составляет около 80 м (включая зеленую зону). Станция 103 представляет собой двухэтажную станцию на эстакаде. В настоящее время условия для строительства благоприятные.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.

- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
 - В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 103 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 103 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (Н)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;

- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослой песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: гравий, тонкие прослой мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослой пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/0,003$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнено в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем $1,612$ м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м^3 ;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м^3 ;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Остановные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволоочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналобразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м^2 ;
- толщина цинкового покрытия — $\geq 85 \text{ мкм}$.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы е условия»

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-03-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, DB1 а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C4а, C7.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблиц параметров мостового перехода правого пути эстакады

Тип платформы Применимая высота платформы (м)	Колонна платформы (Shun x cross) (м) Тип несущей платформы	Нусущая платформа (м) (гориз. x вертик. высота)	Диаметр свай	Количе ство свай	Расстоян ие между сваями
3211.74	28	сборная балка	8.610	CR1	/
3239.74	30	сборная балка	8.500	CR2	DA1-C7
3269.74	30	сборная балка	9.000	CR3	DA1-C7
3299.74	30	сборная балка	9.000	CR4	DA1-C7
3329.74	30	сборная балка	8.500	CR5	DA1-C7
3359.74	30	сборная балка	8.500	CR6	DA1-C7
3389.74	25	сборная балка	8.500	CR7	DA1-C7
3414.74	25	сборная балка	8.500	CR8	DA1-C7
3439.74	30	сборная балка	8.500	CR9	DA1-C7
3469.74	30	сборная балка	9.000	CR10	DA1-C7
3499.74	30	сборная балка	9.000	CR11	DA1-C7
3529.74	30	сборная балка	9.000	CR12	DA1-C7
3559.74	30	сборная балка	9.500	CR13	DA1-C7
3589.74	30	сборная балка	9.500	CR14	DA1-C7
3619.74	30	сборная балка	9.500	CR15	DA1-C7
3649.74	30	сборная балка	9.500	CR16	DA1-C7
3679.74	25	сборная балка	9.500	CR17	DA1-C7
3704.74	30	сборная балка	9.500	CR18	DA1-C7
3734.74	30	сборная балка	9.500	CR19	DA1-C7
3764.74	25	сборная балка	10.000	CR20	DA1-C7
3789.74	25	сборная балка	10.000	CR21	DA1-C7
3814.74	30	сборная балка	10.000	CR22	DA1-C7
3844.74	30	сборная балка	10.000	CR23	DA1-C7
3874.74	30	сборная балка	10.000	CR24	DA1-C7

3904.74	30	сборная балка	10.000	CR25	DA1-C7
3934.74	30	сборная балка	9.500	CR26	DA1-C7
3964.74	30	сборная балка	9.500	CR27	DA1-C7
3994.74	30	сборная балка	9.000	CR28	DA1-C7
4024.74	30	сборная балка	9.500	CR29	DA1-C7
4054.74	30	сборная балка	9.500	CR30	DA1-C7
4084.74	30	сборная балка	9.000	CR31	DA1-C7
4114.74	25	сборная балка	9.000	CR32	DA1-C7
4139.74	40	Неразрезная балка 40+44 м	9.000	CR33	DA1-C7
4179.74	44		6.500	CR34	DB1-C4a
4223.74	/	/	8.410	CR35	/

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;

вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_u = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Перечень приложений

1. Состав проекта. Структура.
2. Акт обследования зеленных насаждений.
3. Справка об отсутствии сибирской язвы, захоронений и скотомогильники.
4. Протокол дозиметрического контроля.
5. Протокол измерений радона.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 104-105 (пусковой комплекс-5)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-04-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 104-105 (пусковой комплекс-5)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-04-ОПЗ

Директор



Д.Е. Королев

Гл. инженер проекта

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	7
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	7
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	20
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	21
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	26
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
2.2.2. Общие положения по армированию.....	27
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	28
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	30
2.3.1. Фасадные конструкции.....	30
2.3.2. Кровельные работы.....	31
2.4. Основные материалы.....	31
2.4.1. Бетон.....	31
2.4.2. Арматурная сталь.....	32
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	33
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	34
2.4.5. Сварочные материалы.....	34
2.4.6. Болтовые соединения.....	35
2.4.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	38
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	38
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	38
3.1.2. Установка оборудования.....	38

3.2. Проектирование наружного освещения.....	39
3.2.1. Общие требования.....	39
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	39
3.2.3. Кабели и проводка.....	40
3.2.4. Качество напряжения.....	40
3.3. Проектирование осветительных установок.....	40
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	40
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	40
3.3.3. Наружное освещение.....	40
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	40
3.4. Молниезащита и заземление.....	40
3.4.1. Общие положения.....	40
3.4.2. Защитное заземление.....	41
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	41
3.4.4. Молниезащита.....	41
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	41
3.4.6. Связь металлических элементов.....	41

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	19
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблиц типов стандартных платформ.....	36
Таблица 2.3: Таблица типов опор узловых мостов.....	37
Таблица 2.4: Таблица статистических пересечений дорог.....	37
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	39

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;

1 <https://english.bucg.com/>

7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
Раздел ы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондициониров ание воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушени е																			
PLS	Электроосвеще ние																			
PDS	Электроснабже ния																			
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическа я пожарная сигнализация																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-04-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-04-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-C33	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-04-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-04-00-00-DD-GP-BRI	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-05-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-05-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-04-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 104-105

1. Общие положения

Станция 104 — четвертая станция первой очереди линии легкорельсового транспорта (ЛРТ) города Астаны. Линия проложена по эстакадам, общая её протяжённость составляет 21,39 км, на ней расположено 18 надземных станций (номера 101–118). Станция 104 относится к типу два этажа и технический, надземная станция с боковым расположением платформ, расположена посередине улицы Сыганак.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;

- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 104 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения» (не противоречит);
3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий» (не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии» (не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);

10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (**к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011**),ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (**к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011**).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)

25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020, GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»

42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117, GB 5118.** Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований и - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»
49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»

55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»
62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)
76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Общая длина перегона (км)	21474.086
13	Вместимость перегона (чел)	492
14	Строительный объём (м)	2633.55

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Проектируемый участок находится в южной части центра Астаны и геоморфологически относится к средней и верхней части пойменной аллювиальной равнины реки Ишим. Рельеф участка в целом плоский, с незначительным понижением в юго-западном направлении и повышением на северо-востоке. Отметки земной поверхности варьируются в пределах 345–360 м.

Проектируемая Станция 112 расположена на западной стороне здания Abu Dhabi Plaza, в средней части улицы Сыганак. Строительная площадка представляет собой участок существующей дороги с ровным рельефом. Отметки поверхности в пределах площадки составляют 347,09–347,44 м.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Уровень воды:

- На стадии предварительных изысканий: 338,20–347,83 м, глубина залегания — 2,90–9,20 м;
- На стадии детальных изысканий: 338,05–347,41 м, глубина — 2,90–9,10 м.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;

- напор — безнапорный или микронапорный.

Уровень воды:

- Предварительные изыскания: 349,64–354,66 м, глубина — 2,30–3,30 м;
- Детальные изыскания: 346,54–351,28 м, глубина — 2,00–5,70 м.

Примечание: Несмотря на различия в абсолютных отметках, оба горизонта гидравлически связаны и реагируют на одни и те же климатические факторы.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 112 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила

гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 112 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (Н)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (М)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований»- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослой песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;

- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;

- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25 \text{ м}$ принимается $L = 25 \text{ м}$;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен

полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;
- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/300$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подьёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа В — по модулю 2×1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа В — по модулю 2×1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок моста, примыкающий к зданию Abu Dhabi Plaza, фасадная система горизонтально выраженное и полностью скрытое остекление, модуль панели — $1,75 \times 0,8$ м. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

В части примыкающей к зданию Abu Dhabi Plaza сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Участок примыкающий к башне Abu Dhabi Plaza 3 модуль — 1,75 × 0,8 м (по дуге). Остальные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — $\geq 9\%$. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;

- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозионная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы в условиях

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Схема пролётного строения:

- LR1–LR19:
- (31,7+45+32) м — неразрезная (сплошная) коробчатая балка;
- (3×32+3×30) м — стандартные сборные разрезные балки;
- (32+33) м — неразрезная коробчатая балка;
- (20+3×25+19) м — стандартные сборные разрезные балки;
- 42 м — разрезная комбинированная балка;
- 10,661 м — разрезная монолитная коробчатая балка.

Примечание:

- LR1–LR4, LR17–LR18 — участки с пролётами (31,7+45+32) м (неразрезные балки);

- LR10–LR12, LR15–LR16, LR17–LR19 — участки с пролётами (32+33) м (неразрезные балки);
- LR18 — 42-метровая разрезная комбинированная балка;
- LR19 — 10,661-метровая разрезная монолитная балка.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблиц типов стандартных платформ

Тип платформы	Применимая высота платформы (m)	Колонна платформы (Shun x cross) (m)	Тип несущей платформы	Нусущая платформа (м) (гориз. x вертик. высота)	Диаметр свай	Количество свай	Расстояние между сваями
DA1	$H \leq 10$	2.0× 2,4	C7	4.7x4.7x2.0	1.0	4	2.7x2.7
DA2	$10 < H \leq 14$	2.2× 2,6	C1	5.4x5.4x2.0	1.2	4	3.2x3.2

Примечание: в таблице приведены сокращённые данные; полные размеры в чертежах

Таблица 2.3: Таблица типов опор узловых мостов

Платформа	Узел	Пролет балки	Номер платформы	Высота платформы	Тип платформы
Станция 112–113	Существующая дорога	+45+32 м непрерывная коробчатая балка	LR1	—	DA5
			LR2	—	DB1–C3a
			LR3	—	DB1-1-C3a
			LR4	—	DA2–C1
	—	+33 неразрезная коробчатая балка	LR10	—	M2–C1/C6
			LR11	—	M2–C1/C6
			LR12	—	M2–C1
	Существующая дорога	Комбинированная балка с простыми опорами	LR18	—	DA3–C4
			LR19		DA3–C4a

Таблица 2.4: Таблица статистических пересечений дорог

Пересекающиеся дороги		Схема пролета	Примечания
Название	Ширина красной линии		
K13+597.591 Существующая дорога	Планирование 40 м	+ 45 + 32) м непрерывная коробчатая балка	
K14+235.591 Существующая дорога	Существующая 26 м	м, Комбинированная балка простыми опорами	

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;

вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_y = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 105-106 (пусковой комплекс-6)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-05-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 105-106 (пусковой комплекс-6)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-05-ОПЗ

Директор

Гл.
проекта

инженер



Д.Е. Королев

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
1. Общие положения.....	4
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	4
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	4
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	4
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	4
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	5
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	12
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	12
Основные технические параметры.....	12
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	13
1.4.1. Климатические условия.....	13
1.4.2. Гидрологические условия.....	13
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	14
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	16
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	17
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	17
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	18
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	18
1.4.9. Породы каменноугольного периода (С).....	19
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	21
2. Конструктивные решения.....	22
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	22
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	22
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	23
2.1.3. Особые условия пересечений.....	23
2.1.4. Метод укладки балок.....	23
2.2. Конструкции железобетонные.....	23
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....	23
3.2.2 Общие положения по армированию.....	24
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....	25
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	25
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	26
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	27
2.3.1. Фасадные конструкции.....	27
2.3.2. Кровельные работы.....	28
2.4. Основные материалы.....	28
2.4.1. Бетон.....	28
2.4.2. Арматурная сталь.....	29
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	30
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	31
2.4.5. Сварочные материалы.....	31
2.4.6. Болтовые соединения.....	32
2.4.7. Конструкция моста.....	32
3. Освещение перегона.....	35
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	35
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	35
3.1.2. Установка оборудования.....	35
3.2. Проектирование наружного освещения.....	36

3.2.1. Общие требования.....	36
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	36
3.2.3. Кабели и проводка.....	36
3.2.4. Качество напряжения.....	37
3.3. Проектирование осветительных установок.....	37
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	37
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	37
3.3.3. Наружное освещение.....	37
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	37
3.4. Молниезащита и заземление.....	37
3.4.1. Общие положения.....	37
3.4.2. Защитное заземление.....	38
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	38
3.4.4. Молниезащита.....	38
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	38
3.4.6. Связь металлических элементов.....	38

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	12
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	16
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	22
Таблица 2.2: Таблиц типов стандартных платформ.....	33
Таблица 2.3: Таблица типов опор узловых мостов.....	34
Таблица 2.4: Таблица статистических пересечений дорог.....	34
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	36

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

¹ <https://english.bucg.com/>

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Дело
Разд елы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
AR C	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HV AC	Отопление, вентиляция и кондициониров ание воздуха																			
WS DF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвеще ние																			
PDS	Электроснабже ния																			
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическа я пожарная сигнализация																			
CO M	Конструкции станции связи																			
ISC S	Интегрированн ая система																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-05-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-05-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-C33	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-05-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-05-00-00-DD-GP-BRI	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-06-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-06-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-05-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 105-106

1. Общие положения

Станция 105 расположена на восьмом участке линии, на юго-западной стороне улицы Кабанбай-Бадара, в настоящее время ширина красной линии существующей дороги составляет 17 м, ширина планируемой красной линии дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 108 представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. В настоящее время ведется планирование территории вокруг станции, строительные условия хорошие.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:
– строительным конструкциям;

- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 105 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения» (не противоречит);
3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий» (не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии» (не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);

9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к **СП РК EN 1991-1-3:2003/2011**), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к **СП РК EN 1991-1-4:2003/2011**).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».

24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»

41. **GB/T 7588.1-2020, GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117, GB 5118.** Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»
49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)

54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»
62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)

67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013**
«Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
74. **GB/T 1591-2008**«Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)
76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** « Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод

- 82. GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
- 83. 16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Общая длина перегона (км)	21474.086
13	Вместимость перегона (чел)	492
14	Строительный объём (м)	605.9

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Проектируемый участок находится в южной части центра Астаны и геоморфологически относится к средней и верхней части пойменной аллювиальной равнины реки Ишим. Рельеф участка в целом плоский, с незначительным понижением в юго-западном направлении и повышением на северо-востоке. Отметки земной поверхности варьируются в пределах 345–360 м.

Проектируемая Станция 112 расположена на западной стороне здания Abu Dhabi Plaza, в средней части улицы Сыганак. Строительная площадка представляет собой участок существующей дороги с ровным рельефом. Отметки поверхности в пределах площадки составляют 347,09–347,44 м.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Уровень воды:

- На стадии предварительных изысканий: 338,20–347,83 м, глубина залегания — 2,90–9,20 м;
- На стадии детальных изысканий: 338,05–347,41 м, глубина — 2,90–9,10 м.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;

- напор — безнапорный или микронапорный.

Уровень воды:

- Предварительные изыскания: 349,64–354,66 м, глубина — 2,30–3,30 м;
- Детальные изыскания: 346,54–351,28 м, глубина — 2,00–5,70 м.

Примечание: Несмотря на различия в абсолютных отметках, оба горизонта гидравлически связаны и реагируют на одни и те же климатические факторы.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 112 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила

гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 112 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (Н)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (М)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований»- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослой песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;

- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;

- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25 \text{ м}$ принимается $L = 25 \text{ м}$;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен

полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;
- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/300$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подьёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа В — по модулю 2×1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа В — по модулю 2×1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок моста, примыкающий к зданию Abu Dhabi Plaza, фасадная система горизонтально выраженное и полностью скрытое остекление, модуль панели — $1,75 \times 0,8$ м. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

В части примыкающей к зданию Abu Dhabi Plaza сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Участок примыкающий к башне Abu Dhabi Plaza 3 модуль — 1,75 × 0,8 м (по дуге). Остальные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — $\geq 9\%$. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;

- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозионная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы в условиях

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Схема пролётного строения:

- LR1–LR19:
- (31,7+45+32) м — неразрезная (сплошная) коробчатая балка;
- (3×32+3×30) м — стандартные сборные разрезные балки;
- (32+33) м — неразрезная коробчатая балка;
- (20+3×25+19) м — стандартные сборные разрезные балки;
- 42 м — разрезная комбинированная балка;
- 10,661 м — разрезная монолитная коробчатая балка.

Примечание:

- LR1–LR4, LR17–LR18 — участки с пролётами (31,7+45+32) м (неразрезные балки);

- LR10–LR12, LR15–LR16, LR17–LR19 — участки с пролётами (32+33) м (неразрезные балки);
- LR18 — 42-метровая разрезная комбинированная балка;
- LR19 — 10,661-метровая разрезная монолитная балка.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблиц типов стандартных платформ

Тип платформы	Применимая высота платформы (m)	Колонна платформы (Shun x cross) (m)	Тип несущей платформы	Нусущая платформа (м) (гориз. x вертик. высота)	Диаметр свай	Количество свай	Расстояние между сваями
DA1	$H \leq 10$	2.0× 2,4	C7	4.7x4.7x2.0	1.0	4	2.7x2.7
DA2	$10 < H \leq 14$	2.2× 2,6	C1	5.4x5.4x2.0	1.2	4	3.2x3.2

Примечание: в таблице приведены сокращённые данные; полные размеры в чертежах

Таблица 2.3: Таблица типов опор узловых мостов

Платформа	Узел	Пролет балки	Номер платформы	Высота платформы	Тип платформы
Станция 112–113	Существующая дорога	+45+32 м непрерывная коробчатая балка	LR1	—	DA5
			LR2	—	DB1–C3a
			LR3	—	DB1-1-C3a
			LR4	—	DA2–C1
	—	+33 неразрезная коробчатая балка	LR10	—	M2–C1/C6
			LR11	—	M2–C1/C6
			LR12	—	M2–C1
	Существующая дорога	Комбинированная балка с простыми опорами	LR18	—	DA3–C4
			LR19		DA3–C4a

Таблица 2.4: Таблица статистических пересечений дорог

Пересекающиеся дороги		Схема пролета	Примечания
Название	Ширина красной линии		
K13+597.591 Существующая дорога	Планирование 40 м	+ 45 + 32) м непрерывная коробчатая балка	
K14+235.591 Существующая дорога	Существующая 26 м	м, Комбинированная балка простыми опорами	

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;

вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_y = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;

- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и нагрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 106-107 (пусковой комплекс-7)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-06-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 106-107 (пусковой комплекс-7)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-06-ОПЗ

Директор

Гл.
проекта

инженер



Д.Е. Королев

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	8
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	8
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	19
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	20
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	25
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
2.2.2. Общие положения по армированию.....	27
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	28
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	30
2.3.1. Фасадные конструкции.....	30
2.3.2. Кровельные работы.....	30
2.4. Основные материалы.....	31
2.4.1. Бетон.....	31
2.4.2. Арматурная сталь.....	32
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	33
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	33
2.4.5. Сварочные материалы.....	34
2.4.6. Болтовые соединения.....	34
2.4.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	38
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	38
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	38
3.1.2. Установка оборудования.....	38

3.2. Проектирование наружного освещения.....	39
3.2.1. Общие требования.....	39
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	39
3.2.3. Кабели и проводка.....	39
3.2.4. Качество напряжения.....	40
3.3. Проектирование осветительных установок.....	40
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	40
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	40
3.3.3. Наружное освещение.....	40
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	40
3.4. Молниезащита и заземление.....	40
3.4.1. Общие положения.....	40
3.4.2. Защитное заземление.....	41
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	41
3.4.4. Молниезащита.....	41
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	41
3.4.6. Связь металлических элементов.....	41

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	19
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблиц параметров моста на правой линии эстакады.....	36
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	39

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

¹ <https://english.bucg.com/>

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Дело
Разделы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции и станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжения																			
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	пожарная сигнализац ия																			
COM	Конструкци и станции связи																			
ISCS	Интегриров анная система мониторинг а																			
BAS	Система автоматизац ии зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-06-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-06-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-C33	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-06-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-06-00-00-DD-GP-BRI	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-07-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-07-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-07-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-06-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 106-107

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 106 является шестой станцией на данной линии. Она расположена на юго-востоке перекрестка улицы Кабанбай-батыра и планируемого перекрестка. Существующая дорожная полоса имеет ширину около 17 м, а планируемая ширина дороги составляет около 136 м (включая зеленую зону). Станция представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. На южной стороне запланировано размещение коммунальных объектов, в настоящее время здесь находится жилой район. В настоящее время условия для строительства благоприятные

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 106 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)

2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к **СП РК EN 1991-1-3:2003/2011**), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к **СП РК EN 1991-1-4:2003/2011**).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** «Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)

18. **GB50140-2005** «Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401** «Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1** «Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».

34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118**. Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод»
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Общая длина перегона (км)	21474.086
13	Вместимость перегона (чел)	492
14	Строительный объём (м)	784.87

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 106 является шестой станцией на данной линии. Она расположена на юго-востоке перекрестка улицы Кабанбай-батыра и планируемого перекрестка. Существующая дорожная полоса имеет ширину около 17 м, а планируемая ширина дороги составляет около 136 м (включая зеленую зону). Станция представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. На южной стороне запланировано размещение коммунальных объектов, в настоящее время здесь находится жилой район. В настоящее время условия для строительства благоприятные

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 106 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 106 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (Н)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (М)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;

- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослой песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: гравий, тонкие прослой мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослой пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкера и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/0,003$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем $1,612$ м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки — стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели — стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования — на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м^3 ;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м^3 ;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволоочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналобразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м^2 ;
- толщина цинкового покрытия — $\geq 85 \text{ мкм}$.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы е условия»

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, DA4*, DB1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C3a, C4a, C7.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблиц параметров моста на правой линии эстакады

Пикет по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Номер платформы	Высота опоры	Тип платформы
K7+719.082	42	Железобетонные балки	FR1	7.91	DA4-*
K7+761.082	38	38+62+38м непрерывный луч	FR2	8.0	DA1-C7
K7+799.082	62		FR3	6.5	DB1-C4a
K7+861.082	38		FR4	6.5	DB1-C4a
K7+899.082	30	сборная балка	FR5	9.0	DA1-C7
K7+929.082	30	сборная балка	FR6	9.0	DA1-C7
K7+959.082	30	сборная балка	FR7	9.0	DA1-C7
K7+989.082	30	сборная балка	FR8	9.5	DA1-C7
K8+019.082	30	сборная балка	FR9	9.5	DA1-C7
K8+049.082	30	сборная балка	FR10	9.5	DA1-C7
K8+079.082	30	сборная балка	FR11	9.5	DA1-C7
K8+109.082	30	сборная балка	FR12	9.5	DA1-C7
K8+139.082	30	сборная балка	FR13	9.5	DA1-C7
K8+169.082	28	сборная балка	FR14	9.5	DA1-C7
K8+197.082	25	сборная балка	FR15	9.5	DA1-C7
K8+222.082	30	Непрерывный луч 30+50+30 м	FR16	9.5	DA1-C7
K8+252.082	50		FR17	8.0	DB1-C3a
K8+302.082	30		FR18	8.0	DB1-C3a
K8+332.082	30	сборная балка	FR19	9.5	DA1-C7
K8+362.082	32	сборная балка	FR20	9.5	DA1-C7
K8+394.082	45	Непрерывный луч 2×45 м	FR21	9.0	DA1-C7
K8+439.082	45		FR22	7.0	DB1-C4a
K8+484.082	19.871	сборная балка	FR23	9.0	DA1-C7
K8+503.953	/		FR24	8.61	DA4-*

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;

вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_u = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 107-108 (пусковой комплекс-8)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-07-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 107-108 (пусковой комплекс-8)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-07-ОПЗ

Директор

Гл.
проекта

инженер



Д.Е. Королев

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	8
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	8
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	19
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	20
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	25
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
2.2.2. Общие положения по армированию.....	27
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	28
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	30
2.3.1. Фасадные конструкции.....	30
2.3.2. Кровельные работы.....	30
2.4. Основные материалы.....	31
2.4.1. Бетон.....	31
2.4.2. Арматурная сталь.....	32
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	33
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	34
2.4.5. Сварочные материалы.....	34
2.4.6. Болтовые соединения.....	35
2.4.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	38
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	38
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	38
3.1.2. Установка оборудования.....	38

3.2. Проектирование наружного освещения.....	39
3.2.1. Общие требования.....	39
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	39
3.2.3. Кабели и проводка.....	39
3.2.4. Качество напряжения.....	40
3.3. Проектирование осветительных установок.....	40
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	40
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	40
3.3.3. Наружное освещение.....	40
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	40
3.4. Молниезащита и заземление.....	40
3.4.1. Общие положения.....	40
3.4.2. Защитное заземление.....	41
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	41
3.4.4. Молниезащита.....	41
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	41
3.4.6. Связь металлических элементов.....	41

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	19
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблица параметров мостового перехода.....	36
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	39

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

¹ <https://english.bucg.com/>

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Дело
Разделы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжения																			
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированный																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	ая система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-07-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-07-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-C33	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-07-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-07-00-00-DD-GP-BRI	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-08-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-08-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-08-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-07-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 107-108

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 107, седьмая станция на этой линии, расположена на юго-западной стороне проспекта Кабанбай Батыра; граница существующей дороги составляет 17 м, а ширина планируемой дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 107 представляет собой двухэтажную надземную станцию, расположенную вдоль дороги. С западной стороны станции находится Университет Назарбаева, а с восточной — выставочный центр Ехро и торговый комплекс MEGA. В настоящее время ведется планировка территории вокруг станции, а строительная площадка MEGA находится на восточной стороне. Текущие инженерные условия благоприятны.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)

7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 107 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения» (не противоречит);
3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий» (не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии» (не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта» (не противоречит)
11. **GB50108-2008** «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений» (не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции» (не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017** «Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации» (не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»

17. **GB50370-2005** «Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005** «Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений» (не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали». (не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции» (не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружения, основания и фундаменты» (не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401** «Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1** «Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия» (не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»

32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118**. Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО**

- 22475-1-2011 «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»
49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»

61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»
62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)
76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод»
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Общая длина перегона (км)	21474.086
13	Вместимость перегона (чел)	492
14	Строительный объём (м)	1192.39

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 107, седьмая станция на этой линии, расположена на юго-западной стороне проспекта Кабанбай Батыра; граница существующей дороги составляет 17 м, а ширина планируемой дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 107 представляет собой двухэтажную надземную станцию, расположенную вдоль дороги. С западной стороны станции находится Университет Назарбаева, а с восточной — выставочный центр Ехро и торговый комплекс MEGA. В настоящее время ведется планировка территории вокруг станции, а строительная площадка MEGA находится на восточной стороне. Текущие инженерные условия благоприятны.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 107 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 107 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (Н)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;

- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослой песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой глины и пылевой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылевой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: гравий, тонкие прослой мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослой пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/0,003$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зонах входа А выполнено в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки — стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели — стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок моста, примыкающий к зданию Abu Dhabi Plaza, фасадная система горизонтально выраженное и полностью скрытое остекление, модуль панели — $1,75 \times 0,8$ м. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основные сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;

- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволоочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — $\geq 9\%$. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крючков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing 15,2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналобразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозионная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы е условия»

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, DA2, DA4*, DB1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C2, C3а, C7.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблица параметров мостового перехода

Пикетаж по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Номер платформы	Высота опоры	Тип платформы
K8+589.253	30	сборная балка	GR1	8.6	DA4-*
K8+619.253	25	сборная балка	GR2	8.5	DA1-C7
K8+644.253	25	сборная балка	GR3	8.5	DA1-C7
K8+669.253	30	сборная балка	GR4	8.5	DA1-C7
K8+699.253	30	30+45+30м непрерывный луч	GR5	9.5	DA1-C7
K8+729.253	45		GR6	8.0	DB1-C3а
K8+774.253	30		GR7	8.5	DB1-C3а
K8+804.253	25	сборная балка	GR8	9.5	DA1-C7
K8+829.253	25	сборная балка	GR9	9.0	DA1-C7
K8+854.253	25	сборная балка	GR10	9.5	DA1-C7
K8+879.253	30	сборная балка	GR11	9.5	DA1-C7
K8+909.253	30	сборная балка	GR12	9.0	DA1-C7
K8+939.253	30	сборная балка	GR13	9.5	DA1-C7
K8+699.253	30	сборная балка	GR14	10.5	DA2-C1
K8+999.253	30	сборная балка	GR15	9.5	DA1-C7
K9+029.253	30	сборная балка	GR16	10.0	DA1-C7
K9+059.253	30	сборная балка	GR17	10.0	DA1-C7
K9+089.253	30	сборная балка	GR18	11.0	DA2-C1
K9+119.253	17.44	сборная балка	GR19	10.5	DA2-C1
K9+136.693	25	сборная балка	GR20	11.0	DA2-C1
K9+161.693	25	сборная балка	GR21	10.5	DA2-C1
K9+186.693	32	32+35.565+30м непрерывный	GR22	10.5	DA2-C1
K9+218.693	35.565		GR23	11.0	DB2-1-C2

K9+254.258	30	луч	GR24	11.0	DB2-1-C2
K9+284.258	30	сборная балка	GR25	11.5	DA2-C1
K9+314.258	30	сборная балка	GR26	10.5	DA2-C1
K9+344.258	30	сборная балка	GR27	10.5	DA2-C1
K9+374.258	30	сборная балка	GR28	10.5	DA2-C1
K9+404.258	30	сборная балка	GR29	10.5	DA2-C1
K9+434.258	30	сборная балка	GR30	10.5	DA2-C1
K9+464.258	30	сборная балка	GR31	10.5	DA2-C1
K9+494.258	25	сборная балка	GR32	10.0	DA1-C7
K9+519.258	30	сборная балка	GR33	10.0	DA1-C7
K9+549.258	25	сборная балка	GR34	10.0	DA1-C7
K9+574.258	28	сборная балка	GR35	10.0	DA1-C7
K9+602.258	31	31+52+30м непрерывный луч	GR36	10.0	DA1-C7
K9+633.258	52		GR37	8.0	DB1-C3a
K9+685.258	30		GR38	7.5	DB1-C3a
K9+715.258	23	сборная балка	GR39	9.0	DA1-C7
K9+738.258	25	сборная балка	GR40	8.5	DA1-C7
K9+763.258	18.383	сборная балка	GR41	8.5	DA1-C7
K9+781.641	85.3	/	GR42	8.6	DA4-*

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;

вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_u = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 108-109 (пусковой комплекс-9)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-08-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 108-109 (пусковой комплекс-9)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-08-ОПЗ

Директор

Гл. инженер проекта



Д.Е. Королев

А.Г. Гулев

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	8
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	8
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	19
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	20
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	25
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
2.2.2. Общие положения по армированию.....	27
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	28
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	30
2.3.1. Фасадные конструкции.....	30
2.3.2. Кровельные работы.....	30
2.4. Основные материалы.....	31
2.4.1. Бетон.....	31
2.4.2. Арматурная сталь.....	32
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	33
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	33
2.4.5. Сварочные материалы.....	34
2.4.6. Болтовые соединения.....	34
2.4.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	37
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	37
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	37
3.1.2. Установка оборудования.....	37

3.2. Проектирование наружного освещения.....	38
3.2.1. Общие требования.....	38
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	38
3.2.3. Кабели и проводка.....	38
3.2.4. Качество напряжения.....	39
3.3. Проектирование осветительных установок.....	39
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	39
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	39
3.3.3. Наружное освещение.....	39
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	39
3.4. Молниезащита и заземление.....	39
3.4.1. Общие положения.....	39
3.4.2. Защитное заземление.....	40
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	40
3.4.4. Молниезащита.....	40
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	40
3.4.6. Связь металлических элементов.....	40

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	19
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблица параметров моста на правой линии эстакады.....	36
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	38

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

¹ <https://english.bucg.com/>

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Дело
Разделы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжения																			
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрирован																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	ная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации и зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-08-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-08-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-C33	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-08-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-08-00-00-DD-GP-BRI	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-09-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-09-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-09-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-08-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 108-109

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 108 расположена на восьмом участке линии, на юго-западной стороне улицы Кабанбай-Батыра, в настоящее время ширина красной линии существующей дороги составляет 17 м, ширина планируемой красной линии дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 108 представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. В настоящее время ведется планирование территории вокруг станции, строительные условия хорошие.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 108 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»;(не противоречит)

2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к **СП РК EN 1991-1-3:2003/2011**), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к **СП РК EN 1991-1-4:2003/2011**).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** «Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)

18. **GB50140-2005** «Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401** «Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1** «Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».

34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118**. Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

- 62. GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
- 63. GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
- 64. ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
- 65. GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
- 66. JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
- 67. GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
- 68. GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
- 69. 15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
- 70. ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
- 71. GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
- 72. ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
- 73. GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
- 74. GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
- 75. GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Общая длина перегона (км)	21474.086
13	Вместимость перегона (чел)	492
14	Строительный объём (м)	614.6

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 108 расположена на восьмом участке линии, на юго-западной стороне улицы Кабанбай-Батыра, в настоящее время ширина красной линии существующей дороги составляет 17 м, ширина планируемой красной линии дороги — 136 м (включая зеленую зону). Станция 108 представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. В настоящее время ведется планирование территории вокруг станции, строительные условия хорошие.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.

- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 108 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 108 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (Н)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований»- СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;

- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослой песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой глины и пылевой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылевой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: гравий, тонкие прослой мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослой пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослои аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослои аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкера и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/0,003$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем $1,612$ м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки — стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели — стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования — на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м^3 ;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м^3 ;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволоочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналобразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м^2 ;
- толщина цинкового покрытия — $\geq 85 \text{ мкм}$.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы е условия»

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, DB1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C4a, C7.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблица параметров моста на правой линии эстакады

Пикет по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Номер платформы	Высота опоры	Тип платформы
K9+866.941	45	Непрерывный луч 2×45 м	HR1	8.410	/
K9+911.941	45		HR2	8.50	DB1-C4a
K9+956.941	32	сборная балка	HR3	8.50	DA1-C7
K9+988.941	32	сборная балка	HR4	9.00	DA1-C7
K10+020.941	40	Двутапровая балка 40 м	HR5	8.00	DA1-C7
K10+060.941	44.597	44.597+61+45м Непрерывный луч	HR6	8.50	DA1-C7
K10+105.538	61		HR7	7.00	DB1-C4a
K10+166.538	45		HR8	7.00	DB1-C4a
K10+211.538	30	сборная балка	HR9	9.00	DA1-C7
K10+241.538	30	сборная балка	HR10	9.50	DA1-C7
K10+271.538	30	сборная балка	HR11	9.00	DA1-C7
K10+301.538	30	сборная балка	HR12	9.50	DA1-C7
K10+331.538	30	сборная балка	HR13	9.50	DA1-C7
K10+361.538	30	сборная балка	HR14	9.50	DA1-C7
K10+391.538	30	сборная балка	HR15	9.00	DA1-C7
K10+421.538	30	сборная балка	HR16	9.00	DA1-C7
K10+451.538	30	сборная балка	HR17	9.00	DA1-C7
K10+481.538	/	/	HR18	8.610	/

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;

вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_u = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источник

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 109-110 (пусковой комплекс-10)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-09-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 109-110 (пусковой комплекс-10)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-09-ОПЗ

Директор

Гл.
проекта

инженер



Д.Е. Королев

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	8
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	8
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	20
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	21
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	25
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
2.2.2. Общие положения по армированию.....	27
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	28
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	30
2.3.1. Фасадные конструкции.....	30
2.3.2. Кровельные работы.....	30
2.4. Основные материалы.....	31
2.4.1. Бетон.....	31
2.4.2. Арматурная сталь.....	32
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	33
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	33
2.4.5. Сварочные материалы.....	34
2.4.6. Болтовые соединения.....	34
2.4.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	37
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	37
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	37
3.1.2. Установка оборудования.....	37

3.2. Проектирование наружного освещения.....	38
3.2.1. Общие требования.....	38
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	38
3.2.3. Кабели и проводка.....	38
3.2.4. Качество напряжения.....	39
3.3. Проектирование осветительных установок.....	39
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	39
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	39
3.3.3. Наружное освещение.....	39
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	39
3.4. Молниезащита и заземление.....	39
3.4.1. Общие положения.....	39
3.4.2. Защитное заземление.....	40
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	40
3.4.4. Молниезащита.....	40
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	40
3.4.6. Связь металлических элементов.....	40

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	19
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблиц типов стандартных платформ.....	36
Таблица 2.3: Таблица типов опор узловых мостов.....	36
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	38

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;

1 <https://english.bucg.com/>

8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депозит
Разделы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции и станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжения																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализац ия																			
COM	Конструкци и станции связи																			
ISCS	Интегриров анная система мониторинг а																			
BAS	Система автоматизац ии зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-09-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-09-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-C33	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-09-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-09-00-00-DD-GP-BRI	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-10-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-10-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада
ALRT-P1-04-10-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-09-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 109-110

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана. LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 109 является девятой станцией на данной линии. Она расположена на юго-востоке пересечения улицы Кабанбай - батыр и планируемого перекрестка. Существующая дорожная полоса имеет ширину около 17 м, а планируемая ширина дороги составляет около 136 м (включая зеленую зону). Станция представляет собой двухэтажную станцию, расположенную на возвышенности над дорогой. На южной стороне запланировано строительство объектов коммунального хозяйства, в настоящее время здесь находится жилой район. В настоящее время условия для строительства благоприятные

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 109 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)

2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к **СП РК EN 1991-1-3:2003/2011**), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к **СП РК EN 1991-1-4:2003/2011**).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** «Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)

18. **GB50140-2005** «Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401** «Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1** «Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».

34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118**. Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Общая длина перегона (км)	21474.086
13	Вместимость перегона (чел)	492
14	Строительный объём (м)	869.92

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Проектируемый участок находится в южной части центра Астаны и геоморфологически относится к средней и верхней части пойменной аллювиальной равнины реки Ишим. Рельеф участка в целом плоский, с незначительным понижением в юго-западном направлении и повышением на северо-востоке. Отметки земной поверхности варьируются в пределах 345–360 м.

Проектируемая Станция 112 расположена на западной стороне здания Abu Dhabi Plaza, в средней части улицы Сыганак. Строительная площадка представляет собой участок существующей дороги с ровным рельефом. Отметки поверхности в пределах площадки составляют 347,09–347,44 м.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Уровень воды:

- На стадии предварительных изысканий: 338,20–347,83 м, глубина залегания — 2,90–9,20 м;
- На стадии детальных изысканий: 338,05–347,41 м, глубина — 2,90–9,10 м.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;

- напор — безнапорный или микронапорный.

Уровень воды:

- Предварительные изыскания: 349,64–354,66 м, глубина — 2,30–3,30 м;
- Детальные изыскания: 346,54–351,28 м, глубина — 2,00–5,70 м.

Примечание: Несмотря на различия в абсолютных отметках, оба горизонта гидравлически связаны и реагируют на одни и те же климатические факторы.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 112 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила

гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 112 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (Н)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (М)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009)** «Правила для проведения геотехнических исследований»- **СП РК 1.02-105-2014** «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослой песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;

- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослои мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;

- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/0,003$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Входы А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем $1,612$ м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки — стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели — стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования — на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м^3 ;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м^3 ;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволоочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналобразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м^2 ;
- толщина цинкового покрытия — $\geq 85 \text{ мкм}$.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозионная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы е условия»

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблиц типов стандартных платформ

Тип платформы	Применимая высота платформы (m)	Колонна платформы (Shun x cross) (m)	Тип несущей платформы	Нусущая платформа (м) (гориз. x вертик. высота)	Диаметр свай	Количество свай	Расстояние между сваями
D A1	$H \leq 10$	2.0× 2,4	C7	4.7x4.7x2.0	1.0	4	2.7x2.7
D A2	$10 < H \leq 14$	2.2× 2,6	C1	5.4x5.4x2.0	1.2	4	3.2x3.2

Примечание: в таблице приведены сокращённые данные; полные размеры в чертежах

Таблица 2.3: Таблица типов опор узловых мостов

Платформа	Узел	Пролет балки	Номер платформ	Высота платформы	Тип платформы
Станция 112–113	Существующая дорога	+45+32 м непрерывная коробчатая балка	LR1	—	DA5
			LR2	—	DB1–C3a
			LR3	—	DB1-1-C3a
			LR4	—	DA2–C1
	—	+33 неразрезная коробчатая балка	LR10	—	M2–C1/C6
			LR11	—	M2–C1/C6
			LR12	—	M2–C1
	Существующая дорога	Комбинированная балка с простыми опорами	LR18	—	DA3–C4
			LR19		DA3–C4a

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — $\geq IP65$;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — $\leq 1,5$ м;

вертикально — $\leq 2,0$ м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: $\leq 0,5$ км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_y = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;

- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 110-111 (пусковой комплекс-11)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-10-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 110-111 (пусковой комплекс-11)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-10-ОПЗ

Директор

Гл.
проекта

инженер



Д.Е. Королев

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	8
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	8
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	19
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	20
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	25
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
2.2.2. Общие положения по армированию.....	27
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	28
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	30
2.3.1. Фасадные конструкции.....	30
2.3.2. Кровельные работы.....	30
2.4. Основные материалы.....	31
2.4.1. Бетон.....	31
2.4.2. Арматурная сталь.....	32
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	33
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	33
2.4.5. Сварочные материалы.....	34
2.4.6. Болтовые соединения.....	34
2.4.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	37
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	37
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	37
3.1.2. Установка оборудования.....	37

3.2. Проектирование наружного освещения.....	38
3.2.1. Общие требования.....	38
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	38
3.2.3. Кабели и проводка.....	38
3.2.4. Качество напряжения.....	39
3.3. Проектирование осветительных установок.....	39
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	39
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	39
3.3.3. Наружное освещение.....	39
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	39
3.4. Молниезащита и заземление.....	39
3.4.1. Общие положения.....	39
3.4.2. Защитное заземление.....	40
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	40
3.4.4. Молниезащита.....	40
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	40
3.4.6. Связь металлических элементов.....	40

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	18
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблиц параметров моста на правой линии эстакады.....	36
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	38

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;

1 <https://english.bucg.com/>

8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
Разделы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции и станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжения																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализа- ция																			
COM	Конструкци и станции связи																			
ISCS	Интегриров анная система мониторинг а																			
BAS	Система автоматизац ии зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-10-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-10-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-10-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-10-00-00-DD-GP-BRI	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-11-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-11-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-11-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-10-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 110-111

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 110 — десятая станция первой очереди линии легкорельсового транспорта (ЛРТ) города Астаны. Линия проложена по эстакадам, общая её протяжённость составляет 21,39 км, на ней расположено 18 надземных станций (номера 101–118). Станция 110 относится к типу два этажа и технический, надземная станция с боковым расположением платформ, расположена посередине улицы Сыганак.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 112 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения»; (не противоречит);

3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021, ТКСТ РК 8.07-06-2017, НТП РК 09-01-1.2-2011.**
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020, GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117, GB 5118.** Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод»
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Общая длина перегона (км)	21474.086
13	Вместимость перегона (чел)	492
14	Строительный объём (м)	754.12

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 110 расположена на десятом участке линии, на восточной стороне улицы Кабанбай-Баде, в пределах запланированной зеленой зоны на западной стороне дороги. Текущая ширина дороги составляет около 20 м, а ширина запланированной дороги — около 100 м (включая зеленую зону). Станция 110 представляет собой двухэтажную станцию на эстакаде. В настоящее время условия для строительства благоприятные

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).

- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;

- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 110 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 110 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л	L1 / L2

	- В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	
Химическая эрозия (Н)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, просядок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;

- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослойки песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослойками мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослойки глины и пылевой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылевой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослойки мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;

- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25 \text{ м}$ принимается $L = 25 \text{ м}$;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/300$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем $1,612$ м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки — стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели — стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования — на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м^3 ;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м^3 ;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволоочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналобразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м^2 ;
- толщина цинкового покрытия — $\geq 85 \text{ мкм}$.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы е условия»

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, DB1, DB2-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C3a, C4a, C7.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблиц параметров моста на правой линии эстакады

Пикет по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Номер платформы	Высота опоры	Тип платформы
11522.06	45	45+58+60+45 м непрерывный луч	JR1	8.610	/
11567.06	58		JR2	6.000	DB1-C4a
11625.06	60		JR3	6.500	DB1-C4a
11685.06	45		JR4	6.500	DB1-C4a
11730.06	30	сборная балка	JR5	8.500	DA1-C7
11760.06	30	сборная балка	JR6	9.000	DA1-C7
11790.06	30	сборная балка	JR7	9.000	DA1-C7
11820.06	30	сборная балка	JR8	8.500	DA1-C7
11850.06	30	30+45+30м непрерывный луч	JR9	8.500	DA1-C7
11880.06	45		JR10	8.000	DB1-C3a
11925.06	30		JR11	7.500	DB1-C3a
11955.06	30	сборная балка	JR12	8.500	DA1-C7
11985.06	25	сборная балка	JR13	8.500	DA1-C7
12010.06	25	сборная балка	JR14	8.500	DA1-C7
12035.06	30	сборная балка	JR15	8.500	DA1-C7
12065.06	30	сборная балка	JR16	8.000	DA1-C7
12095.06	30	сборная балка	JR17	8.000	DA1-C7
12125.06	30	сборная балка	JR18	8.000	DA1-C7
12155.06	30	сборная балка	JR19	8.000	DA1-C7
12185.06	30	2x30+31.119 мнепрерывный луч	JR20	8.000	DA1-C7
12215.06	30		JR21	7.500	DB2-1-C2
12245.06	31.119		JR22	7.500	DB2-1-C2
12276.06	85.3		JR23	8.610	/

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — $\geq$ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — $\leq 1,5$ м;

вертикально — $\leq 2,0$ м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: $\leq 0,5$ км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_u = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — $2,5 \text{ мм}^2$.

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Республика Казахстан
Генеральный проектировщик: ТОО «Институт Градиент Проект»

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 111-112 (пусковой комплекс-12)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-11-ОПЗ



г. Караганда, 2025г

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 111-112 (пусковой комплекс-12)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-11-ОПЗ

Директор

Гл.
проекта

инженер



Д.Е. Королев

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	8
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	8
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	19
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	20
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	25
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
2.2.2. Общие положения по армированию.....	27
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	28
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	30
2.3.1. Фасадные конструкции.....	30
2.3.2. Кровельные работы.....	30
2.4. Основные материалы.....	31
2.4.1. Бетон.....	31
2.4.2. Арматурная сталь.....	32
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	33
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	33
2.4.5. Сварочные материалы.....	34
2.4.6. Болтовые соединения.....	34
2.4.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	39
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	39
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	39
3.1.2. Установка оборудования.....	39

3.2. Проектирование наружного освещения.....	40
3.2.1. Общие требования.....	40
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	41
3.2.3. Кабели и проводка.....	41
3.2.4. Качество напряжения.....	41
3.3. Проектирование осветительных установок.....	41
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	41
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	41
3.3.3. Наружное освещение.....	41
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	41
3.4. Молниезащита и заземление.....	41
3.4.1. Общие положения.....	41
3.4.2. Защитное заземление.....	42
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	42
3.4.4. Молниезащита.....	42
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	42
3.4.6. Связь металлических элементов.....	43

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	19
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблиц параметров моста на правой линии эстакады.....	36
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	40

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;

1 <https://english.bucg.com/>

8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
Разделы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции и станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжения																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализац ия																			
COM	Конструкци и станции связи																			
ISCS	Интегриров анная система мониторинг а																			
BAS	Система автоматизац ии зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-11-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-11-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-C33	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-11-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-11-00-00-DD-GP-BRI	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-12-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста
ALRT-P1-04-12-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-11-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 111-112

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 111 — однанадцатая станция первой очереди линии легкорельсового транспорта (ЛРТ) города Астаны. Линия проложена по эстакадам, общая её протяжённость составляет 21,576 км, на ней расположено 18 надземных станций (номера 101–118). Станция 111 расположена на одиннадцатом участке линии, на восточной стороне улицы Кабанбай-Батыр, в пределах запланированной зеленой зоны на западной стороне дороги. Текущая ширина дороги составляет около 20 м, а ширина запланированной дороги — около 100 м (включая зеленую зону). Станция 111 представляет собой двухэтажную станцию на эстакаде. В настоящее время условия для строительства благоприятные

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)

7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 111 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения» (не противоречит);
3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий» (не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии» (не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта» (не противоречит)
11. **GB50108-2008** «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений» (не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции» (не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017** «Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации» (не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»

17. **GB50370-2005** «Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005** «Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений» (не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали». (не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции» (не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружения, основания и фундаменты» (не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401** «Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1** «Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия» (не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»

32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118**. Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО**

- 22475-1-2011 «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»
49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»

61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»
62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)
76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Общая длина перегона (км)	21474.086
13	Вместимость перегона (чел)	492
14	Строительный объём (м)	1242.1

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 111 — однанадцатая станция первой очереди линии легкорельсового транспорта (ЛРТ) города Астаны. Линия проложена по эстакадам, общая её протяжённость составляет 21,576 км, на ней расположено 18 надземных станций (номера 101–118). Станция 111 расположена на одиннадцатом участке линии, на восточной стороне улицы Кабанбай-Батыр, в пределах запланированной зеленой зоны на западной стороне дороги. Текущая ширина дороги составляет около 20 м, а ширина запланированной дороги — около 100 м (включая зеленую зону). Станция 111 представляет собой двухэтажную станцию на эстакаде. В настоящее время условия для строительства благоприятные

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
 - В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 111 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 111 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (Н)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (М)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;

- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослой песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневато-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой глины и пылеватой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылеватой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: гравий, тонкие прослой мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослой пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/0,003$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем $1,612$ м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки — стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели — стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования — на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;

- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволоочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки» (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналобразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м^2 ;
- толщина цинкового покрытия — $\geq 85 \text{ мкм}$.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы е условия»

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DB1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C4a.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблиц параметров моста на правой линии эстакады

Пикет по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Номер платформы	Высота опоры	Тип платформы
12361.479	47	2х47 м неразрезная балка	KR1	8.410	/
12408.479	47		KR2	5.500	DB1-C4a
12455.479	28.951	28.951+28м неразрезная балка	KR3	7.500	DB4-C1
12484.430	28		KR4	7.500	DB4-C1
12512.430	33	33+25 м неразрезная балка	KR5	8.000	пэстакада-C1
12545.430	25		KR6	8.500	DB2-1-C2
12570.430	22	22+24+25+24 м непрерывная балка	KR7	9.000	DA1-C7
12592.430	24		KR8	9.000	DB2-1-C2
12616.430	25		KR9	9.000	DB2-1-C2
12641.430	24		KR10	9.500	DB2-1-C2
12665.430	20	20+35+24 м неразрезная балка	KR11	10.000	DA1-C7
12685.430	35		KR12	10.000	DB2-1-C2
12720.430	24		KR13 прав.	11.000	Мендун-C1
12720.430	24	22+24 м неразрезная балка	KR13 лев.	11.000	Дверные опоры-C6
12744.430	22		KR14 прав.	11.500	Мендун-C1
12744.430	22		KR14 лев.	11.500	Дверные опоры-C6
12766.430	24		KR15 прав.	11.500	Дверные опоры-C6
12766.430	24	Непрерывные балки 24+40+35+29м	KR15 лев.	11.500	Мендун-C1
12790.430	24		KR16 прав.	12.000	Дверные опоры-C6
12790.430	24		KR16 лев.	12.000	Мендун-C1
12814.430	40		KR17 прав.	12.000	Дверные опоры-C6
12814.430	40		KR17 лев.	12.000	Мендун-C1

12854.430	35		KR18 прав.	12.000	Дверные опоры-С6
12854.430	35		KR18 лев.	12.000	Мендун-С1
12889.430	29		KR19 прав.	12.500	Дверные опоры-С6
12889.430	29		KR19 лев.	12.500	Мендун-С1
12918.430	26	26 м литая балка	KR20 прав.	12.500	Дверные опоры-С6
12918.430	26		KR20 лев.	12.500	Мендун-С1
12948.430	32	32 м сборные двухлинейные балки	KR21 прав.	12.500	Дверные опоры-С6
12948.430	32	32 м сборные двухлинейные балки	KR21 лев.	12.500	Мендун-С1
12976.430	32	32.м сборные двухлинейные балки	KR22	13.000	DA2-С1
13008.430	30	30.м сборные двухлинейные балки	KR23	12.500	DA2-С1
13038.430	30	30.м сборные двухлинейные балки	KR24	12.500	DA2-С1
13068.430	30	30.м сборные двухлинейные балки	KR25	13.000	DA2-С1
13098.430	30	30.м сборные двухлинейные балки	KR26	13.000	DA2-С1
13128.430	30	30.м сборные двухлинейные балки	KR27	13.000	DA2-С1
13158.430	30	30.м сборные двухлинейные балки	KR28	13.500	DA2-С1
13188.430	40	40+60+40м неразрезная балка	KR29	13.500	DA2-С1
13228.430	60		KR30	11.000	DB1-С4а
13288.430	40		KR31	11.000	DB1-С4а
13328.430	25	25.м сборных двухлинейных балок	KR32	13.500	DA2-С1

13353.430	25	25.м сборных двухлинейных балок	KR33	13.500	DA2-C1
13378.430	25	25.м сборных двухлинейных балок	KR34	13.500	DA2-C1
13403.430	25	25.м сборных двухлинейных балок	KR35	13.500	DA2-C1
13428.430	25	25.м сборных двухлинейных балок	KR36	13.500	DA2-C1
13453.430	45	45+68+44.16м непрерывная балка	KR37	13.000	DA2-C1
13498.430	68		KR38	11.000	DB1-C4a
13566.430	44.16		KR39	11.000	DB1-C4a
13610.590	25	25-метровая литая балка	KR40	14.000	DA2-C1
13635.590	105.3		KR41	13.550	/

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

- а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
- б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
- в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

- высота — 0,5 м;
- сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

- горизонтально — ≤ 1,5 м;
- вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_y = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — $2,5 \text{ мм}^2$.

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от -51°C до $+42^\circ\text{C}$);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20 \%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Перегон между станциями 112-113 (пусковой комплекс-13)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-12-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Перегон между станциями 112-113 (пусковой комплекс-13)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-12-ОПЗ

Директор

Гл.
проекта

инженер



Д.Е. Королев

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	8
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	8
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	19
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	20
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (С).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	25
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
2.2.2. Общие положения по армированию.....	27
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	28
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	30
2.3.1. Фасадные конструкции.....	30
2.3.2. Кровельные работы.....	30
2.4. Основные материалы.....	31
2.4.1. Бетон.....	31
2.4.2. Арматурная сталь.....	32
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	33
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	34
2.4.5. Сварочные материалы.....	34
2.4.6. Болтовые соединения.....	35
2.4.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	38
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	38
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	38
3.1.2. Установка оборудования.....	38

3.2. Проектирование наружного освещения.....	39
3.2.1. Общие требования.....	39
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	40
3.2.3. Кабели и проводка.....	40
3.2.4. Качество напряжения.....	40
3.3. Проектирование осветительных установок.....	40
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	40
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	40
3.3.3. Наружное освещение.....	40
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	40
3.4. Молниезащита и заземление.....	40
3.4.1. Общие положения.....	40
3.4.2. Защитное заземление.....	41
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	41
3.4.4. Молниезащита.....	41
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	41
3.4.6. Связь металлических элементов.....	42

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	18
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблица типов опор узловых мостов.....	37
Таблица 2.3: Таблица статистических пересечений дорог.....	37
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	39

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;

1 <https://english.bucg.com/>

6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;
7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депозит
Разделы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции и станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжение																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	бжения																			
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализац ия																			
COM	Конструкци и станции связи																			
ISCS	Интегриров анная система мониторинг а																			
BAS	Система автоматизац ии зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-12-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-12-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-12-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-12-00-00-DD-GP-BRI	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-13-02-00-DD--BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-13-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка
ALRT-P1-04-01-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Сборные железобетонные балки.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-12-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 112-113

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 112 является двенадцатой станцией линии и расположена на улице Сыганак, ширина которой составляет 70 м. Текущая ширина дороги составляет 32 м, планируемая ширина дороги — 42 м (добавлена зеленая полоса шириной 6 м), станция 112 представляет собой трехэтажную станцию на эстакаде. С южной стороны станции находится здание Abu Dhabi Building, с северной — Министерство обороны Казахстана. Земли вокруг станции уже застроены и в рамках данного проекта будет реализован план застройки.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).
5. Подтверждение проекта соединения пешеходного моста со зданием Abu Dhabi Plaza (письмо ZTAE-JSLXD-2018-106).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 112 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения» (не противоречит);
3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий» (не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии» (не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта» (не противоречит)
11. **GB50108-2008** «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений» (не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции» (не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017** «Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации» (не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»

17. **GB50370-2005** «Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005** «Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений» (не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали». (не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции» (не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружения, основания и фундаменты» (не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401** «Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1** «Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия» (не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»

32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118**. Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО**

- 22475-1-2011 «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»
49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»

61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»
62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)

74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)
76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод»
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Общая длина перегона (км)	21474.086
13	Вместимость перегона (чел)	492
14	Строительный объём (м)	526.36

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 112 является двенадцатой станцией линии и расположена на улице Сыганак, ширина которой составляет 70 м. Текущая ширина дороги составляет 32 м, планируемая ширина дороги — 42 м (добавлена зеленая полоса шириной 6 м), станция 112 представляет собой трехэтажную станцию на эстакаде. С южной стороны станции находится здание Abu Dhabi Building, с северной — Министерство обороны Казахстана. Земли вокруг станции уже застроены и в рамках данного проекта будет реализован план застройки.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.

- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;

- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 112 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 112 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1

Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований»- СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;

- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослойки песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослойками мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослойки глины и пылевой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылевой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослойки мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С134, С140, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/300$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа В — по модулю 2×1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа В — по модулю 2×1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки — стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели — стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок моста, примыкающий к зданию Abu Dhabi Plaza, фасадная система горизонтально выраженное и полностью скрытое остекление, модуль панели — $1,75 \times 0,8$ м. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

В части примыкающей к зданию Abu Dhabi Plaza сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);

- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Участок примыкающий к башне Abu Dhabi Plaza 3 модуль — 1,75 × 0,8 м (по дуге). Остальные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволоочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — $\geq 9\%$. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крючков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing 15,2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозионная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы е условия»

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Схема пролётного строения:

- LR1–LR19:
- (31,7+45+32) м — неразрезная (сплошная) коробчатая балка;
- (3×32+3×30) м — стандартные сборные разрезные балки;
- (32+33) м — неразрезная коробчатая балка;
- (20+3×25+19) м — стандартные сборные разрезные балки;
- 42 м — разрезная комбинированная балка;
- 10,661 м — разрезная монолитная коробчатая балка.

Примечание:

- LR1–LR4, LR17–LR18 — участки с пролётами (31,7+45+32) м (неразрезные балки);
- LR10–LR12, LR15–LR16, LR17–LR19 — участки с пролётами (32+33) м (неразрезные балки);
- LR18 — 42-метровая разрезная комбинированная балка;
- LR19 — 10,661-метровая разрезная монолитная балка.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-12-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Тип платформы	Применимая высота платформы (m)	Колонна платформы (Shun x cross) (m)	Тип несущей платформы	Несущая платформа (м) (гориз. x вертик. высота)	Диаметр свай	Количество свай	Расстояние между сваями
DA1	$H \leq 10$	2.0× 2,4	C7	4.7x4.7x2.0	1.0	4	2.7x2.7
DA2	$10 < H \leq 14$	2.2× 2,6	C1	5.4x5.4x2.0	1.2	4	3.2x3.2

Примечание: в таблице приведены сокращённые данные; полные размеры в чертежах

Таблица 2.2: Таблица типов опор узловых мостов

Платформа	Узел	Пролет балки	Номер платформы	Высота платформы	Тип платформы
Станция 112–113	Существующая дорога	+45+32 м непрерывная коробчатая балка	LR1	—	DA5
			LR2	—	DB1–C3a
			LR3	—	DB1-1-C3a
			LR4	—	DA2–C1
	—	+33 неразрезная коробчатая балка	LR10	—	M2–C1/C6
			LR11	—	M2–C1/C6
			LR12	—	M2–C1
	Существующая дорога	Комбинированная балка с простыми опорами	LR18	—	DA3–C4
			LR19		DA3–C4a

Таблица 2.3: Таблица статистических пересечений дорог

Пересекающиеся дороги		Схема пролета	Примечания
Название	Ширина красной линии		
K13+597.591 Существующая дорога	Планирование 40 м	+ 45 + 32) м непрерывная коробчатая балка	
K14+235.591 Существующая дорога	Существующая 26 м	м, Комбинированная балка простыми опорами	

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

- а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;
- б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;
- в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

- высота — 0,5 м;
- сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

- горизонтально — ≤ 1,5 м;
- вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_y = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — $2,5 \text{ мм}^2$.

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от -51°C до $+42^\circ\text{C}$);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20 \%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Перечень приложений

1. Состав проекта. Структура.
2. Акт обследования зеленных насаждений.
3. Справка об отсутствии сибирской язвы, захоронений и скотомогильники.
4. Протокол дозиметрического контроля.
5. Протокол измерений радона.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Перегон между станциями 113-114 (пусковой комплекс-14)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-13-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Перегон между станциями 113-114 (пусковой комплекс-14)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-13-ОПЗ

Директор

Д.Е. Королев

Гл. инженер проекта

А.Г. Гулев



Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	8
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	8
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	17
1.4.1. Климатические условия.....	17
1.4.2. Гидрологические условия.....	17
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	18
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	20
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	20
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	21
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	21
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	22
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	23
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	26
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	26
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	26
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	26
2.1.3. Особые условия пересечений.....	27
2.1.4. Метод укладки балок.....	27
2.2. Конструкции железобетонные.....	27
3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия.....	27
3.2.2 Общие положения по армированию.....	28
3.2.3 Конструкция железобетонных колонн.....	29
3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	29
3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	30
2.3. Основные материалы.....	31
2.3.1. Бетон.....	31
2.3.2. Арматурная сталь.....	31
2.3.3. Сталь для металлических конструкций.....	32
2.3.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	33
2.3.5. Сварочные материалы.....	34
2.3.6. Болтовые соединения.....	34
2.3.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	39
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	39
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	39
3.1.2. Установка оборудования.....	39
3.2. Проектирование наружного освещения.....	40
3.2.1. Общие требования.....	40
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	40

3.2.3. Кабели и проводка.....	40
3.2.4. Качество напряжения.....	41
3.3. Проектирование осветительных установок.....	41
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	41
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	41
3.3.3. Наружное освещение.....	41
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	41
3.4. Молниезащита и заземление.....	41
3.4.1. Общие положения.....	41
3.4.2. Защитное заземление.....	42
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	42
3.4.4. Молниезащита.....	42
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	42
3.4.6. Связь металлических элементов.....	42

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	19
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	26
Таблица 2.2: Таблица параметров мостового перехода правого пути эстакады.....	35
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	40

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;

1 <https://english.bucg.com/>

7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Дело
Разделы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции и станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжения																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализац ия																			
COM	Конструкци и станции связи																			
ISCS	Интегриров анная система мониторинг а																			
BAS	Система автоматизац ии зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-13-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-13-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-13-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-13-00-00-DD-GP	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-14-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-14-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-14-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
ALRT-P1-04-14-05-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 5. Непрерывная стальная коробчатая балка.
ALRT-P1-04-14-04-01-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями . Раздел 5. Арочный мост через реку

	Ишим. Нижние структурные схемы
ALRT-P1-04-14-04-02-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 5. Арочный мост через реку Ишим. Надстройка и вспомогательные конструкции.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-13-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 113-114

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 113 —тринадцатая станция первой очереди линии легкорельсового транспорта (ЛРТ) города Астаны. Станция расположена и находится вдоль улицы Шамши-Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 70 м (включая зеленую зону). Станция 113 представляет собой трехэтажную станцию на эстакаде, расположенную вдольдороги, строительство дороги на южной стороне станции еще не завершено. Станция находится в пределах эстакады, прилегающая территория в настоящее время не застроена, условия для строительства благоприятные.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»

8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 113 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)

2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения»(не противоречит);
3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к **СП РК EN 1991-1-3:2003/2011**), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к **СП РК EN 1991-1-4:2003/2011**).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** «Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)

18. **GB50140-2005** «Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401** «Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1** «Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».

34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020**, **GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117**, **GB 5118**. Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод»
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
13	Строительный объем перегона/мост (м)	1983,61/155
14	Общая длина перегона (км)	21474.086
15	Вместимость перегона (чел)	492 человека

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.

- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;

- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 113 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на станции 113 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2

Химическая эрозия (Н)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	Н1
Кристаллизация солей (У)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	У1–У2 → У2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (Д)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: Д3 - Ниже глубины промерзания: Д2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: Д3	Д2 / Д3
Абразивность (М)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	М2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин С134, С140, С149, С155, С160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного СО₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, С149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;

- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослой песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой глины и пылевой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылевой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослой мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;

- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослой пылеватой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;

- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С134, С140, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $0,003L$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Основные материалы

2.3.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.3.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки» (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля

- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 (переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналобразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.3.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали»
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.3.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м^2 ;
- толщина цинкового покрытия — $\geq 85 \text{ мкм}$.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м^2 ;
- толщина покрытия — $\geq 55 \text{ мкм}$.

Окраска и антикоррозионная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения —

два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.

- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.3.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.3.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы в условиях

2.3.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-13-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA1, DA2, DB1, DB1-1, DB2-1, DB6, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C2, C4, C4a, C5, C7, C1-1.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблица параметров мостового перехода правого пути эстакады

Пикет по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Номер платформы	Высота опоры	Тип платформы
K14+353.252	40	40+60+45м неразрезная	MR1	13.55	/

K14+393.252	60	балка	MR2	10.00	DB1-1-C4a
K14+453.252	45		MR3	10.00	DB1-1-C4a
K14+498.252	23	23.м литая двухрядная балка	MR4	11.50	DA2-C1
K14+521.252	23	23+35+27 неразрезная балка	MR5	10.50	DA2-C1
K14+544.252	35		MR6	10.00	DB2-1-C2
K14+579.252	27		MR7	10.00	DB2-1-C2
K14+606.252	30	неразрезная балка 2×30 м	MR8	9.50	DA1-C7
K14+636.252	30		MR9	8.00	DB2-1-C2
K14+666.252	30	неразрезная балка 3×30 м	MR10	8.00	DA1-C7
K14+696.252	30		MR11	7.50	DB2-1-C2
K14+726.252	30		MR12	7.00	DB2-1-C2
K14+756.252	25	25+22,6 м неразрезная балка	MR13	8.00	DA1-C7
K14+781.252	22.6		MR14	8.00	DB2-1-C2
K14+803.852	35	35.м литая двухрядная балка	MR15	8.00	DA1-C1
K14+838.852	155	155-метровый арочный мост	MR16	11.00	DB6-C5
K14+993.852	35	35.м литая двухрядная балка	MR17	11.00	DB6-C5
K15+028.852	22.5	Сборная двойная линейная балка длиной 22.5	MR18	8.00	DA1-C7
K15+051.352	25	25.м сборных двухлинейных балок	MR19	7.50	DA1-C7
K15+076.352	23.47	23.47 м Сборная двойная двухлинейных балок	MR20	7.00	DA1-C7
K15+099.822	25	25 м Сборная двойная двухлинейных балок	MR21	6.50	DA1-C7
K15+124.822	25	25 м Сборная двойная двухлинейных балок	MR22	6.50	DA1-C7
K15+149.822	30	30 м Сборная двойная двухлинейных балок	MR23	7.00	DA1-C7
K15+179.822	28	28 м Сборная двойная двухлинейных балок	MR24	9.00	DA1-C7
K15+207.822	28	28 м Сборная двойная двухлинейных балок	MR25	9.00	DA1-C7

K15+235.822	32	(2×32+3×30) м подряд Продолжение стальной коробчатой балки	MR26	8.00	DA1-C1-1
K15+267.822	32		MR27	8.00	DA1-C1-1
K15+299.822	30		MR28	9.00	DA1-C1-1
K15+329.822	30		MR29	10.00	DA1-C1-1
K15+359.822	30		MR30	10.50	DA1-C1-1
K15+389.822	30	30 м Сборная двойная двухлинейных балок	MR31	11.50	DA2-C1-1
K15+419.822	25.42	Сборная двойная линейная	MR32	12.00	DA2-C1
K15+445.242	40	40+60+40м неразрезная балка	MR33	12.00	DA2-C1
K15+485.242	60		MR34	10.50	DB1-1-C4
K15+545.242	40	30 м Сборных двухлинейных балок	MR35	11.00	DB1-1-C4
K15+585.242	25		MR36	13.50	DA2-C1
K15+610.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR37	13.50	DA2-C1
K15+640.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR38	13.50	DA2-C1
K15+670.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR39	13.50	DA2-C1
K15+700.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR40	13.50	DA2-C1
K15+730.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR41	13.50	DA2-C1
K15+760.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR42	14.00	DA2-C1
K15+790.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR43	14.00	DA2-C1
K15+820.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR44	14.00	DA2-C1
K15+850.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR45	14.00	DA2-C1
K15+880.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR46	14.50	DA2-C1
K15+910.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR47	14.50	DA3-C1
K15+940.242	25	25 м Сборных двухлинейных балок	MR48	14.50	DA3-C1
K15+965.242	30	30 м Сборных	MR49	14.50	DA3-C1

		двухлинейных балок			
K15+995.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR50	15.00	DA3-C1
K16+025.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR51	15.00	DA3-C1
K16+055.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR52	15.00	DA3-C1
K16+085.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR53	15.00	DA3-C1
K16+115.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR54	15.00	DA3-C1
K16+145.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR55	15.50	DA3-C1
K16+175.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR56	15.50	DA3-C1
K16+205.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR57	15.50	DA3-C1
K16+235.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR58	15.00	DA3-C1
K16+265.242	25	25 м Сборных двухлинейных балок	MR59	15.00	DA3-C1
K16+290.242	30	30 м Сборных двухлинейных балок	MR60	14.50	DA3-C1
K16+320.242	40	40+60+40м неразрезная балка	MR61	14.50	DA3-C1
K16+360.242	60		MR62	12.50	DB1-C4a
K16+420.242	40		MR63	14.00	DB1-C4a
K16+460.242	31.622	31.622 м Сборная двойная линейная балок	MR64	15.50	DA3-C1
K16+491.864	/	/	MR65	13.55	/

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — $\geq$ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — $\leq 1,5$ м;

вертикально — $\leq 2,0$ м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: $\leq 0,5$ км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_u = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — $2,5 \text{ мм}^2$.

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Перегон между станциями 114-115 (пусковой комплекс-15)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-14-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Перегон между станциями 114-115 (пусковой комплекс-15)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-14-ОПЗ

Директор

Гл.
проекта

инженер



Д.Е. Королев

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
1. Общие положения.....	6
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	6
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	6
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	7
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	7
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	7
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	14
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	14
Основные технические параметры.....	14
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	19
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	20
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	25
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
2.2.2. Общие положения по армированию.....	27
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	28
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Основные материалы.....	30
2.3.1. Бетон.....	30
2.3.2. Арматурная сталь.....	30
2.3.3. Сталь для металлических конструкций.....	31
2.3.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	32
2.3.5. Сварочные материалы.....	33
2.3.6. Болтовые соединения.....	33
2.3.7. Конструкция моста.....	34
3. Освещение перегона.....	36
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	36
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	36
3.1.2. Установка оборудования.....	37
3.2. Проектирование наружного освещения.....	37
3.2.1. Общие требования.....	37
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	37
3.2.3. Кабели и проводка.....	38

3.2.4. Качество напряжения.....	38
3.3. Проектирование осветительных установок.....	38
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	38
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	38
3.3.3. Наружное освещение.....	38
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	38
3.4. Молниезащита и заземление.....	38
3.4.1. Общие положения.....	38
3.4.2. Защитное заземление.....	39
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	39
3.4.4. Молниезащита.....	39
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	39
3.4.6. Связь металлических элементов.....	39

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	14
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	18
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблица параметров мостового перехода правого пути эстакады.....	34
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	37

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;

1 <https://english.bucg.com/>

7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Дело
Разделы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции и станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжения																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализац ия																			
COM	Конструкци и станции связи																			
ISCS	Интегриров анная система мониторинг а																			
BAS	Система автоматизац ии зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-14-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-14-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-C33	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-14-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-14-00-00-DD-GP	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-15-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-15-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-15-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-14-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 114-115

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 114 расположена на четырнадцатом участке линии, вдоль улицы Шамши Калдаяков, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленые зоны). Станция 114 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную над дорогой. В северо-западной части станции находится Национальный музей Республики Казахстан, строительные условия в настоящее время хорошие.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 114 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения»; (не противоречит);

3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021, ТКСТ РК 8.07-06-2017, НТП РК 09-01-1.2-2011.**
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020, GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117, GB 5118.** Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод»
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Общая длина перегона (км)	21474.086
13	Строительный объем перегона (м)	832
13	Вместимость перегона (чел)	492

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 114 расположена на четырнадцатом участке линии, вдоль улицы Шамши Калдаяков, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленые зоны). Станция 114 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную над дорогой. В северо-западной части станции находится Национальный музей Республики Казахстан, строительные условия в настоящее время хорошие.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).

- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;

- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 114 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 114 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1

Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (H)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований»- СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;

- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослойки песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослойками мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослойки глины и пылевой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылевой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослойки мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/0,003$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Основные материалы

2.3.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.3.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля

- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 (переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналобразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.3.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали»
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.3.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м^2 ;
- толщина цинкового покрытия — $\geq 85 \text{ мкм}$.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м^2 ;
- толщина покрытия — $\geq 55 \text{ мкм}$.

Окраска и антикоррозионная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения —

два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.

- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.3.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.3.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы в условиях

2.3.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-14-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3a, C4, C4a, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблица параметров мостового перехода правого пути эстакады

Платформа	Пикетаж по оси правого пути	Пролет балки	Номер платформы	Высота опоры	Тип платформы
K16+590.864	30	сборная балка	NR1	13.55	/

K16+620.864	30	сборная балка	NR2	14.00	DA3-1-C2
K16+650.864	30	сборная балка	NR3	14.00	DA2-C1
K16+680.864	30	сборная балка	NR4	14.00	DA2-C1
K16+710.864	30	сборная балка	NR5	14.00	DA2-C1
K16+740.864	30	сборная балка	NR6	14.00	DA2-C1
K16+770.864	30	35+50+35м непрерывный луч	NR7	14.00	DA2-C1
K16+805.864	35		NR8	12.50	DB1-1-C3
K16+855.864	50		NR9	12.50	DB1-1-C3
K16+890.864	30	2х30м непрерывный луч	NR10	14.00	DA2-C1
K16+920.864	30		NR11	13.50	DB2-2-C3
K16+950.864	30	4х30м непрерывный луч	NR12	13.50	DA2-C3
K16+980.864	30		NR13	13.00	DB2-2-C3
K17+010.864	30		NR14	13.00	DB2-2-C3
K17+040.864	30		NR15	13.00	DB2-2-C3
K17+070.864	30	2х30м непрерывный луч	NR16	13.00	DA2-C3
K17+100.864	30		NR17	13.00	DB2-2-C3
K17+130.864		3х30м непрерывный луч	NR18	13.50	DA2-C3
K17+160.864			NR19	13.00	DB2-2-C3
K17+190.864			NR20	13.50	DB2-2-C3
K17+220.864	30	2х30м непрерывный луч	NR21	13.50	DA2-C3
K17+250.864	30		NR22	13.50	DB2-2-C3
K17+280.864	30	2х30м непрерывный луч	NR23	14.00	DA2-C1
K17+310.864	30		NR24	13.50	DB2-2-C3a
K17+340.864	25	сборная балка	NR25	14.00	DA2-C1
K17+365.864	25	сборная балка	NR26	14.00	DA2-C1
K17+390.864	32	сборная балка	NR27	14.00	DA2-C1
K17+422.864	/	/	NR28	13.55	/

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (В2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;

вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_u = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения выполнена по схеме TN-S. На всем перегоне устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Перегон между станциями 115-116 (пусковой комплекс-16)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-15-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 115-116 (пусковой комплекс-16)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-15-ОПЗ

Директор

Гл.
проекта

инженер



Д.Е. Королев

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	8
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	8
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	19
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	20
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (С).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	25
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
2.2.2. Общие положения по армированию.....	27
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	28
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	30
2.3.1. Фасадные конструкции.....	30
2.3.2. Кровельные работы.....	30
2.4. Основные материалы.....	31
2.4.1. Бетон.....	31
2.4.2. Арматурная сталь.....	32
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	33
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	34
2.4.5. Сварочные материалы.....	34
2.4.6. Болтовые соединения.....	35
2.4.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	38
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	38
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	38
3.1.2. Установка оборудования.....	38

3.2. Проектирование наружного освещения.....	39
3.2.1. Общие требования.....	39
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	39
3.2.3. Кабели и проводка.....	40
3.2.4. Качество напряжения.....	40
3.3. Проектирование осветительных установок.....	40
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	40
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	40
3.3.3. Наружное освещение.....	40
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	40
3.4. Молниезащита и заземление.....	40
3.4.1. Общие положения.....	40
3.4.2. Защитное заземление.....	41
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	41
3.4.4. Молниезащита.....	41
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	41
3.4.6. Связь металлических элементов.....	41

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	18
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблиц параметров мостового перехода.....	36
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	39

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;

1 <https://english.bucg.com/>

7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-12-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Дело
Разделы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжения																			
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
	сигнализация																			
COM	Конструкции станции связи																			
ISCS	Интегрированная система мониторинга																			
BAS	Система автоматизации и зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-15-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-15-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-15-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-15-00-00-DD-GP	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-16-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-16-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-16-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-15-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 115-116

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 115 — двенадцатая станция первой очереди линии легкорельсового транспорта (ЛРТ) города Астаны. Линия проложена по эстакадам, общая её протяжённость составляет 21,39 км, на ней расположено 18 надземных станций (номера 101–118). Станция 115 относится к типу два этажа и технический, надземная станция с боковым расположением платформ, расположена посередине улицы Сыганак.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 115 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения»; (не противоречит);

3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021, ТКСТ РК 8.07-06-2017, НТП РК 09-01-1.2-2011.**
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020, GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117, GB 5118.** Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод»
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Общая длина перегона (км)	21474.086
13	Вместимость перегона (чел)	492
14	Строительный объём перегона (м)	1148

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 115 расположена на пятнадцатом участке линии, вдоль улицы Шамшы Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленую зону). Станция 115 представляет собой трехэтажную станцию на эстакаде, текущие условия для строительства благоприятные

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.

- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;

- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 115 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 115 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л	L1 / L2

	- В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	
Химическая эрозия (Н)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, просядок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;

- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослойки песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослойками мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослойки глины и пылевой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылевой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослойки мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;

- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/300$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Входы А и В

Фасадные витражи в зонах входов А и В выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Боковой фасад у входа В — по модулю 2×1 м, также с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем 1,612 м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы). У входа В — по модулю 2×1 м с тем же решением и тем же типом стекла.

Конструктивные элементы:

Стойки стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А до входа В горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

Основной каркас сварной стальной профиль с порошковым покрытием. На остальных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;

- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100 × 100 мм;
- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - 3 × 0,8 м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволоочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — $\geq 9\%$. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing 15,2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м²;
- толщина цинкового покрытия — ≥ 85 мкм.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозионная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы е условия»

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-15-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, DB1, DB1-1, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C3а, C4, C4а, C6.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблица параметров мостового перехода

Пикет по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Номер платформы	Высота опоры	Тип платформы
K17+508.864	23.55	сборная балка	OR1	13.55	DA5
K17+532.414	40	40+60+40м неразрезная балка	OR2	14.00	DA2-C1
K17+572.414	60		OR3	12.00	DB1-C4а
K17+632.414	40		OR4	12.00	DB1-C4а
K17+672.414	30	сборная балка	OR5	14.00	DA2-C1
K17+702.414	30	сборная балка	OR6	14.00	DA2-C1
K17+732.414	30	сборная балка	OR7	14.00	DA2-C1
K17+762.414	30	сборная балка	OR8	14.50	DA3-C1
K17+792.414	30	сборная балка	OR9	14.00	DA2-C1
K17+822.414	30	сборная балка	OR10	13.50	DA2-C1
K17+852.414	30	сборная балка	OR11	12.00	DA3-C1
K17+882.414	30	сборная балка	OR12	12.50	DA2-C1
K17+912.414	30	сборная балка	OR13	12.50	DA2-C1
K17+942.414	30	сборная балка	OR14	12.50	DA2-C1
K17+972.414	30	сборная балка	OR15	11.00	DA2-C1
K18+002.414	30	сборная балка	OR16	12.00	DA2-C1
K18+032.414	25	сборная балка	OR17	11.50	DA2-C1
K18+057.414	25	сборная балка	OR18	11.00	DA2-C1
K18+082.414	30	сборная балка	OR19	11.00	DA2-C1
K18+112.414	30	сборная балка	OR20	11.00	DA2-C1
K18+142.414	30	сборная балка	OR21	11.00	DA2-C1
K18+0172.414	30	сборная балка	OR22	11.50	DA2-C1
K18+0202.414	30	сборная балка	OR23	11.50	DA2-C1

K18+232.414	30	сборная балка	OR24	12.50	DA2-C1
K18+262.414	30	сборная балка	OR25	12.50	DA2-C1
K18+292.414	30	сборная балка	OR26	13.00	DA2-C1
K18+0322.414	30	сборная балка	OR27	13.00	DA2-C1
K18+352.414	30	сборная балка	OR28	13.00	DA2-C1
K18+382.414	30	сборная балка	OR29	13.50	DA2-C1
K18+412.414	30	сборная балка	OR30	13.50	DA2-C1
K18+442.414	30	сборная балка	OR31	13.50	DA2-C1
K18+472.414	25	сборная балка	OR32	14.50	DA3-C1
K18+497.414	30	30+45+30м неразрезная балка	OR33	14.50	DA3-C1
K18+527.414	45		OR34	13.00	DB1-C3a
K18+572.414	30		OR35	13.00	DB1-C3a
K18+602.414	30	сборная балка	OR36	14.50	DA3-C1
K18+632.414	24.45	сборная балка	OR37	14.50	DA3-C2
K18+656.864	86		OR38	13.50	DA5

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — $\geq IP65$;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — $\leq 1,5$ м;

вертикально — $\leq 2,0$ м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: AC 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: $\leq 0,5$ км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_u = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 116-117 (пусковой комплекс-17)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-16-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол")

Перегон между станциями 116-117 (пусковой комплекс-17)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-16-ОПЗ

Директор



Д.Е. Королев

Гл. инженер проекта

А.Г. Гулев

г. Караганда, 2025

Оглавление

Предисловие.....	3
1. Общие положения.....	4
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	4
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	4
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	5
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	5
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	5
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	12
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	12
Основныe технические параметры.....	12
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	13
1.4.1. Климатические условия.....	13
1.4.2. Гидрологические условия.....	13
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	14
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	16
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	16
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	17
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	17
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	18
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	19
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	21
2. Конструктивные решения.....	22
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	22
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	22
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	22
2.1.3. Особые условия пересечений.....	23
2.1.4. Метод укладки балок.....	23
2.2. Конструкции железобетонные.....	23
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	23
2.2.2. Общие положения по армированию.....	24
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	25
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	25
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	26
2.3. Основные материалы.....	27
2.3.1. Бетон.....	27
2.3.2. Арматурная сталь.....	27
2.3.3. Сталь для металлических конструкций.....	28
2.3.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	29
2.3.5. Сварочные материалы.....	30
2.3.6. Болтовые соединения.....	30
2.3.7. Конструкция моста.....	31
3. Освещение перегона.....	34
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	34
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	34
3.1.2. Установка оборудования.....	35
3.2. Проектирование наружного освещения.....	35
3.2.1. Общие требования.....	35
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	35
3.2.3. Кабели и проводка.....	36

3.2.4. Качество напряжения.....	36
3.3. Проектирование осветительных установок.....	36
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	36
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	36
3.3.3. Наружное освещение.....	36
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	36
3.4. Молниезащита и заземление.....	36
3.4.1. Общие положения.....	36
3.4.2. Защитное заземление.....	37
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	37
3.4.4. Молниезащита.....	37
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	37
3.4.6. Связь металлических элементов.....	37

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	18
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблица типов опор узловых мостов.....	34
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	38

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;

1 <https://english.bucg.com/>

7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Дело
Разделы	Описание																			
GP	Генеральный план																			
ARC	Архитектура																			
STR	Строительные конструкции и станции																			
BRI	Мостовые конструкции																			
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																			
WSDF	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																			
PLS	Электроосвещение																			
PDS	Электроснабжения																			

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	Депо
PSS	Заземление																			
FAS	Автоматическая пожарная сигнализа- ция																			
COM	Конструкци и станции связи																			
ISCS	Интегриров анная система мониторинг а																			
BAS	Система автоматизац ии зданий																			
ACS	Система контроля доступа																			
ESE	Эскалатор и лифты																			
AFC	Продажа билетов																			

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-16-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-16-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-СЗЗ	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-16-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-16-00-00-DD-GP	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-17-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-17-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-17-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-16-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 116-117

1. Общие положения

Вид LRT - наземный, эстакадный. Роль LRT в транспортной системе города – обеспечение пассажирских перевозок, разгрузка автомобильных дорог г.Астана.

LRT Линия начинается от станции 101 "Международный аэропорт" и проходит вдоль проспекта Кабанбай батыр (зеленый пояс) в северо-западном направлении, затем поворачивает на север у монумента "Звезда Астаны", пересекает проспект Кабанбай батыр, затем продолжает движение в северном направлении, проходя мимо Назарбаев Университета, Экспо Парка, Лыжного стадиона, Главной больницы Астаны и так далее. Перед мечетью LRT поворачивает на улицу Сагынак, проходя через Министерство обороны, Абу-Даби Плаза, Национальный центр информационных технологий, Центральный музыкальный зал и другие места. Линия пересекает реку Ишим и выходит на улице Шамши Калдаяков, затем идет на восток вдоль зеленого пояса посередине дороги, проходит через Национальный музей в юго-восточную часть города, далее поворачивает на север к южной стороне терминала новой железнодорожной станции «Нұрлы жол».

Протяженность трассы составляет 21,576 км, общая длина въезда из Депо и выезда на тупик - 930,342 м.

Транспортная система LRT г.Астана I Очередь состоит из 18 наземных и надземных станций (101-118); 101 станция (начало пути) располагается вблизи международного Аэропорта Нурсултан Назарбаев, 118 станция (окончание пути) располагается вблизи железнодорожного вокзала «Нұрлы жол».

Станция 116 расположена на шестнадцатом участке линии и проходит по улице Шамши Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленые зоны). Станция 116 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную над дорогой. Строительство дороги под станцией еще не завершено, территория вокруг станции в настоящее время не застроена, текущие условия для строительства благоприятны.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»

9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;
- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 116 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения»; (не противоречит);

3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений»(не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии»(не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);
10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011), ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»

19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)
25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»

35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021, ТКСТ РК 8.07-06-2017, НТП РК 09-01-1.2-2011.**
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования систем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020, GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»
42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117, GB 5118.** Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»

49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»
55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»

- 62. GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
- 63. GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
- 64. ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
- 65. GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК ИЕС 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
- 66. JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
- 67. GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»
- 68. GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
- 69. 15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
- 70. ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
- 71. GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
- 72. ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
- 73. GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
- 74. GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
- 75. GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)

76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод»
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
83. **16S401** «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
4	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
5	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
6	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
7	Система электроснабжения	Контактный рельс
8	Расчётная скорость	80 км/ч
9	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
10	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
11	Общая длина перегона (км)	21474.086
12	Вместимость перегона (чел)	492
13	Строительный объём перегона (м)	1197,61

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 116 расположена на шестнадцатом участке линии и проходит по улице Шамши Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленые зоны). Станция 116 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную над дорогой. Строительство дороги под станцией еще не завершено, территория вокруг станции в настоящее время не застроена, текущие условия для строительства благоприятны.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.
- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).

- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;

- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
- В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций станция 116 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 116 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л	L1 / L2

	- В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	
Химическая эрозия (Н)	SO_4^{2-} в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO_4^{2-}	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO_2 и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, просядок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;
- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;

- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослойки песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослойками мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослойки глины и пылевой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылевой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: гравий, тонкие прослойки мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;

- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослои среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослои пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневатого-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;
- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований » - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкера и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $0,003L$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Основные материалы

2.3.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса С45.
- Буронабивные сваи — бетон класса С40.
- Балки покрытия — бетон класса С50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса С30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса С20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;
- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.3.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки» (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля

- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 (переодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналообразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.3.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали»
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.3.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м^2 ;
- толщина цинкового покрытия — $\geq 85 \text{ мкм}$.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м^2 ;
- толщина покрытия — $\geq 55 \text{ мкм}$.

Окраска и антикоррозионная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения —

два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.

- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.3.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.3.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы в условиях

2.3.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-16-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DA5, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблица типов опор узловых мостов

Пробег справа	Обратный пролет	Пролет балки	Номер платформы	Высота опоры	Тип платформы
K18+742.864	12.612	литая балка	PR1	13.55	DA5
K18+755.476	25	сборная балка	PR2	15.00	DA3-C1
K18+780.476	30	сборная балка	PR3	15.00	DA3-C1
K18+810.476	30	сборная балка	PR4	14.50	DA3-C1
K18+840.476	30	сборная балка	PR5	14.50	DA3-C1
K18+870.476	30	сборная балка	PR6	14.50	DA3-C1
K18+900.476	30	сборная балка	PR7	14.50	DA3-C1
K18+930.476	30	сборная балка	PR8	14.50	DA3-C1
K18+960.476	30	сборная балка	PR9	14.50	DA3-C1
K18+990.476	30	сборная балка	PR10	14.00	DA2-C1
K19+020.476	30	сборная балка	PR11	14.00	DA2-C1
K19+050.476	30	сборная балка	PR12	14.00	DA2-C1
K19+080.476	30	сборная балка	PR13	14.00	DA2-C1
K19+110.476	30	сборная балка	PR14	14.00	DA2-C1
K19+140.476	30	сборная балка	PR15	14.00	DA2-C1
K19+170.476	30	сборная балка	PR16	14.00	DA2-C1
K19+200.476	30	сборная балка	PR17	13.50	DA2-C1
K19+230.476	30	сборная балка	PR18	14.00	DA2-C1
K19+260.476	30	сборная балка	PR19	14.00	DA2-C1
K19+290.476	30	сборная балка	PR20	13.50	DA2-C1
K19+320.476	30	сборная балка	PR21	13.50	DA2-C1
K19+350.476	30	сборная балка	PR22	13.50	DA2-C1
K19+380.476	30	сборная балка	PR23	13.50	DA2-C1
K19+410.476	30	сборная балка	PR24	13.00	DA2-C1
K19+440.476	30	сборная балка	PR25	13.00	DA2-C1
K19+470.476	30	сборная балка	PR26	13.00	DA2-C1
K19+500.476	30	сборная балка	PR27	13.00	DA2-C1
K19+530.476	30	сборная балка	PR28	12.50	DA2-C1
K19+560.476	40	40+60+40	PR29	12.50	DA2-C1
K19+600.476	60	непрерывный	PR30	10.00	DA2-C1
K19+660.476	40	луч	PR31	10.00	DA2-C1
K19+700.476	30	сборная балка	PR32	12.00	DA2-C1
K19+730.476	30	сборная балка	PR33	12.00	DA2-C1
K19+760.476	30	сборная балка	PR34	12.50	DA2-C1
K19+790.476	30	сборная балка	PR35	12.50	DA2-C1

Пробег справа	Обратный пролет	Пролет балки	Номер платформы	Высота опоры	Тип платформы
K19+820.476	30	сборная балка	PR36	13.00	DA2-C1
K19+850.476	30	сборная балка	PR37	13.00	DA2-C1
K19+880.476	30	сборная балка	PR38	13.00	DA2-C1
K19+910.476	30	сборная балка	PR39	13.50	DA2-C1
K19+940.476	99	сборная балка	PR40	13.50	DA2-C1

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Примечание: WDZB — кабель с медной жилой, изоляцией из безгалогенового полимера, низким дымообразованием, пожаробезопасный (В2); WDZBN — то же, но огнестойкий.

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;

вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: ≤ 0,5 км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_u = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — 2,5 мм².

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от – 51 °С до +42 °С);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20\%$;

минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением ≥ 60 мм² (6 см²), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5$ кВ. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — ≥ 10 м между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором < 100 мм - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором < 100 мм - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм².

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.

Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Перегон между станциями 117-118 и технологический тупик (пусковой
комплекс-18)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-17-ОПЗ



Проект

Адаптация проекта "Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I"
(участок от международного аэропорта Нурсултан Назарбаев до
железнодорожного вокзала "Нұрлы жол").

Перегон между станциями 117-118 и технологический тупик (пусковой
комплекс-18)

Общая пояснительная записка.

ALRT-P1-17-ОПЗ

Директор



Д.Е. Королев

Гл. инженер проекта

А.Г. Гулев

Оглавление

Предисловие.....	3
Ведомость комплектов рабочих чертежей.....	6
1. Общие положения.....	7
1.1. Основания и исходные данные для проектирования.....	7
1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования.....	7
1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон.....	7
1.1.3. Документация смежных специальностей.....	7
1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы.....	8
1.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	15
1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты.....	15
Основные технические параметры.....	15
1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства.....	16
1.4.1. Климатические условия.....	16
1.4.2. Гидрологические условия.....	16
1.4.3. Гидрогеологические условия.....	17
1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод.....	19
1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты.....	19
1.4.6. Инженерно-геологические условия.....	20
1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1).....	20
1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q).....	21
1.4.9. Породы каменноугольного периода (C).....	22
1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов.....	24
2. Конструктивные решения.....	25
2.1. Требования к конструкциям и деформациям.....	25
2.1.1. Допустимые смещения и осадки.....	25
2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации.....	25
2.1.3. Особые условия пересечений.....	26
2.1.4. Метод укладки балок.....	26
2.2. Конструкции железобетонные.....	26
2.2.1. Предварительно напряжённые балки покрытия.....	26
2.2.2. Общие положения по армированию.....	27
2.2.3. Конструкция железобетонных колонн.....	28
2.2.4. Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных).....	28
2.2.5. Конструкция монолитных железобетонных перекрытий.....	29
2.3. Наружные фасады и кровельные работы.....	30
2.3.1. Фасадные конструкции.....	30
2.3.2. Кровельные работы.....	30
2.4. Основные материалы.....	31
2.4.1. Бетон.....	31
2.4.2. Арматурная сталь.....	32
2.4.3. Сталь для металлических конструкций.....	33
2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов.....	34
2.4.5. Сварочные материалы.....	34
2.4.6. Болтовые соединения.....	35
2.4.7. Конструкция моста.....	35
3. Освещение перегона.....	37
3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования.....	37
3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий.....	37
3.1.2. Установка оборудования.....	37

3.2. Проектирование наружного освещения.....	39
3.2.1. Общие требования.....	39
3.2.2. Нагрузка и распределение.....	39
3.2.3. Кабели и проводка.....	39
3.2.4. Качество напряжения.....	39
3.3. Проектирование осветительных установок.....	39
3.3.1. Общие требования к светильникам.....	39
3.3.2. Энергоэффективность и управление.....	39
3.3.3. Наружное освещение.....	39
3.3.4. Оборудование и монтаж.....	40
3.4. Молниезащита и заземление.....	40
3.4.1. Общие положения.....	40
3.4.2. Защитное заземление.....	40
3.4.3. Заземление кабельных конструкций.....	40
3.4.4. Молниезащита.....	40
3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП).....	41
3.4.6. Связь металлических элементов.....	41

Ключевые показатели объектов и систем

Таблица 1.1: Основные технические параметры.....	15
Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды.....	19
Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям.....	25
Таблица 2.2: Таблиц типов стандартных платформ.....	36
Таблица 3.1: Распределительные щиты.....	38

Предисловие

Технические решения настоящего проекта проверены на непротиворечивость действующей нормативно-технической документации Республики Казахстан (далее НТД РК) и адаптированы (без внесения изменений в проектные решения) к требованиям НТД РК и специальных технических условий №172-Н от 16.09.2025.

Ввиду инновационности, высокой сложности и отсутствия аналогов на территории Республики Казахстан, все строительные конструкции, используемые для организации передвижения рельсовых транспортных средств для перевозки пассажиров (Правила технической эксплуатации рельсовых транспортных средств. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 января 2015 года № 35. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 февраля 2015 года № 10329.), перед началом эксплуатации объекта рекомендуется обследовать на предмет конструктивной прочности и безопасности с привлечением лицензированной организации и выдачи заключения об их надёжности, безопасности и пригодности к эксплуатации с заявленными нагрузками в заявленные сроки.

Настоящая проектная документация представляет собой адаптированную версию оригинального проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь I», выполненного BEIJING URBAN CONSTRUCTION GROUP CO.,LTD¹ (далее Авторы) в целях реализации ЕРС договора о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.» между ООО «China Railway Asia — Europe Construction Co, Ltd» и ТОО «City Transportation Systems» для обеспечения возможности проведения экспертизы на предмет соответствия требованиям НТД РК.

Все имущественные права на проект и ответственность за его содержание, несут Авторы. Адаптация выполнена в полном соответствии с данными действующими нормативными требованиями Республики Казахстан:

1. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии»;
2. ГОСТ 21.501-2011 «Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»
3. ГОСТ 2.316-68 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»
4. ГОСТ 21.101-97 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
5. ГОСТ 21.110-2013 «Спецификация оборудования, изделий и материалов»
6. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»

Принципы внутренней классификации документов проекта

ALRT-P1-01-02-03-04-WW-WWW(-WWW)

1. ALRT — Наименование города (А — Астана) и типа транспортной системы (LRT — легкорельсовый транспорт);
2. P1 — Очередь реализации проекта (от Phase 1);
3. 01 — код системы проекта;
4. 02 — код объекта в проектном комплексе;
5. 03 — код подсистемы проекта;
6. 04 — код элемента объекта в проектном комплексе;

1 <https://english.bucg.com/>

7. WW — стадия проекта;
8. WWW — код подсистемы в элементе объекта, может дополняться вспомогательными решениями, принимаемыми для реализации основной подсистемы (-WWW);

Например:

ALRT-P1-03-12-01-01-DD-ARC-TECH означает следующее:

1. ALRT — Легкорельсовый транспорт г. Астана
2. P1 — первая очередь
3. 03 — архитектура
4. 12 — станция 112
5. 01 — Строительные чертежи
6. 01 — главного здания вокзала
7. DD — стадия проектирования «Проект»
8. ARC — архитектура (архитектурные решения)
9. TECH — технология (технологические решения)

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	ктупи	Депо
Разделы	Описание																				
GP	Генеральный план																				
ARC	Архитектура																				
STR	Строительные конструкции и станции																				
BRI	Мостовые конструкции																				
HVAC	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха																				
WSD F	Водоснабжение и водоотведение, а также водяное пожаротушение																				
PLS	Электроосвещение																				
PDS	Электросна																				

Наименование объекта		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	к тупи	Депо
	бжения																				
PSS	Заземление																				
FAS	Автоматиче ская пожарная сигнализаци я																				
COM	Конструкци и станции связи																				
ISCS	Интегриров анная система мониторинг а																				
BAS	Система автоматизац ии зданий																				
ACS	Система контроля доступа																				
ESE	Эскалатор и лифты																				
AFC	Продажа билетов																				

Состав проекта

Ведомость комплектов текстовой документации

Шифр раздела	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-17-ОПЗ	Общая пояснительная записка
ALRT-P1-17-ПОС	Проект организации строительства
ALRT-P1-ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
ALRT-P1-АТЗ	Антитеррористическая защита
ALRT-P1-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
ALRT-P1-C33	Раздел обоснования предварительной (расчетной) санитарно-защитной зоны
ALRT-P1-17-ПП	Паспорт проекта

Ведомость комплектов рабочих чертежей

Шифр альбомов	Наименование раздела проекта
ALRT-P1-01-17-00-00-DD-GP-BRI	Генеральный план
Строительные конструкции интервала между станциями	
ALRT-P1-04-18-01-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 1. Основание моста.
ALRT-P1-04-18-02-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 2. Эстакада.
ALRT-P1-04-18-03-00-DD-BRI	Книга 4. Строительные конструкции интервала между станциями. Раздел 3. Сборно-разборная коробчатая балка.
Система электроосвещения	
ALRT-P1-13-17-00-00-DD-PLS	Книга 13. Освещение перегонов между станциями 117-118 и технического тупика

1. Общие положения

Станция 117 расположена на семнадцатой линии, вдоль улицы Шамши Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленую зону). Станция 117 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную над дорогой. Строительство дороги под станцией еще не завершено, территория вокруг станции в настоящее время не застроена, текущие условия для строительства благоприятные.

1.1. Основания и исходные данные для проектирования

1.1.1. Исходно-разрешительные данные (документы) для проектирования

1. ЕРС ДОГОВОР о выполнении проектирования, поставки оборудования и строительства в отношении проекта «Новая транспортная система города Астаны. LRT. Очередь 1.»
2. Техническое задание (спецификация) на разработку рабочего проекта «Новая транспортная система города Астаны» LRT (участок от аэропорта до нового железнодорожного вокзала)» (03 мая 2016)
3. Архитектурно- планировочное задание (АПЗ) №7904 на проектирование от 28.04.2018
4. Постановление №510-3787 от 20.12.2022
5. Топографическая съемка земельного участка, выполненный ТОО «Колдау» от 18.08.2017
6. Отчёт о детальном геотехническом исследовании участков станций 101, 107, 112 и моста через реку Ишим (июнь–август 2016 г.)
7. Технические условия на забор воды из городского водопровода и сброс стоков в городскую канализацию. За № 3-6/1828 от 24.09.2024г. ГКП «Су Арнасы»
8. Технические условия для проектирования и строительства ливневой канализации. За №201 от 23.09.24 ГКП «Elorda Eco System»
9. Технические условия на проектирование и присоединение к электрическим сетям № 5-4/4/2/14/20/1 — 3965 от 02.11.2015, № 5-4/4/2/14/20/1-5864 от 08.12.2016, № 5-А-4/4/2/14/20/1-2096 от 30.09.2024

1.1.2. Согласования и решения заинтересованных сторон

1. Письмо-подтверждение Департаментов планирования и транспорта г. Астаны о расположении опор и фундаментов станций (ALRT, 10.10.2016).
2. Согласование архитектурного облика фасада станции (письмо ZTAE-JSLXD-2018-044, апрель 2018 г.).
3. Контактные листы и протоколы совещаний с казахстанской стороной по вопросам планировки, фасадов и интеграции станции в городскую среду (2016–2024 гг.).
4. Требования заказчика к функциональному и архитектурному решению станции (письма № 1570, 1658, 1784, 2329 и др.).

1.1.3. Документация смежных специальностей

Проектные чертежи и технические требования по:

- строительным конструкциям;
- вентиляции и кондиционированию;

- низковольтному электроснабжению;
- водоснабжению, канализации и газовому пожаротушению;
- лифтам и эскалаторам;
- комплексным инженерным трубопроводам.

Документы по системам:

- AFC (автоматизированная система контроля оплаты проезда);
- BAS (система автоматизации здания);
- контроля доступа и видеонаблюдения.

Технические спецификации оборудования, предоставленные поставщиками после открытого тендера и согласования с генеральным подрядчиком.

1.2. Нормативно-технические и иные регулирующие документы

Адаптация станции 117 выполнена в соответствии с действующими на момент разработки проекта нормативными документами Республики Казахстан, международными стандартами и китайскими техническими регламентами (в части, не противоречащей требованиям РК). Основные нормативные источники сведены в следующие категории. Адаптация выполнена в соответствии с действующими нормами и стандартами Республики Казахстан и международными аналогами включая:

1. **GB50157-2013** «Нормы проектирования метрополитена» (в качестве справочного материала) - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены»; **СП РК 3.03-04-2011** «Системы скоростного транспорта. Нормы проектирования»; (не противоречит)
2. **GB50352-2005** «Общие положения по проектированию гражданских зданий» - **СП РК 3.02-107-2014** «Общественные здания и сооружения» (не противоречит);
3. **GB50016-2014** «Нормы проектирования по противопожарной защите и предотвращению пожаров в зданиях» - **СП РК 2.02-101-2022**, изм. 24.10.2023 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (не противоречит);
4. **GB50116-2013** «Нормы для проектирования автоматической системы пожарной сигнализации» - **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит).
5. **GB50763-2012** «Свод правил проектирования безбарьерной (доступной) среды» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп», **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учётом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения» (не противоречит).
6. **GB50189-2015** «Стандарты энергоэффективного проектирования общественных зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий» (не противоречит)
7. **06J908-1** «Энергоэффективная конструкция общественных зданий — суровые и холодные климатические условия» - **СТ РК ISO 52010-1-2023** «Энергоэффективность зданий. Наружные климатические условия. Часть 1. Преобразование климатических данных для расчетов энергии» (не противоречит)
8. **JGJ16-2008** «Свод правил проектирования электрических систем гражданских зданий» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий» (не противоречит);
9. **GB50057-2010** «Свод правил проектирования молниезащиты зданий» - **СП РК 2.04-103-2013** «Устройство молниезащиты зданий и сооружений» (не противоречит);

10. **GB/T 16275-2008** «Освещение городского рельсового транспорта» - **СТ РК 2460-2014** «Естественное и искусственное освещение.», **СТ РК 1475-2005** «Нормы искусственного освещение объектов железнодорожного транспорта»(не противоречит)
11. **GB50108-2008** ««Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - **СП РК 2.01-102-2014** «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений»(не противоречит).
12. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит)
13. **GB 50009-2012** «Нормы нагрузки на строительные конструкции» - **НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017**«Нагрузки и воздействия на здания, ЧАСТЬ 1-3. Снеговые нагрузки (**к СП РК EN 1991-1-3:2003/2011**),ЧАСТЬ 1-4. Ветровые воздействия (**к СП РК EN 1991-1-4:2003/2011**).
14. **GB 55033-2022** «Стандарты для проектов городского рельсового транспорта» - **СН РК 1.02-03-2022** «Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации»(не противоречит).
15. **GB 50222-95 (с изм. 2001 г.)** «Нормы пожарной безопасности при проектировании внутренней отделки зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
16. **GB 55036-2022, GB 55037-2022** «Общие нормы пожарной безопасности» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
17. **GB50370-2005** « Правила проектирования систем газового пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит нормативным документам)
18. **GB50140-2005**«Нормы проектирования установок пожарной сигнализации и средств пожаротушения» - **СТ РК 1487-2006** «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.»
19. **GB50084-2001** «Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения» - **СН РК 2.02-02-2023** «Пожарная автоматика зданий и сооружений», **СП РК 2.02-102-2022** «Пожарная автоматика зданий и сооружений» (не противоречит)
20. **GB50974-2014** «Технические нормы проектирования систем пожаротушения и пожарных гидрантов» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений» (не противоречит)
21. **GB 55019-2021** «Общая спецификация для безбарьерного строительства и коммунальной инженерии» - **СП РК 3.06-01-2011** «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»; **СП РК 3.06-101-2012** «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения»
22. **GB 50010-2010 (с изм. 2015 г.)** «Нормы проектирования бетонных конструкций» - **СП РК EN 1992-1-1:2004/2011** «Проектирование железобетонных конструкций», **СН РК 3.04-02-2023** «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений»(не противоречит).
23. **GB 50017-2003** «Нормы проектирования стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» (с изменениями по состоянию на 30.12.2021 г.), **СП РК EN 1993-1-1:2005/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
24. **GB 50755-2012** «Строительные нормы и правила для стальных конструкций» - **СП РК EN 1993-1-4:2006/2011** «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-4. Общие правила и правила. Дополнительные правила для нержавеющей стали».(не противоречит)

25. **GB 50661-2011** «Строительные нормы и правила для сварки стальных конструкций» - **СН РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»(не противоречит),
26. **GB 50299-1999 (изд. 2003 г.)** «Нормы и правила строительства и приёмки подземных железнодорожных сооружений» - **СП РК 3.03-117-2013** «Метрополитены», **СП РК 3.03-111-2003** «Тоннели железнодорожные и автодорожные»
27. **JGJ 120-2012** «Технические правила по устройству подземных выемок грунта» - **СН РК 5.01-01-2013** «Земляные сооружений, основания и фундаменты»(не противоречит)
28. **JGJ 79-2012** «Технические нормы по обработке фундаментов зданий» - **СП РК 5.01-102-2013** «Основания зданий и сооружений».
29. **11G101-1~3** — армирование железобетонных конструкций - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции», **ГОСТ 10922-2012** «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязные и механические соединения для железобетонных конструкций»
30. **15J401**«Ограждения и заполнения лестниц (часть 1)», **15J403-1**«Специальные лестницы и пандусы» - **ГОСТ 23120-2016** « Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»(не противоречит)
31. **12J609** «Стальные двери и окна» - **СТ РК 3552-2020** «Заполнение проемов противопожарных преград. Двери металлические противопожарные. Общие технические условия»
32. **GB/T 50476-2008** «Нормы проектирования долговечности бетонных конструкций» - **СН РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции»
33. **GB/T 21086-2007** «Архитектурные фасады» - **СП РК 5.03-107-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
34. **JGJ 102-2003** «Технические нормы для проектирования стеклянных фасадов» - **ГОСТ 30698-2014** «Стекло закаленное», **ГОСТ 30826-2014** «Стекло многослойное»
35. **JGJ 133-2001** «Технические условия на металлические и каменные фасады» - **СП РК 5.06-19-2012** «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором»(не противоречит); **ГОСТ 33792-2021**, **ТКСН РК 8.07-06-2017**, **НТП РК 09-01-1.2-2011**.
36. **GB 50736-2012** «Проектные нормы для отопления вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий» - **СП РК 4.02-101-2012** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха», **СН РК 4.02-01-2011**
37. **GB 55020-2021** «Правила проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод и канализация зданий», **СН РК 4.01-03-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
38. **GB50015-2003** «Нормы проектирования с—истем водоснабжения и водоотведения» - **СП РК 4.01-101-2012** « Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»(не противоречит)
39. **GB 50052-2009** «Свод правил проектирования систем электроснабжения и распределения электроэнергии» - **СП РК 4.04-106-2013** «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Правила проектирования».
40. **GB 16899-2011** «Безопасность эскалаторов и движущихся тротуаров» - **СП РК 1.04-105-2014** «Проектирование и установка эскалаторов и движущихся дорожек»
41. **GB/T 7588.1-2020, GB/T 7588.2-2020** «Безопасность лифтов» - **ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014)** «Лифты. Общие требования безопасности», **ТР ТС 011/2011** «Безопасность лифтов»

42. **GB 50310-2002** «Приёмка работ по монтажу лифтов» - **СТ РК 3305-2018** «Лифты, эскалаторы, траволаторы и подъемники для лиц с ограниченными возможностями. Требования к поставке, монтажу и эксплуатации»(не противоречит)
43. **GB 55015-2021** «Нормы светового оформления зданий » - **СНиП РК 2.04-05-2002** «Естественное и искусственное освещение»(не противоречит)
44. **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства» - **СП РК (EN 1998-1:2004/2012)** «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».
45. **GB 50981** «Нормы сейсмического проектирования механического и электрического оборудования » - **СП 2.03-30-2017** «Строительство в сейсмических зонах»
46. **GB 5117, GB 5118.** Электроды для углеродистой стали - **ГОСТ 9466-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия», **ГОСТ 9467-75** «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей», **СП РК 4.04-102-2013** (в части общих требований к сварке)(не противоречит).
47. **GB 50021-2001 (2009)** Правила для проведения геотехнических исследований и - **СП РК 1.02-102-2014** «Инженерно-геологические изыскания для строительства», **СТ РК ИСО 22475-1-2011** «Геотехнические испытания и исследования. Отбор образцов в скважинах и котлованах, а также измерение уровня грунтовых вод»
48. **GB 1499.1-2008** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра) - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия»
49. **GB 1499.2-2007** «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - **ГОСТ 34028-2016** «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» (с учётом первого пересмотра)
50. **GB/T 5224-2014** «Стальная проволока для предварительно напряженного бетона» - **СТ РК ИСО 6934-1-2010** «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»(не противоречит)
51. **GB 50003-2011** «Нормы проектирования кладочных конструкций» - **НТП РК 06.01-2011** «Проектирование каменных конструкций», **СН П РК 5.03-07-2013** «Несущие и ограждающие конструкции».
52. **GB 748-2005** «Сульфатостойкий силикатный цемент» - **ГОСТ 31108-2020** «Цементы общестроительные», **ГОСТ 22266-2013** Цементы сульфатостойкие. Технические условия»
53. **GB/T 13350** Стекловата и изделия из нее для теплоизоляции - **СП РК 2.04-108-2014** «Изоляционные и отделочные покрытия», **СП 61.13330.2012** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»(не противоречит)
54. **GB 50311-2016** «Нормы проектирования систем комплексной прокладки кабелей» - **СН РК 3.02-17-2011** «Структурированные кабельные сети. Нормы проектирования»

55. **GB 50312** «Нормы приемки работ по комплексной прокладке кабельных сетей» - **СН РК 13.02-17-2011** «Структурированы кабельные сети. Нормы проектирования»(не противоречит)
56. **GB 55036-2022** «Общие нормы пожарной безопасности», **GB 55037-2022** Общие нормы пожарной безопасности зданий» - **СП РК 2.02-101-2022** «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
57. **GB 50176-93** «Тепловое проектирование гражданских зданий» - **СП РК 2.04-107-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
58. **GB 50411-2007** «Требования к качеству строительных работ по энергоэффективности зданий» - **СН РК 2.04-07-2022** «Тепловая защита зданий»(не противоречит)
59. **GB/T 7106-2008** «Классификация и методы испытаний герметичности, водонепроницаемости и ветровой нагрузки наружных дверей и окон зданий» - **СП РК EN12210-2020** «Окна и двери. Соппротивление ветровой нагрузки. Классификация»(не противоречит)
60. **GB 16776** «Строительный силиконовый герметик» - **ГОСТ 25621-83** «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
61. **GB 55020-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений», **GB 55002-2021** «Общие нормы сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» - **СП РК (EN1998-1:2003/2011)** «Проектирование сейсмических конструкций. Часть: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», **НТП РК 08-01.2-2021** «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»
62. **GB 50264-2013** «Нормы проектирования теплоизоляции промышленных установок и трубопроводов» - **СН РК 4.02-02-2011** «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»
63. **GB 50575-2010** «Нормы и правила строительства и приемки электросетей напряжением 1 кВт и ниже» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование городских и поселковых электрических сетей»(не противоречит)
64. **ТВ10303-2009** «Технические правила безопасности при строительстве железнодорожных мостов и водопропускных сооружений» - **СТ РК 2722-2015** «Сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования по проектированию усиления и уширения»(не противоречит)
65. **GB/T 20841-2007** «Нагревательные кабели для обогрева и защиты от обледенения бытовых объектов с номинальным напряжением 300/500 В» - **СТ РК IEC 60800-2018** «Кабели нагревательные на номинальное напряжение 300/500 В для обогрева помещений и предотвращения образования льда»
66. **JGJ18-2012** «Технические требования к сварке и прочности арматурных стальных стержней» - **ГОСТ 23118-2019** «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»(не противоречит)
67. **GB/T 700-2006** «Углеродистые конструкционные стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»

68. **GB 50382** «Нормы приемки качества строительства инженерных сетей связи городского железнодорожного транспорта» - **СП РК 3.03-118-2014** «Контактные сети электрифицированного транспорта, правила производства и приемки работ»
69. **15J401,15J403-1** «Стальные лестницы» - **ГОСТ 23120-2016** «Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия»
70. **ТВ/Т3054** «Бетон для железнодорожного строительства» - **ГОСТ 13015-2012** «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования»(не противоречит)
71. **GB/T 17955-2009** «Сферические опоры для мостов» - **ГОСТ 5721-2022** «Подшипники качения. Подшипники роликовые сферические двухрядные с асимметричными роликами. Общие технические требования».
72. **ТВ 10005-2010** «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - **СН РК 3.03-11-2013** «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (не противоречит)
73. **GB/T 14370** «Анкерные крепления, приспособления и соединители для натягаемых тросов» - **СТ РК 1875-2009** «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия» (не противоречит)
74. **GB/T 1591-2008** «Высокопрочные низколегированные конструкции стали» - **ГОСТ 1050-2013** «Металлопродукция из нелегированных конструктивных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия».
75. **GB/T 5313** «Стальная пластина со свойствами сквозной толщины» - **ГОСТ 19903-2015** «Прокат листовой горячекатаный» (не противоречит)
76. **GB/T 1229** «Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций» - **СТ РК ISO 4032-2012** «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
77. **GB/T 1230** «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
78. **GB/T 1231** «Высокопрочные болты с большой головкой в сборе для стальных конструкций» - **ГОСТ Р 52645-2006** «Межгосударственный стандарт. Болты, гайки и шайбы высокопрочные»
79. **GB 50034** «Стандарт светового оформления зданий» - **СН РК 2.04-08-2021** «Естественное и искусственное освещение»
80. **GB/T 9978** «Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования» - **ГОСТ 30244-94** «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть» (не противоречит)
81. **GB50268** «Правила приемки качества строительства систем вод» - **СП РК 4.01-101-2012** «Внутренний водопровод
82. **GB50242** «Правила выполнения работ по строительству и приемке водопроводных и канализационных трубопроводов» - **СП РК 4.01-103-2013** «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

83. 16S401 «Теплоизоляция трубопроводов и оборудования, защита от конденсации и электрообогрев» - **СП РК 4.02-102-2012** «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»

1.3. Технико-экономические показатели проекта

1.3.1. Основные принципы проектирования и технические стандарты

Основные технические параметры

Таблица 1.1: Основные технические параметры

1	Срок службы	Основная конструкция — 100 лет; антикоррозионное покрытие стальных элементов — 15 лет
2	Класс фундамента	Класс А
3	Расположение	Одноколонная надземная станция, расположенная посреди дороги
4	Габариты и очистка	Высота просвета над городской дорогой — $\geq 5,5$ м (с учётом возможного подъёма дороги на 0,2 м)
5	Количество и расстояние между путями	Две линии; расстояние между осями — 4,2 м (на кривых — с учётом уширения)
6	Подвижной состав	Шарнирно-сочленённый шестиосный транспорт; нагрузка на ось: 90–130 кН
7	Верхнее строение пути	Бесшовный рельсовый путь на цельном дорожном полотне
8	Система электроснабжения	Контактный рельс
9	Расчётная скорость	80 км/ч
10	Минимальный радиус кривой	Основная линия — 180 м; подъездные пути — 180 м
11	Сейсмичность	Согласно СК РК 2.03-30-2006, район несейсмичен; сейсмические нагрузки не учитываются
12	Общая длина перегона (км)	21474.086
13	Строительный объем (м)	1413,61
14	Вместимость перегона (чел)	492

1.4. Природно-климатические инженерно-геологические условия площадки строительства

Город Астана расположен на холмисто-волнистой Ишимской равнине на высотах 347 м над уровнем моря. Общая площадь города составляет 722 км².

Станция 117 расположена на семнадцатой линии, вдоль улицы Шамши Калдаякова, ширина планируемой дороги составляет 80 м (включая зеленую зону). Станция 117 представляет собой трехэтажную станцию, расположенную над дорогой. Строительство дороги под станцией еще не завершено, территория вокруг станции в настоящее время не застроена, текущие условия для строительства благоприятные. Отметки земной поверхности варьируются в пределах 345–360 м.

Отметки поверхности в пределах площадки составляют 347,09–347,44 м.

1.4.1. Климатические условия

Климат Астаны — резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом.

Зима длится 5–5,5 месяцев (иногда холодный период достигает 245 дней).

- Снежный покров устанавливается в середине ноября и сохраняется 130–140 дней.
- Снежный покров: устойчивый в течение ~6 месяцев, толщина — 20–35 см.
- Средняя температура января: –17 °С.
- Абсолютный минимум температуры: –52 °С.
- Средняя многолетняя толщина снежного покрова: 30 см.

Лето — жаркое и сухое, с небольшим количеством осадков.

- Средняя температура июля: 20,4 °С.
- Абсолютный максимум температуры: +42 °С.
- Среднегодовая температура: около +1,8 °С.
- Среднегодовое количество осадков: 327 мм (преимущественно весной и осенью).
- Средняя скорость ветра: 4,5–5,5 м/с; порывы до 15 м/с (около 40 дней в году)

Эти параметры учтены при проектировании ограждающих конструкций, систем обогрева и водоотвода.

1.4.2. Гидрологические условия

Река Ишим протекает по территории Астаны на протяжении 170 км. Площадь её водосборного бассейна в пределах города — 7 400 км². В черте Астаны в Ишим впадают два небольших притока: Сарыбулак и Акбулак. В 70 км выше по течению расположено Вячеславское водохранилище.

Река Ишим — сезонная, основное питание — за счёт таяния снега.

- Паводок начинается в начале апреля, при этом 87–92 % годового стока формируется в весенний период.

- Максимальный зарегистрированный расход: 1 200 м³/с (1948 г.).
- Средний меженный расход в верхнем течении: 0,29 м³/с.
- Минимальный расход в период паводка: 0,03–0,76 м³/с; в среднем — 0,05–1,5 м³/с.

Ледовый режим:

- Замерзание реки — с середины октября до начала ноября.
- Толщина льда — 100–150 см.
- Вскрытие — с 12 по 30 апреля, продолжительность ледохода — 2–5 дней.

Подъём уровня воды выше тревожной отметки происходит раз в 10–12 лет, при этом превышение обычно составляет 0,4–0,6 м и сохраняется 2–3 дня.

На участке отсутствуют подземные водопропускные сооружения. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдается в мае–июне.

1.4.3. Гидрогеологические условия

Типы подземных вод и условия залегания

Географическое положение, рельеф, геологическое строение и климат обуславливают неравномерное распределение поверхностных и подземных вод в регионе.

В пределах максимальной глубины бурения 55,0 м на участке выявлены два водоносных горизонта:

Четвертичные поровые грунтовые воды — в аллювиальных отложениях;

Трещинные воды коренных пород — в выветрелых песчаниках и аргиллитах девонского и каменноугольного возрастов.

Верховодка в ходе изысканий не зафиксирована, однако её наличие в отдельных местах и на разных глубинах не исключается, особенно в зонах утечек из коммуникаций или при обильных осадках.

Четвертичный водоносный горизонт

Водоносные слои: мелкий и средний песок, гравелистый песок, гравий, а также частично пылеватые глины с песчаными прослоями.

Фильтрационные свойства: хорошая водопроницаемость.

Напорность: в основном безнапорный. Локально, при изменении литологии и рельефа кровли водоупора, возможен слабый напор.

Трещинный водоносный горизонт (в коренных породах)

Литология водоносного слоя полностью и сильно выветрелые илистые песчаники (ИГЭ-9а, 10а).

Характеристики:

- водопроницаемость — низкая и неравномерная;
- обводнённость — слабая, с локальными зонами;
- сток — короткий, зависимость от атмосферных осадков и утечек;
- напор — безнапорный или микронапорный.

Режим питания, разгрузки и динамика уровня грунтовых вод

Источники питания:

- Вертикальная инфильтрация атмосферных осадков и талых вод;
- Просачивание из систем полива, утечки из водопроводных и канализационных сетей;
- Боковое поступление от реки Ишим и её притоков;
- Инфильтрация из «небесного свода» (атмосферное увлажнение).

Разгрузка:

- Испарение;
- Вертикальная фильтрация в более глубокие горизонты;
- Искусственный отбор (строительные водоотливы, дренаж).

Сезонная динамика:

- Минимум уровня — в марте (перед снеготаянием);
- Максимум — в мае–июне (после паводка и весенних дождей);
- Амплитуда колебаний — 1,0–2,0 м в четвертичном горизонте, до 2–4 м в отдельных случаях;
 - В трещиноватых породах колебания менее выражены, но также зависят от осадков и утечек.

Подземные воды характеризуются как слабоминерализованные, на вкус — слегка солоноватые. Минерализация варьируется в пределах:

- до 1 г/л — в большинстве районов;
- до 3 г/л — в отдельных локальных зонах.

Примечание: Все данные основаны на результатах инженерно-геологических и гидрометеорологических изысканий, проведённых в районе проектируемого объекта.

Максимальный уровень грунтовых вод

Согласно данным многолетних наблюдений и инженерных изысканий, в прошлые годы максимальный уровень грунтовых вод мог достигать естественной поверхности земли. За последние 3–5 лет максимальный уровень фиксировался на глубине около 1,0 м от поверхности.

Рекомендуемый расчётный уровень грунтовых вод

Для проектирования фундаментов и подземных конструкций Станции 117 рекомендуется принимать расчётный уровень грунтовых вод на отметке 346,50 м. При проектировании необходимо учитывать окончательную планировочную отметку территории, обеспечивать устойчивость конструкций против всплытия и фильтрационного давления, руководствоваться нормативами в соответствии с GB 50108-2008 «Технические правила гидроизоляции подземных сооружений» - СП РК 2.01-102-2014 «Проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений». При необходимости провести специальную инженерную оценку для уточнения защитного уровня.

Глубина промерзания грунтов

Максимальная глубина промерзания на участке Станции 117 составляет 2,6 м.

Таблица 1.2: Категории агрессивности окружающей среды

Карбонизация (Т)	Подземные конструкции, постоянно во влажной среде или в грунте; помещения с влажностью <60%	T1
Хлориды (L)	- В грунтовых водах: 227–2952 мг/л - В почве: 100–3360 мг/кг - Подземные элементы (постоянно влажные): L1 - Надземные/неглубокие (переменная влажность): L2	L1 / L2
Химическая эрозия (Н)	SO ₄ ²⁻ в воде: 448–928 мг/л; в почве: 480–1280 мг/кг	H1
Кристаллизация солей (Y)	Те же концентрации SO ₄ ²⁻	Y1–Y2 → Y2 (комплексно)
Морозное пучение/замерзание (D)	Холодный климат, контакт с солёными грунтовыми водами: - В пределах глубины промерзания: D3 - Ниже глубины промерзания: D2 - Надземные конструкции при длительном увлажнении: D3	D2 / D3
Абразивность (M)	Условия эксплуатации (движение грунта, лёд, ветер)	M2

1.4.4. Оценка коррозионной активности подземных вод

На основании анализов проб из скважин C134, C140, C149, C155, C160 и в соответствии с **GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»**

Влияние на бетон:

По содержанию сульфатов, магния, агрессивного CO₂ и минерализации:

- Слабая коррозионная активность — в большинстве точек;
- Средняя — в отдельных скважинах (например, C149).

Комплексная оценка - средняя коррозионная активность для бетонных конструкций.

Влияние на арматуру:

При постоянном погружении - микрокоррозия;

При чередовании сухого и влажного режима - слабая коррозия.

Тип окружающей среды: Класс I.

1.4.5. Неблагоприятные геологические процессы и просадочные грунты

Неблагоприятные геологические явления

По результатам изысканий и с учётом региональных данных, на участке **не выявлено**:

- оползней, обвалов, карста, про садок, подтоплений и других опасных процессов.

Вывод: участок устойчив и пригоден для строительства.

Просадочные грунты:

Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Состав: пылевато-глинистая и разнородная засыпка (кирпич, бетон, асфальт);

Свойства:

- низкая плотность и несущая способность;
- неоднородность;
- плохая самостабилизация;
- создаёт отрицательное трение на боковую поверхность свай;
- не может использоваться как естественное основание.

Рекомендация: удаление или уплотнение при устройстве фундаментов.

Выветрелые коренные породы (ИГЭ-9–11а)

Состав: полностью и сильно выветрелые песчаники и аргиллиты;

Свойства:

- низкая прочность на одноосное сжатие;
- склонность к размягчению в воде;
- неоднородность по глубине из-за рельефа коренных пород;
- риск неравномерных осадок.

Рекомендация: при проектировании свайных фундаментов опирание на средне- и слабовыветрелые породы (ИГЭ-11 и ниже).

1.4.6. Инженерно-геологические условия

На основании полевых изысканий, натурных испытаний (статическое и динамическое зондирование, прессиометрия и др.) и лабораторных геотехнических исследований, а также с учётом данных ранее выполненных изысканий в районе проектируемого объекта, стратиграфия участка до глубины 55,0 м (максимальная глубина бурения) разделена на четыре геологические группы по возрасту:

1. Искусственные отложения (техногенные);
2. Четвертичные аллювиальные отложения (Q);
3. Породы каменноугольного возраста (C);
4. Породы девонского возраста (D).

Внутри этих групп выделено семь основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и подслоёв по литологическому составу и физико-механическим свойствам.

Ниже приводится описание слоёв сверху вниз.

1.4.7. Искусственные отложения (ИГЭ-1)

Поверхность участка покрыта техногенными образованиями, распределёнными сплошным слоем. Толщина варьируется от 0,40 до 5,50 м (максимум — в районе скважины 11В13).

Пылевато-глинистая засыпка

- Цвет: желтовато-коричневый;
- Состояние: рыхлое — слегка плотное, слегка влажное — влажное;

- Состав: содержит незначительное количество кирпичного шлака, корней растений, прослой глинистой почвы;
- Однородность: неоднородная.

Разнородная засыпка (ИГЭ-1а)

- Цвет: разноцветный;
- Состояние: рыхлая — слегка плотная, слегка влажная;
- Состав: зола, бетонные обломки, гравий, фрагменты кирпича;
- Поверхность местами покрыта асфальтом и квадратными брусчатыми плитами;
- Однородность: крайне неоднородная.

1.4.8. Четвертичные аллювиальные отложения (Q)

Расположены под искусственными отложениями. Включают чередующиеся слои глинистых и песчано-гравийных пород.

Пылеватая глина (ИГЭ-2)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Влажность: влажная — очень влажная;
- Консистенция: пластичная;
- Включения: слюда, оксиды железа;
- Неоднородности: прослой песчаной глины и тонкие линзы мелкого песка.

Пылеватая глина (ИГЭ-2а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: слегка влажная — влажная;
- Состав: аналогичен ИГЭ-2, с прослоями мелкого песка.

Мелкий песок (ИГЭ-3)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Минеральный состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой глины и пылевой глины.

Мелкий песок (ИГЭ-3а)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Включения: гравий, тонкие линзы пылевой глины.

Средний песок (ИГЭ-4)

- Цвет: коричневатого-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: средняя — плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;

- Включения: гравий, тонкие прослой мелкого песка.

Гравелистый песок (ИГЭ-5)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Плотность: плотная;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Состав: кварц, слюда;
- Включения: тонкие прослой среднего и крупного песка.

Гравий (ИГЭ-6)

- Цвет: разноцветный;
- Форма зёрен: округлая — полуокатанная;
- Плотность: средняя;
- Влажность: влажный — водонасыщенный;
- Размер зёрен: 0,5–2 см (макс. >5 см);
- Заполнитель: песок средней и крупной фракции с глинистой примесью (~35 %);
- Градация: хорошая.

Пылеватая глина (ИГЭ-7)

- Цвет: коричневато-жёлтый — серо-жёлтый;
- Влажность: очень влажная;
- Плотность: средняя;
- Состав: слюда, оксиды железа;
- Включения: прослой пылевой глины и мелкого песка.

1.4.9. Породы каменноугольного периода (С)

Залегают под четвертичными отложениями. Представлены выветрелыми глинисто-песчаными породами.

Глинистый слой (ИГЭ-8)

- Цвет: коричнево-красный — серо-зелёный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный — очень влажный;
- Реакция на удар молотка: глухой звук, глубокая вмятина, без отскока;
- Размягчаемость: легко размягчается в воде;
- Цементация: илистая;
- Включения: гравий, щебень (~10 %);
- Свойства: аналогичны твёрдой глине.

Полностью выветрелый песчаный аргиллит (ИГЭ-8а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: плотный, твёрдый;
- Влажность: влажный;
- Свойства: аналогичны ИГЭ-8;
- Включения: гравий, брекчия (~20 %);
- Цементация: илистая.

Породы девонского периода (D)

Залегают под карбоновыми отложениями. Представлены выветрелыми песчаниками и аргиллитами.

Полностью выветрелый песчаник (ИГЭ-9)

- Цвет: серо-жёлтый — серо-белый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена, рассыпается в рыхлый песок;
- Минералы: вторичные (продукты выветривания);
- Включения: глинистые комки;
- Свойства: близки к песчаному грунту.

Полностью выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-9а)

- Цвет: желтовато-коричневый — серо-коричневый;
- Состояние: плотный, слегка влажный;
- Структура: полностью разрушена;
- Включения: прочные глинистые комки;
- Свойства: песчано-глинистый грунт.

Сильно выветрелый песчаник (ИГЭ-10)

- Цвет: серо-жёлто-зелёный;
- Состояние: трещиноватый, слабо сцементированный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: сильно развиты, заполнены глиной;
- Включения: прослой аргиллита и конгломерата;
- RQD: 40–65 %.

Сильно выветрелый илистый песчаник (ИГЭ-10а)

- Цвет: серо-красный;
- Состояние: трещиноватый, илистая цементация;
- Трещины: заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 50–65 %.

Средне-слабовыветрелый песчаник (ИГЭ-11)

- Цвет: тёмно-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: плотный, массивный;
- Структура: частично сохранена;
- Трещины: единичные, заполнены глиной;
- Включения: тонкие прослой аргиллита;
- RQD: 80–95 %.

Средневыветрелый илистый песчаник (ИГЭ-11а)

- Цвет: зеленовато-серый — коричневато-коричневый;
- Состояние: относительно разрушенный;
- Трещины: умеренно развиты;

- Цементация: илистая;
- Включения: аргиллит, конгломерат;
- RQD: 70–85 %.

Примечание: Все выделенные породы девонского возраста относятся к коренному основанию и могут служить надёжным основанием для глубоких фундаментов.

1.4.10. Оценка коррозионной активности грунтов

В ходе изысканий в 14 скважинах (С136, С140, С141, С144, С145, С147, С149, С150, С151, С153, С154, С155, С158, С160) отобраны образцы грунта из неглубокой зоны для анализа содержания растворимых солей. Испытания выполнены в соответствии с «Отчётом об анализе растворимых солей почвы».

На основании результатов и с учётом требований нужно руководствоваться нормативам GB 50021-2001 (2009) «Правила для проведения геотехнических исследований» - СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

2. Конструктивные решения

2.1. Требования к конструкциям и деформациям

Таблица 2.1: Требования к конструкциям и деформациям

Вертикальные прогибы

$L \leq 30$	$L / 2000$
$30 < L \leq 60$	$L / 1500$
$60 < L \leq 80$	$L / 1200$
$L > 80$	$L / 1000$

Углы поворота балок

- Балластное полотно: $\leq 5\text{‰}$ (односторонний);
- Без балластное полотно: $\leq 3\text{‰}$;
- При углах поворота $> 2\text{‰}$ — обязательная проверка креплений на подъёмную силу.

Горизонтальные прогибы

Под действием центробежной силы, ветра и температуры: $\delta_h \leq L / 4000$

Динамическая неравномерность

Разность вертикальных деформаций двух рельсов в одном сечении под подвижной нагрузкой: $\leq 6 \text{ мм}$

2.1.1. Допустимые смещения и осадки

Упругое горизонтальное смещение верха опор

- Вдоль оси моста: $\delta \leq 5\sqrt{L}$
- Поперёк оси моста: $\delta \leq 4\sqrt{L}$, где:

L — пролёт (м); при $L < 25$ м принимается $L = 25$ м;

δ — горизонтальное смещение верха опоры (мм), включая деформации тела опоры, фундамента и грунта.

Осадка фундаментов

Разность осадок смежных опор после завершения строительства:

- С балластным полотном: $\leq 20 \text{ мм}$;
- Без балластное полотно: $\leq 10 \text{ мм}$.

Для статически неопределимых систем дополнительно проверяется влияние неравномерной осадки на напряжённое состояние.

2.1.2. Ползучесть и долговременные деформации

Для предварительно напряжённых бетонных балок после укладки пути.

Просто поддерживаемые балки:

- поздняя ползучая деформация ≤ 10 мм.

Неразрезные балки:

- при $L < 50$ м: ≤ 10 мм;
- при $L \geq 50$ м: $\leq L / 5000$.

При необходимости применяется предварительный выгиб или регулировка армирования для компенсации ползучести.

2.1.3. Особые условия пересечений

С дорогами: высота просвета $\geq 5,5$ м;

С реками:

- обычные мосты — расчёт на 1/100 обеспеченность паводка;
- сложные/важные мосты — на 1/300;

С ЛЭП: соблюдение безопасных расстояний по «Техническим положениям проектирования ВЛ 110–750 кВ» и требованиям местных энергослужб;

С железными дорогами: соблюдение строительного габарита ЖД.

2.1.4. Метод укладки балок

На прямых участках стандартная укладка сборных балок. На кривых применяется метод выравнивания по среднему вектору пролёта. Коррекция положения за счёт разной длины внутреннего и внешнего полотна. Высотные отметки регулируются блоками дорожного полотна.

2.2. Конструкции железобетонные

3.2.1 Предварительно напряжённые балки покрытия

Балки покрытия изготавливаются методом монолитного бетонирования на месте.

Натяжение арматуры

Натяжение предварительно напрягаемой арматуры производится после достижения бетоном 100 % проектной прочности и 90 % модуля упругости. Монтаж мостового настила допускается только после завершения натяжения всех канатов. Натяжение выполняется симметрично. Контроль усилия натяжения осуществляется по показаниям манометра гидравлического домкрата с последующей проверкой по удлинению канатов. Во время натяжения необходимо исключить попадание дождевой или технологической воды на анкеры и канаты для предотвращения коррозии.

Цементация каналов

Вакуумная цементация каналов должна быть выполнена в течение 48 часов после окончания натяжения. Температура балки и окружающей среды в период цементации и в течение последующих 3 суток не должна быть ниже $+5$ °С. Для цементации применяется высокоэффективная безусадочная антикоррозионная смесь, соответствующая требованиям «Технических условий для затирки каналов предварительно напряжённых железобетонных балок». Перед нагнетанием каналы должны быть очищены от мусора и воды. Раствор должен полностью заполнять канал, обеспечивая плотность без пустот. Предпочтителен метод вакуумной цементации. Время от начала приготовления раствора до его нагнетания в канал не должно превышать 40 минут. В зимний период должны применяться меры по тепловой защите.

Уплотнение анкеров

Заделка анкерных узлов выполняется компенсирующим усадку бетоном для обеспечения монолитности с телом балки. Анкерные головки, пластины и другие элементы подвергаются антикоррозионной обработке. Перед заделкой анкерный паз выдалбливается, после — выполняется гидроизоляция. Внешняя поверхность паза окрашивается водонепроницаемым покрытием, цвет которого должен соответствовать цвету бетона.

3.2.2 Общие положения по армированию

Анкеровка арматуры

Минимальная длина анкерного крепления для растягивающейся арматуры указана в сборнике 11G101-1, стр.53 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Механические соединения

Класс соединения — I. Выполняются по «Технической спецификации механического соединения арматурной стали».

Соединения внахлёт

Минимальная длина нахлёста для продольного растягивающего армирования указана в чертеже 11G101-1, стр.55 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Расположение стыков

Один стержень должен иметь минимальное количество стыков и, по возможности, быть непрерывным по длине. В одном пролёте не более 3 стыков. Стыки не допускаются в зонах максимальных растягивающих усилий.

Процент стыков в сечении

При механическом или сварном соединении — $\leq 50 \%$;

При связанных нахлёстах:

- в балках, плитах, стенах — $\leq 25 \%$;
- в колоннах — $\leq 50 \%$.

Расстояние между стыками — $> 35d$ (d — диаметр большего стержня).

Требования к нахлестным соединениям

Расстояние между центрами любых двух соединений — $\geq 1,3 \cdot l_n$ и ≥ 500 мм (l_n — длина нахлёста). Если центры попадают в зону длиной $1,3 \cdot l_n$, соединения считаются в одном сечении.

Площадь стыков:

- растянутой арматуры — $\leq 25 \%$;
- сжатой арматуры — $\leq 50 \%$.

Защитный слой и хомуты у механических соединений

Толщина защитного слоя гильзы не менее, чем у основной арматуры.

Расстояние между поперечными хомутами у гильз — ≥ 25 мм.

Хомуты в зоне нахлёста

Продольная арматура в зоне нахлёста должна быть заключена в хомуты

Диаметр хомута — $\geq 0,25d_{\max}$ ($d_{\max}$ — больший диаметр стыкуемых стержней);

Шаг хомутов:

- при растяжении — $\leq 5d_{\min}$ и ≤ 100 мм;
- при сжатии — $\leq 10d_{\min}$ и ≤ 200 мм;

При $d > 25$ мм (сжатая арматура) — устанавливаются дополнительные хомуты на расстоянии 100 мм от торцов соединения.

Прочие требования:

Детали армирования — по альбому 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.3 Конструкция железобетонных колонн

Хомуты должны быть замкнутыми. При наличии натяжных (монтажных) стержней они должны быть зацеплены за основную арматуру и за хомуты.

Армирование:

- Стыки продольной арматуры
- Армирование верха угловых и крайних колонн
- Армирование колонн переменного сечения
- Армирование балок на колоннах

Хомуты прямоугольных колонн: Композитные схемы — 11G101-1, стр. 63-67 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

Отверстия: Запрещено оставлять отверстия в колоннах.

Прочие требования: описаны в наборе чертежей 11G101-1 (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

3.2.4 Конструкция железобетонных балок (главных и второстепенных)

Продольная арматура. По возможности непрерывное сквозное армирование для снижения плотности стыков. Стыки — в зоне сжатия.

Расположение стыков: Отрицательная арматура (верх) стыки допускаются в средней 1/3 пролёта. Положительная арматура (низ) — стыки в крайних 1/3 пролёта. Запрещено стыковать независимую отрицательную арматуру на опорах и арматуру на консолях крайних балок.

Детали армирования:

1. Балки перекрытия
2. Балки покрытия
3. Промежуточные опоры
4. В узле главная–второстепенная балка:
 - к главной балке с обеих сторон второстепенной — 3 хомута $\varnothing d$ с шагом 50 мм (d — как у хомутов главной балки);
 - в теле главной балки — дополнительная арматура $\varnothing \geq 22$ мм (если иное не указано).

Второстепенные балки и консоли

Армирование

Консоли

Порядок укладки арматуры

В пересечении балок арматура укладывается в шахматном порядке. Верхний слой по направлению основной арматуры. Нижний слой по второстепенной арматуре.

Конструктивное армирование

При $h_w \geq 450$ мм — устанавливаются продольные стержни по боковым граням с шагом ≤ 200 мм.

Анкеровка концов балок

- Обычные балки — анкеровка в опоре $\geq 20d$;

- Балки, работающие на кручение — анкеровка как у растянутой арматуры (по расчёту).

Контрстрелы (предварительный выгиб)

- Пролёт 4–9 м — $0,003L$;
- Пролёт ≥ 9 м — $0,0035L$;
- Консоли — $0,0035 \cdot (2L_k)$, где L_k — длина консоли.

Хомуты в узлах балка–колонна

Устанавливаются в зоне усиленного армирования колонны:

- Первый хомут — на расстоянии 50 мм от грани колонны;
- Хомуты — замкнутые.

3.2.5 Конструкция монолитных железобетонных перекрытий

Сквозная арматура

Нижняя арматура анкеруется на опорах. Верхняя арматура стыкуется в нахлест в пределах $1/3$ пролёта от опоры.

Порядок укладки арматуры в плите

Низ плиты: короткая арматура — в нижнем ряду, длинная — над ней.

Верх плиты: короткая арматура — снаружи сетки, длинная — внутри.

При совпадении низа плиты и балки арматура плиты проходит поверх нижней арматуры балки.

Контрстрелы плит: При пролёте > 4 м — $L/0,003$ (L — пролёт между опорами или удвоенная длина консоли).

Соединения арматуры:

- В монолитных плитах
- На неравнопролётных перекрытиях
- Армирование плит балочных перекрытий

Особые элементы: подвесные плиты, локальные подъёмы, углы и нависающие участки.

Натяжные и хомутные брусья: Концы с крюками 135° , зацеплёнными в узле в обоих направлениях.

Отрицательная арматура плит:

- Концы — прямые крюки;
- Высота крюка = $h_p - a$ (h_p — толщина плиты, a — защитный слой);
- Под арматурой — опорные фиксаторы, установленные на бетонные подкладки или нижнюю арматуру (не на опалубку).

Бетонирование. Плиты и балки бетонируются за один приём.

Фиксация арматуры. Для предотвращения смещения при бетонировании устанавливаются опоры и подкладки по толщине защитного слоя.

Отверстия в плитах

$D \leq 300$ мм (круглые) или $\leq 300 \times 300$ мм (прямоугольные):

- арматура не обрывается, проходит вокруг отверстия;
- дополнительное армирование не требуется.

$300 \times 300 < \text{отверстие} \leq 1000 \times 1000$ мм:

- армирование — по стр. 102 и проектным чертежам.

Все отверстия только по согласованным чертежам, самовольное пробивание запрещено.

Согласование отверстий. Перед бетонированием сверка с чертежами всех специальностей (архитектура, инженерные сети и др.).

Прочие требования: По 11G101-1, стр.102 к конструкции перекрытия подробно описаны в комплекте чертежей (чертежи выполнены по типовому проекту КНР)

2.3. Наружные фасады и кровельные работы

2.3.1. Фасадные конструкции

Вход А

Фасадные витражи в зоне входа А выполнены в виде наклонных стеклянных конструкций с горизонтально выраженными и вертикально скрытыми элементами. Основной модуль — 2×1 м. Боковой фасад у входа А выполнен по модулю $1,5 \times 1$ м с тем же конструктивным решением. Во всех случаях используется энергосберегающее закалённое стекло Low-E с двойным остеклением (стеклопакет). Каркас изготовлен из сварных стальных профилей переменного сечения с порошковым покрытием. На внешней стороне горизонтальных элементов установлены алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

В зонах безбарьерного доступа

У входа А витраж выполнен из однокриволинейного стекла с модулем $1,612$ м (длина дуги) $\times$ 1 м при сохранении конструктивного принципа (горизонтально выраженные / вертикально скрытые элементы).

Конструктивные элементы:

Стойки — стальные прямоугольные трубы $80 \times 230 \times 12$ мм с порошковым покрытием. Горизонтальные ригели — стальные прямоугольные трубы $80 \times 140 \times 5$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые декоративные крышки шириной 80 мм.

Пешеходные мосты

Пешеходные мосты выполнены из плоских панелей из закалённого теплоизоляционного многослойного стекла Low-E с воздушной прослойкой, собранных в конструкцию с овальным поперечным сечением. Участок от входа А горизонтально выраженное и вертикально скрытое остекление, модуль — $3 \times 0,8$ м. Размеры фасадных панелей в зонах сопряжения моста с основной фасадной системой и входными группами определяются по шаблону.

Каркас

На основных участках стойки по данным раздела «Стальные конструкции», с тонкослойным огнезащитным покрытием. Горизонтальные ригели — стальные квадратные трубы $100 \times 100 \times 4$ мм с порошковым покрытием. Снаружи ригелей — алюминиевые крышки шириной 80 мм (подробные размеры и требования на узловых чертежах фасадной системы).

2.3.2. Кровельные работы

Конструкция кровли над входами/выходами (сверху вниз):

- Облицовочный слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Подконструкция — из алюминиевого сплава;
- Наружная кровельная панель — из алюмоцинкового магниевого сплава толщиной 1,0 мм, шириной 300 мм (крепится на опорах из высокопрочного алюминиевого сплава);
- Паропроницаемая гидроизоляционная мембрана — 0,5 мм;
- Звукопоглощающая центрифугированная стекловата — 50 мм (уплотнена до 30 мм), плотность 16 кг/м³;
- Гидрофобная теплоизоляционная каменная вата — 80 мм, плотность 120 кг/м³;
- Оцинкованная стальная сетка — Ø1,5 мм, ячейка 100×100 мм;

- Пароизоляционная (влагозащитная) плёнка — 0,25 мм;
- Нижний оцинкованный стальной лист — 0,53 мм (естественного цвета, прочность G550, покрытие AZ150).

По нижней кромке стального каркаса устраивается подвесной потолок из перфорированной алюминиевой панели толщиной 2,5 мм с плотным стыком.

Кровля надземного перехода выполнена в виде алюминиевой кровельной системы

Основные участки модуля - $3 \times 0,8$ м (по дуге). Размеры кровельных панелей в зонах примыкания к основной фасадной системе и входным группам определяются по результатам натурной разбивки.

Слои кровельной системы:

- Верхний слой — алюминиевая панель толщиной 3 мм;
- Теплоизоляция — каменная вата толщиной 50 мм;
- Вторичная гидроизоляция — паропроницаемая мембрана;
- Нижний слой поддерживается оцинкованной стальной проволоочной сеткой.

Потолок надземного перехода см. специализированные чертежи по отделке.

2.4. Основные материалы

2.4.1. Бетон

Марки бетона и области применения:

- Несущая платформа эстакады (в том числе секции, расположенные выше 1,5 м над уровнем земли), верхние балки и перекрытия — бетон класса C45.
- Буронабивные сваи — бетон класса C40.
- Балки покрытия — бетон класса C50.
- Пояса обвязки, надрессорные балки, горизонтальные связевые балки и конструктивные колонны — товарный бетон класса C30.
- Подстилающий слой под опорными площадками — бетон класса C20.

Требования к составу и свойствам:

В качестве вяжущего используется средний сульфатостойкий силикатный цемент, соответствующий требованиям GB 748-2005 «Сульфатостойкий силикатный цемент» - ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия». Для конструкций, соприкасающихся с грунтом (нижняя часть опорных платформ и опор), применяется воздухововлекающий бетон.

При категории воздействия среды по замораживанию и оттаиванию D3:

- содержание воздуха в бетонной смеси — $\geq 5\%$;
- коэффициент расстояния между воздушными пузырьками в затвердевшем бетоне — ≤ 300 мкм;

- марка по морозостойкости — $\geq F400$.

Состав бетонной смеси должен разрабатываться с учётом уровней воздействия окружающей среды, указанных в отчёте об исследованиях, и соответствовать требованиям действующего ТВ 10005-2010 «Нормы проектирования долговечности железнодорожных бетонных конструкций» - СН РК 3.03-11-2013 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»

2.4.2. Арматурная сталь

Марки и нормативы

- Арматура класса HRB300 — в соответствии с GB 1499.1-2008 «Сталь для армирования бетона - Часть 1: Горячекатаные простые прутки » (включая поправку 1) - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия», HRB300-A240 гладкого профиля
- Арматура класса HRB400 — в соответствии с GB 1499.2-2007 «Сталь для армирования бетона - Часть 2: Горячекатаные ребристые прутки» - ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для ж/б конструкций. Технические условия», HRB400-A400 периодического профиля).

Требования к качеству

Стандартное значение прочности арматуры должно обеспечивать гарантированную обеспеченность не менее 95 %. Отношение фактической прочности на разрыв к фактическому пределу текучести — $\geq 1,25$. Отношение фактического предела текучести к нормативному значению прочности — $\leq 1,3$. Относительное удлинение при максимальной нагрузке — ≥ 9 %. Запрещается использовать холоднодеформированную арматуру для анкерных стержней и крюков предварительно закладываемых деталей.

Замена арматуры

При замене продольной рабочей арматуры на стержни более высокого класса прочности необходимо соблюдать принцип равной расчётной несущей способности на растяжение и обеспечивать минимальный коэффициент армирования.

Предварительно напрягаемая арматура

Применяются высокопрочные семипроволочные пряди класса 1860 МПа, диаметром $\varnothing s15.2$, с низким уровнем релаксации, соответствующие стандарту GB/T 5224-2014 «Стальная проволока для предварительного напряжения бетона» - СТ РК ИСО 6934-1-2010 «Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 1. Общие требования»

Анкеры и каналобразователи

Анкерные устройства — высокоэффективные клипсовые анкеры класса I, соответствующие GB/T 14370-2015 «Анкерные крепления, приспособления и соединители для напрягаемых тросов» - СТ РК 1875-2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия». Величина

втяжки при натяжении — не более 6 мм. Для формирования каналов используется металлический гофрированный рукав (сильфон).

Параметры трения в канале:

- коэффициент трения $\mu = 0,25$;
- коэффициент отклонения $\varepsilon = 0,0025$.

2.4.3. Сталь для металлических конструкций

Марки стали:

- Основной материал — сталь класса Q345D.
- Дополнительно применяется сталь Q235D.

Нормативные требования:

- Сталь Q235 — в соответствии с GB/T 700-2006 «Углеродистые конструкционные стали »
- Сталь Q345 — в соответствии с GB/T 1591-2008 «Высокопрочные низколегированные конструкционные стали ».

В Республике Казахстан близкими по содержанию являются:

- ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» (для Q235);
- ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия.» (для Q345).

Требования к механическим свойствам (для Q345D):

- Отношение прочности на разрыв к пределу текучести — $\geq 1,2$;
- Наличие выраженной площадки текучести;
- Относительное удлинение при разрыве — $> 20 \%$;
- Хорошая свариваемость и удовлетворительная ударная вязкость при отрицательных температурах.

Для листового проката толщиной более 40 мм дополнительно предъявляются требования по сопротивлению расслоению по толщине в соответствии с GB/T 5313, класс Z15. Стальная пластина со свойствами сквозной толщины - ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный»

2.4.4. Антикоррозионная защита стальных элементов

Предварительно закладываемые стальные листы подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 610 г/м^2 ;
- толщина цинкового покрытия — $\geq 85 \text{ мкм}$.

Болты, расположенные на 150 мм ниже поверхности фундамента, и их открытые части также подвергаются горячему цинкованию:

- адгезия цинка — 395 г/м²;
- толщина покрытия — ≥ 55 мкм.

Окраска и антикоррозийная защита:

- Перед нанесением краски поверхность должна быть тщательно очищена от пыли, грязи, ржавчины и других загрязнений. Краска должна быть равномерной, без пузырей, отслоений и потеков.
- Водопроводные трубы — два слоя белой краски; трубы под давлением — два слоя серой краски; трубы для подачи воды — два слоя оранжевой краски; трубы для пожаротушения — два слоя красной краски; системы автоматического пожаротушения — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы; наружная окраска труб водоснабжения — цветная полоса; наружная окраска труб водоотведения — цветная полоса.
- После коррозии трубопроводов — два слоя оранжевой краски, два слоя красно-жёлтой полосы.
- Для резервуаров с водой — три слоя покрытия, с последующей установкой стеклоткани и нанесением эпоксидного связующего. После полимеризации поверхность должна быть плотной, без пустот. Резервуар должен быть герметичным, не содержащим токсичных веществ. Все трубопроводы, лестницы и вспомогательные элементы в резервуаре должны быть тщательно защищены от коррозии.

2.4.5. Сварочные материалы

Общие требования

Прочность сварного шва — не ниже прочности основного металла. Ударная вязкость сварного шва и зоны термического влияния — не ниже, чем у основного материала. При сварке сталей разной прочности выбор сварочных материалов осуществляется по материалу с более низкой прочностью. Конкретный подбор сварочных материалов производится на основе испытаний сварочных технологий.

Рекомендуемые материалы для стали Q345:

- Ручная дуговая сварка — электроды E5015 или E5016;
- Автоматическая дуговая сварка под флюсом — проволока H08MnA;
- Сварка в среде защитного газа (CO₂) — сплошная проволока ER50-2.

2.4.6. Болтовые соединения

Все болтовые соединения (за исключением монтажных) высокопрочные, работающие на срез. Запрещено совместное применение высокопрочных болтов и сварных швов в одном узле.

Класс прочности болтов — 8.8s.

Соединительные элементы (гайки, шайбы) должны соответствовать стандартам:

- GB/T 1230 «Высокопрочные плоские шайбы для стальных конструкций» - ГОСТ Р 52645-2006 «Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы»
- GB/T 1229 (Высокопрочные большие шестигранные гайки для стальных конструкций) - СТ РК ISO 4032-2012 «Гайки шестигранные. Тип 1. Классы точности»
- GB/T 1231 (Высокопрочные болты с большой шестигранной головкой в сборе для стальных конструкций) - ГОСТ Р 52645-2006 Межгосударственный стандарт. Болты и гайки высокопрочные и шайбы е условия»

2.4.7. Конструкция моста

Общие сведения о надстройке

На участке виадука применяется цельная сборная предварительно напряжённая железобетонная коробчатая балка.

- Стандартный пролёт — 30 м.
- Для компенсации геометрии трассы и стыковки с опорами используются дополнительные модули: 32 м, 28 м, 25 м и др.
- Ширина моста варьируется в зависимости от кривизны трассы: 9,5 м и 9,7 м.

Продольное и поперечное сечение

На типовом поперечном сечении показано прямое сечение сборного коробчатого настила, используемого под всё дорожное полотно.

Прокладка кабелей

Силовой кабель (высокого напряжения) на участках без звукового барьера прокладывается вне кабельной канавки. На участках с полным звуковым барьером прокладывается вне кабельной скобы. Слаботочные кабели размещаются в кабельной канавке между двумя линиями. Система электроснабжения. По всей линии применяется контактный рельсовый источник питания. Контактный рельс проложен по внешней стороне пути.

Опоры и фундаменты

Опоры:

Стандартные опоры моста выполнены в вазообразной форме с прямоугольным сечением колонны. Фундамент групповой свайный, состоящий из буронабивных свай диаметром 1,0 м, 1,2 м и 1,5 м. Количество свай на опору 4 или 6, в зависимости от типа конструкции и нагрузок. (См. Альбом ALRT-P1-04-17-01-00-DD-BRI листы 3-5)

Размеры ростверков (опорных платформ) определяются исходя из:

- высоты опоры;
- количества и диаметра свай;
- расчётных усилий;
- конструктивных требований.

Типы опорных конструкций:

- Типы платформ: DA2, DA3, DB1, M1, DB1-1, DB2-2, а также воротные опоры.
- Типы ростверков (несущих платформ): C1, C2, C3, C3а.

Фундаменты:

Применяется групповой свайный фундамент. Диаметры буронабивных свай: Ø1,0 м, Ø1,2 м, Ø1,5 м. Количество свай на опору: 4 или 6, в зависимости от типа платформы и нагрузок.

Таблица 2.2: Таблиц типов стандартных платформ

Пикет по оси правого пути	Обратный пролет	Пролет балки	Номер платформы	Высота опоры	Тип платформы
K20+039.476	30	30.м сборных двухлинейных балок	13.55	QR1	/
K20+069.476	30		14.00	QR2	DA2-C1
K20+099.476	30		14.00	QR3	DA2-C1
K20+129.476	30		14.00	QR4	DA2-C1
K20+159.476	30		14.00	QR5	DA2-C1
K20+189.476	30		13.50	QR6	DA2-C1
K20+219.476	30		13.50	QR7	DA2-C1
K20+249.476	30		13.00	QR8	DA2-C1
K20+279.476	30		13.00	QR9	DA2-C1
K20+309.476	30		13.00	QR10	DA2-C1
K20+339.476	30		13.00	QR11	DA2-C1
K20+369.476	30		13.50	QR12	DA2-C1
K20+399.476	30		13.00	QR13	DA2-C1
K20+429.476	30		13.00	QR14	DA2-C1
K20+459.476	30		12.50	QR15	DA2-C1
K20+489.476	30		12.50	QR16	DA2-C1
K20+519.476	30		12.50	QR17	DA2-C1
K20+549.476	25		12.50	QR18	DA2-C1
K20+574.476	25.5	неразрезная балка 3×25,5 м	12.50	QR19	DA2-C1
K20+599.976	25.5		12.50	QR20	DB2-1-C2
K20+625.476	25.5		12.50	QR21	M1-C1
K20+650.976	30	неразрезная балка 3×30 м	13.00	QR22	M1-C1
K20+680.976	30		13.50	QR23	M1-C1
K20+710.976	30		14.00	QR24	DB2-2-C2
K20+740.976	35	неразрезная балка 35+50+32 м	14.50	QR25	DA3-C1
K20+775.976	50		13.50	QR26	DB1-C3
K20+825.976	32		13.50	QR27	DB1-C3

K20+857.976	34	34+22м неразрезная балка	15.00	QR28	DA3-C1
K20+891.976	22		14.00	QR29	DB2-2-C2
K20+913.976	29	29+28м неразрезная балка	14.50	QR30	DA3-C2
K20+942.976	28		15.00	QR31	DB2-2-C2
K20+970.976	30	30+45+30м неразрезная балка	13.50	QR32	DA2-C1
K21+000.976	45		12.50	QR33	DB1-1-C3
K21+045.976	30		12.00	QR34	DB1-1-C3a
K21+075.976	28	28x2+27.11 м неразрезная балка	13.00	QR35	DA2-C1
K21+103.976	28		12.50	QR36	DB2-1-C2
K21+131.976	27.11		12.50	QR37	DB2-1-C2
K21+159.086	99		13.55	QR38	/
K21+258.086	32	32x3 м неразрезная балка	13.55	TR1	/
K21+290.086	32		14.00	TR2	DB2-1-C2
K21+322.086	32		12.50	TR3	DB2-1-C2
K21+354.086	30	30.м Литые двухлинейные балк	13.00	TR4	DA2-C1
K21+384.086	30	30.м Литые двухлинейные балк	12.50	TR5	DA2-C1
K21+414.086	30	30.м Литые двухлинейные балк	12.50	TR6	DA2-C1
K21+444.086	30	30.м Литые двухлинейные балк	12.50	TR7	DA2-C1
K21+474.086	0		12.50	TR8	DA2-C1

3. Освещение перегона

3.1. Выбор кабеля, прокладка линий и установка оборудования

3.1.1. Выбор и прокладка кабельных линий

Общие требования

Применяются пластиковые изолированные провода и кабели управления с рабочим напряжением 0,45/0,75 кВ и силовые кабели с рабочим напряжением 0,6/1 кВ.

Требования к материалам и огнестойкости

Для нормального освещения и силовых цепей (не связанных с пожарной безопасностью) используются медные проводники, кабели с низким дымообразованием, без галогенов (LSZH), класс пожарной опасности — не ниже В2.

Для цепей, работающих при пожаре (освещение эвакуации, пожарные насосы, дымоудаление и др.) используются кабели с медными жилами, LSZH, огнестойкие (класс не ниже В), допускается применение проводов с огнестойкой изоляцией.

Для линий управления системами пожарной безопасности используются кабели LSZH, огнестойкие, с бронёй.

Для наружной прокладки используются морозостойкие кабели (типы — по чертежам наружного освещения).

Способы прокладки

Магистральные кабельные линии:

- прокладываются в кабельных лотках, шахтах, под платформами, в подвесных потолках;
- при совместной прокладке двух кабелей I категории надёжности — устанавливается огнестойкая перегородка в лотке.

От лотка до щитов:

- до скрытых щитов — в стальных трубах по стене;
- до открытых щитов — в стальных кабельных каналах.

От щита до конечного оборудования:

- медные провода в стальных трубах, прокладка — открытая или скрытая (в полу, плите, стенах).

Дополнительные требования

- Кабельные линии, пересекающие деформационные и осадочные швы — по местным строительным нормам;

3.1.2. Установка оборудования

Распределительные щиты

Монтаж:

- Открытый: вход/выход — снизу; нижний край — 1,2 м от пола;
- Скрытый: нижний край — 1,4 м от пола.

Высота щита и установка:

Таблица 3.1: Распределительные щиты

≤ 600 мм	1,4 м
600–800 мм	1,2 м
800–1000 мм	1,0 м
1000–1200 мм	0,8 м
> 1200 мм	на полу, на фундаменте 300 мм

Степень защиты (IP):

- на открытом воздухе — ≥ IP65;

Осветительные приборы

Тип светильников:

электронные ПРА с $\cos \varnothing \geq 0,95$.

Монтаж:

в помещениях с подвесным потолком — встроенные;

настенные — на высоте 2,5 м;

в помещениях без потолка — на подвесных трубах, 2,8 м (корректируется по месту);

под платформой — светильники класса III (БСНН).

В насосных и влажных зонах:

светильники — IP54;

розетки и выключатели — водонепроницаемые.

Знаки и сигнализация

На щитах пожарной сигнализации, аварийных светильниках, аварийных выключателях наносится знак «Пожарная безопасность».

Световые указатели:

а) над дверью — нижний край на 0,2 м ниже верха дверной коробки;

б) настенные эвакуационные — 0,5 м от пола;

в) подвесные — ≥ 2,0 м от пола.

Кнопка вызова помощи (у туалета для маломобильных групп):

высота — 0,5 м;

сигнализатор за дверью — 2,0 м.

Кабельные лотки

Тип — закрытые с крышкой;

Шаг опор:

горизонтально — ≤ 1,5 м;

вертикально — ≤ 2,0 м;

При монтаже согласование с другими специальностями.

Прочие требования

Все кабельные вводы из грунта с водонепроницаемыми гибкими соединениями, размеры распределительных коробок — ориентировочные; окончательные — по данным поставщика оборудования.

3.2. Проектирование наружного освещения

3.2.1. Общие требования

- Категория надёжности: III;
- Система электроснабжения: АС 220/380 В, 50 Гц, TN-S;
- Радиус электроснабжения: $\leq 0,5$ км;
- Балансировка фаз: отклонение трёхфазной нагрузки — не более 15 %.

3.2.2. Нагрузка и распределение

- Расчётная мощность: $P_y = 18$ кВт;
- Количество щитов: 1 распределительный щит наружного освещения;
- Питание щита — от общестанционного источника.

3.2.3. Кабели и проводка

- В трёхфазной четырёхпроводной сети сечение нейтрального проводника — не менее сечения фазного;
- Применяются медные провода с двойной изоляцией;
- Минимальное сечение ответвлений — $2,5 \text{ мм}^2$.

3.2.4. Качество напряжения

- Напряжение у светильников должно находиться в диапазоне:
- 90 % – 105 % от номинального (220 В);
- Трасса кабельных линий может корректироваться по местным условиям.

3.3. Проектирование осветительных установок

3.3.1. Общие требования к светильникам

Все светильники высокоэффективные и энергосберегающие. Соответствие государственным нормам по КПД и энергоэффективности. Обязательное заземление (светильники класса I, кроме БСНН). Наличие защиты от ослепления (ограничители блескости, рассеиватели).

3.3.2. Энергоэффективность и управление

Класс энергоэффективности не ниже 3-го. Освещение сценарное, с возможностью регулирования по времени суток, сезону и загрузке.

3.3.3. Наружное освещение

Источники света — светодиодные (LED);

Светильники — устойчивые к экстремальным температурам (с учётом климата Астаны: от -51°C до $+42^\circ\text{C}$);

Степень защиты — не ниже IP65;

При использовании прожекторов:

засветка за пределами целевой зоны — $\leq 20 \%$;
минимизация светового загрязнения.

3.3.4. Оборудование и монтаж

Все компоненты (светильники, драйверы, выключатели, шкафы) соответствуют требованиям местного климата. Предпочтение промышленным сериям с расширенным температурным диапазоном.

3.4. Молниезащита и заземление

3.4.1. Общие положения

Система электроснабжения и освещения станции выполнена по схеме TN-S. На всей станции устраивается единая комплексная система заземления и молниезащиты. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать:

1,0 Ом — для комплексной системы (включая молниезащиту, слаботочные системы, подстанцию);

4,0 Ом — допускается только для отдельных локальных контуров освещения при отсутствии интеграции в общий контур (второстепенные зоны).

Примечание: При проектировании применяется более строгое значение — 1,0 Ом для всего объекта.

3.4.2. Защитное заземление

Все металлические корпуса электрооборудования, которые в нормальном режиме не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним при повреждении изоляции, должны быть надёжно заземлены через проводник РЕ.

Исключение: Открытые токопроводящие части оборудования с безопасным сверхнизким напряжением (БСНН, ≤ 50 В) не заземляются. Устройства защитного отключения (УЗО). Все розеточные группы (кроме настенных кондиционеров) оснащаются УЗО с током утечки ≤ 30 мА для защиты людей.

3.4.3. Заземление кабельных конструкций

Металлические кабельные лотки и их опоры соединяются с магистралью РЕ не менее чем в двух точках по длине. Между секциями лотков прокладывается медный заземляющий проводник сечением ≥ 4 мм². С наружной стороны лотков — оцинкованная стальная полоса 40×4 мм, соединённая со всеми опорами и кронштейнами.

3.4.4. Молниезащита

Категория молниезащиты: II (в соответствии с GB 50057 и местными нормами).

Естественные молниеотводы: Кровля надземных станций выполнена из металлических листов толщиной 3 мм, которые используются в качестве молниеприёмной сетки. Кровля электрически соединена с поперечными балками стального каркаса. Стальные колонны соединены не менее чем с двумя продольными арматурными стержнями ($\varnothing \geq 16$ мм) в железобетонных колоннах.

Токоотводы: Арматура железобетонных колонн и опор эстакад. Металлические элементы несущего каркаса.

Заземлители: Арматурный каркас свай и ростверков опор моста. Дополнительные искусственные заземлители при необходимости.

Неметаллические вентиляционные трубы: Обеспечиваются металлической оплёткой с поперечным сечением $\geq 60 \text{ мм}^2$ (6 см^2), соединённой с системой молниезащиты.

3.4.5. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)

На вводах в здание и в распределительных щитах устанавливаются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП): Уровень защиты — $\leq 2,5 \text{ кВ}$. Нижний вывод УЗИП надёжно соединён с ГЗШ.

Защита наружного и слаботочного оборудования: Все линии, питающие наружные и слаботочные системы, оборудуются УЗИП на границе зон молниезащиты.

Расстояние между УЗИП: При многоступенчатой защите — $\geq 10 \text{ м}$ между ступенями (для обеспечения координации).

3.4.6. Связь металлических элементов

Параллельные металлические конструкции (трубы, лотки, арматура) с зазором $< 100 \text{ мм}$ - соединяются перемычками не реже чем каждые 30 м.

Пересекающиеся элементы с зазором $< 100 \text{ мм}$ - также соединяются перемычками.

При разрыве стальных труб (лотков) для подключения оборудования - устанавливаются медные перемычки сечением 4 мм^2 .

На границе зон молниезащиты все металлические вводы — через устройства уравнивания потенциалов.