

Проект «Строительство ГЭС мощностью 10,2 МВт в Южной зоне» принят в соответствии с СН РК 1.02-03-2022 "Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство" и заданием на проектирование.

Состав рабочего проекта

№ тома	Обозначение	Наименование
I	АЛЬБОМ 1 2024-НБ-ГЭС-ПРП	Паспорт рабочего проекта
	АЛЬБОМ 2 2024-НБ-ГЭС-ОПЗ	Общая пояснительная записка
	АЛЬБОМ 3 2024-НБ-ГЭС-ЭПП	Энергетический паспорт проекта
II		Чертежи и спецификации ГЭС-1
	АЛЬБОМ 1	Гидротехнические решения ГЭС-1
	Книга 1 2024-НБ-ГЭС-1-ГР1	Водозаборный узел
	Книга 2 2024-НБ-ГЭС-1-ГР2	Деривационный напорный трубопровод ГЭС-1
	Книга 3 2024-НБ-ГЭС-1-ГР3	Подводный массив здания ГЭС-1
	Книга 4 2024-НБ-ГЭС-1-ГР4	Отводящая часть здания ГЭС-1
	АЛЬБОМ 2	Здание ГЭС-1
	Книга 1 2024-НБ-ГЭС-1-ГП	Генеральный план
	Книга 2 2024-НБ-ГЭС-1-АР	Архитектурные решения
	Книга 3 2024-НБ-ГЭС-1-КМ	Конструкции металлические
	Книга 4 2024-НБ-ГЭС-1-КЖ	Конструкции железобетонные (Надземная часть ГЭС-1)
	Книга 5 2024-НБ-ГЭС-1-ТХ	Технологические решения
	Книга 6 2024-НБ-ГЭС-1-ВК	Водоснабжение и канализация
	Книга 7 2024-НБ-ГЭС-1-НВК	Наружные сети водоснабжения и канализации
	Книга 8 2024-НБ-ГЭС-1-ОВ	Отопление и вентиляция
	Книга 9 2024-НБ-ГЭС-1-ЭОМ	Электротехнические решения
	Книга 10 2024-НБ-ГЭС-1-АПС	Автоматическая пожарная сигнализация
	Книга 11 2024-НБ-ГЭС-1-ВН	Видеонаблюдение
	Книга 12 2024-НБ-ГЭС-1-ОС	Охранная сигнализация
	Книга 13 2024-НБ-ГЭС-1-СС	Системы связи

№ тома	Обозначение	Наименование
	АЛЬБОМ 3	ПС 35/6 кВ «Нижне-Басканский ГЭС-1»
III		Чертежи и спецификации ГЭС-2
	АЛЬБОМ 1	Гидротехнические решения ГЭС-2
	Книга 1 2024-НБ-ГЭС-2-ГР-1	Напорный бассейн с деривационным каналом
	Книга 2 2024-НБ-ГЭС-2-ГР-2	Деривационный напорный трубопровод ГЭС-2
	Книга 3 2024-НБ-ГЭС-2-ГР-3	Подводный массив здания ГЭС-2
	Книга 4 2024-НБ-ГЭС-2-ГР-4	Отводящая часть здания ГЭС-2
	Книга 5 2024-НБ-ГЭС-2-ГР-5	Делитель с сборными каналами
	АЛЬБОМ 2	Здание ГЭС-2
	Книга 1 2024-НБ-ГЭС-1-ГП	Генеральный план
	Книга 2 2024-НБ-ГЭС-1-АР	Архитектурные решения
	Книга 3 2024-НБ-ГЭС-2-КМ	Конструкции металлические
	Книга 4 2024-НБ-ГЭС-2-КЖ	Конструкции железобетонные (Надземная часть здания ГЭС-2)
	Книга 5 2024-НБ-ГЭС-2-ТХ	Технологические решения
	Книга 6 2024-НБ-ГЭС-2-ВК	Водоснабжение и канализации
	Книга 7 2024-НБ-ГЭС-2-НВК	Наружные сети водоснабжения и канализации
	Книга 8 2024-НБ-ГЭС-2-ОВ	Отопление и вентиляции
	Книга 9 2024-НБ-ГЭС-2-ЭОМ	Электротехнические решения
	Книга 10 2024-НБ-ГЭС-2-АПС	Автоматическая пожарная сигнализация
	Книга 11 2024-НБ-ГЭС-2-ВН	Видеонаблюдение
	Книга 12 2024-НБ-ГЭС-2-ОС	Охранная сигнализация
	Книга 13 2024-НБ-ГЭС-2-СС	Системы связи
	АЛЬБОМ 3	ПС 35/6 кВ «Нижне-Басканский ГЭС-2»
IV	АЛЬБОМ 1	Генеральный план и транспорт
	Книга 1 2024-НБ-ГЭС-ГТ	Эксплуатационная дорога

№ тома	Обозначение	Наименование
V	2024-НБ-ГЭС-МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
VI	2024-НБ-ГЭС-ИТМ ГОЧС	Инженерно-технические мероприятия по промышленной безопасности, гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций
VII	2024-НБ-ГЭС-АТЗ	Система антитеррористической защищенности объектов, уязвимых в террористическом отношении чрезвычайных ситуаций
VIII	2024-НБ-ГЭС-СМ	Сметная документация
IX	2024-НБ-ГЭС-ПОС	Проект организации строительства
		ПРОЧИЕ
X	2024-НБ-ГЭС-ОВОС	Оценка воздействия на окружающую среду
XI	2024-НБ-ГЭС-ИГМ	Инженерно-гидрологический расчет

Оглавление

1.	РЕЗЮМЕ ПРОЕКТА.....	5
2.	ПАСПОРТ ГЭС	7
3.	ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	11
3.1.	ВВЕДЕНИЕ.....	11
3.2.	Обоснование площадки строительства	12
3.3.	Природные условия.....	13
3.3.1	Инженерно-гидрологическое обоснование проекта	13
3.3.2	Инженерно-геологические условия проекта	13
3.3.3	Топографо-геодезическое обоснование	29
4.	КОМПАНОВКА ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	36
4.1.	Основные положения проектирования и исходные данные	36
4.2.	Выбор типа, компоновки и конструкции основных сооружений ГЭС	36
4.3.	Основные сооружения ГЭС.....	37
5.	ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГЭС	40
5.1.	Основные положения.....	40
5.2.	Гидротехническое оборудование.....	40
5.2.1.	Турбина Francis FSPH-EVO.....	40
5.2.1.1.	Техническая спецификация турбины Френсиса (FSPH).....	42
5.2.1.2.	Общие детали, элементы соединения, защита от коррозии	45
5.2.1.3.	Требуемое качество воды для работы турбины.....	46
5.2.2.	Дисковый затвор DN 1800 PN 10	46
5.2.3.	Соединительный фланец DN 1800 PN 10.....	47
5.2.4.	Дренажная труба турбины DN 1800 PN 10	47
5.2.5.	Гидроагрегат	47
5.2.6.	Трехфазный синхронный генератор 5900 kVA/500 rpm	48
6.2.6.1	Технические данные генератора	48
6.2.6.2	Контроль вибрации генератора	49
5.2.7.	Измерительный трансформаторы генератора.....	50
5.2.8.	Смазочный агрегат генератора.....	50
5.2.9.	Дисковый тормоз	50
5.2.10.	Покрытие HVOF – Рабочее колесо (по желанию).....	50
5.3.	Кран машинного зала.....	51
5.4.	Перечень гидросилового оборудования.....	51
5.5.	Вспомогательное оборудование	52

1. РЕЗЮМЕ ПРОЕКТА

1.1 Наименование проекта: «Строительство ГЭС мощностью 10,2 МВт в Южной зоне»;

1.2 Заказчик проекта: ТОО «Alt Energy», г. Алматы;

1.3 Исполнитель проекта: ТОО «АлматыГидроэнергопроект», г. Алматы;

1.4 Основание для разработки проекта:

- Договора № 20/02-2025 на выполнение работ по разработке проектно-сметной документации от 20 февраля 2025 года;
- Задание на проектирование, выданный Заказчиком ТОО «Alt Energy»;
- Материалов комплексных инженерно-геологических и инженерно-геодезических изысканий, выполненных ТОО «Декарт Инжиниринг» и ТОО «GEOSTATUS-АЗИЯ» в 2025 году;

1.5 Цель и задачи проекта

Основными целями строительства ГЭС являются:

- создание нового источника генерации электрической мощности с использованием возобновляемого источника энергии.
- поставка электроэнергии в энергосистему Южной зоны РК.

Основными задачами проекта являлись:

- Разработка основных сооружений ГЭС-1 и ГЭС-2;
- Головного узла и деривационных трактов;
- Выбор, компоновка и разработка сооружений станционного узла;
- Определение энергетических параметров ГЭС-1 и ГЭС-2;
- Подбор основного и вспомогательного оборудования ГЭС;
- Проект организации строительства ГЭС;
- Рекомендации по организации эксплуатации ГЭС.

1.6 Место реализации проекта:

Строительство ГЭС мощностью 10,2 МВт планируется осуществить на территории Саркандского района области Жетысу, Республики Казахстан. В 450 км на северо-восток от г. Алматы, 163 км к северо-востоку от г. Талдыкорган – административного центра области Жетысу. Площадка проекта: поселок Алмалы, левый берег реки Баскан.

1.7 Масштаб проекта:

Проект имеет региональный масштаб. Каскад из двух станции, суммарной установленной мощностью 10,2 МВт и средней многолетней выработкой электроэнергии для каждой станции – не менее 87 млн. кВт ч в год, предназначен для передачи в единую энергетическую систему Казахстана для покрытия базовой части графиков электрических нагрузок Южной зоны РК. Объект относится к энергопроизводящим организациям, использующим возобновляемые источники энергии.

1.8 Компоновка проекта принятая в разрабатываемых вариантах

Головной узел ГЭС расположен в пяти километрах выше пересечения реки Баскан с трассой А350 Алматы – Усть - Каменогорск у п. Алмалы. Станционный узел расположен на левом берегу реки Баскан.

ГЭС-1 является головной ГЭС каскада.

Тип ГЭС-1 и ГЭС-2 - деривационные гидроэлектростанции.

В состав основных сооружений ГЭС-1 входят:

- Головной водозаборный узел;
- Деривационный трубопровод;
- Турбинные водоводы;
- Здание ГЭС -1;
- ОРУ-35/10 кВ (открытое распределительное устройство) и подключение к ВЛ 35 кВ;
- Отводящий канал ГЭС-1.

В состав основных сооружений ГЭС-2 входят:

- Деривационный трубопровод;
- Турбинные водоводы;
- Здание ГЭС-2;
- Отводящий канал ГЭС-2 с делителем (со сбросом в реку/ сбросом в систему орошения).
- ОРУ-35 и подключение к ВЛ 35 кВ.

1.9 Основные выгодополучатели

Основными выгодополучателями при реализации проекта являются Республика Казахстан и ТОО «AltEnergy»

1.10 Предполагаемые источники финансирования

Источником финансирования для реализации строительства служат собственные средства инвестора в размере 30% и кредитные средства в размере 70% от общей суммы финансирования.

1.11 Период реализации проекта

Период реализации проекта (строительство) – 13 месяцев.

1.12 Ожидаемые результаты

Реализация проекта с вводом ГЭС мощностью 10,2 МВт в Южной зоне позволит уменьшить дефицит энергии в Южной зоне РК на 25 ГВтч., повысит качество электроэнергии, снизит выбросы парниковых газов.

В таблице 1.1 даны технико-экономические показатели ГЭС-1 и ГЭС-2.

Таблица 1.1. Основные технико-экономические показатели

№	Наименование	Ед. изм	ГЭС-1	ГЭС-2
1	Расчетная мощность	МВт	5,1	5,1
2	Гарантированная мощность	МВт	1,23	1,23
3	Годовая выработка электроэнергии	млн. кВтч	25,0	25,0
4	Число часов использования	час	4 770	4 770
5	Расчетный напор ГЭС	м	52-66	52-66
6	Расчетный расход ГЭС	м ³ /с	11,50	11,50
7	Число гидроагрегатов	шт.	1	1

2. ПАСПОРТ ГЭС

ГЭС мощностью 10,2 МВт в Южной зоне деривационного типа, с водозабором из реки Баскан, располагается в Саркандском районе Алматинской области Талдыкорганского региона. Основные параметры и показатели гидроэлектростанции.

№	Наименование показателей	Единица изм.	Показатели
	I. Общие данные		
1	Наименование объекта		Строительство ГЭС мощностью 10,2 МВт в Южной зоне
2	Местоположение объекта		Республика Казахстан, Область Жетысу Саркандский район, Алмалинский с.о., с. Алмалы.
3	Заказчик проекта		ТОО «Alt Energy», г. Алматы
4	Разработчик проекта		ТОО «Алматыгидроэнергопроект», г. Алматы
	II. Расчетные данные		
5	Гидрологический режим		
	Среднегодовой расход (p=50%)	м ³ /с	11,6
	Минимальный среднемесячный расход (p=90%)	м ³ /с	1,71
	Максимальный среднемесячный расход (p=25%)	м ³ /с	6,3
6	Расчетная сейсмичность по шкале MSK-64	балл	8
7	Отметки уровней воды в районе водозаборного узла (ВБ)		
	Форсированный уровень паводка (ФУ)	м	862.0
	Нормальный подпорный уровень НПУ	м	861.0
8	Уровни воды в нижнем бьефе (НБ)		
	Форсированный уровень паводка (ФУ)	м	797.50
	Нормальный подпорный уровень НПУ	м	797.00
	Уровень НБ на ГЭС-1	м	796.0
	Уровень НБ на ГЭС-2	м	724.0
9	Энергетические показатели ГЭС-1		
	Установленная мощность	МВт	5.1
	Гарантированная мощность	МВт	1,23
	Среднегодовое производство электроэнергии	млн. кВт.ч.	25,0
10	Энергетические показатели ГЭС-2		

	Установленная мощность	МВт	5.1
	Гарантированная мощность	МВт	1,23
	Среднеголетняя выработка электроэнергии	млн. кВт.ч.	25,0
	III. Основные сооружения и оборудование		
11	Водозаборный узел		
	Тип		Русловой
	Ширина пролетов водозабора		2 по 3м
	IV. ГЭС-1		
12	Напорный трубопровод		
	Тип		Деривационный безнапорный
	Количество ниток, шт.		1
	Материал		Сталь Q235B
	Материал отводов (углы поворота)		Сталь Q235B, анкерные опоры в сталежелезобетонной облицовке
	Длина напорного трубопровода	м	4464
	Диаметр напорного трубопровода	м	2,3, 2,2
	Уклон		По местности вдоль левого берега, без подъёма
13	Здание ГЭС		
	Тип		Открытое
	Количество агрегатов		1
	Основные размеры здания ГЭС (длина x ширина x высота)	м.	25,4x20,4x11,9
	Монтажная отметка оси агрегата	м	794,51
	Отметка чистого пола в здании		
	Кран мостовой двухбалочный г/п.	тонн	30
14	ОРУ		
	Тип		Наружный и открытый
	Площадь (длина x ширина)	м2	40,0x30,0
15	Гидротурбина		
	Модель		Francis FSPH-EVO
	Количество	шт	1
	Номинальная выдаваемая мощность	кВт	5298
	Число оборотов	об/мин	500/980
	Высота отсасывания	м	-1.79
	Максимальный рабочий напор	м	66,0
	Расчетный чистый напор	м	52,0
	Расходы турбины	м3/с	11.5
	Соединительный фланец	мм/ бар	DN=1800 / PN=10
16	Гидрогенератор		

	Модель		Трехфазный синхронный генератор 5900 кВА / 500 rpm
	Количество		1
	Номинальная мощность	кВА	5900
	Номинальное напряжение	В	6300
	Частота вращения	об/мин	500
	Частота	Гц	50
	Коэфф. мощности при перевозбуждении		0,90
	Коэфф. мощности при недовозбуждении		0,95
17	Главный трансформатор		
	Модель		ТМН-3200 35/6 кВ
	Мощность	кВА	3200
	Количество	шт	2
18	ВЛ		
	Напряжение	кВ	35/6
	Количество контуров		2
	V. ГЭС-2		
19	Напорный трубопровод		
	Тип		Деривационный безнапорный
	Количество ниток, шт.		1
20	Материал		Сталь Q235B
	Материал отводов (углы поворота)		Сталь Q235B, анкерные опоры в сталежелезобетонной облицовке
	Длина напорного трубопровода	м	4603
	Диаметр напорного трубопровода	м	2,1
	Уклон		По местности вдоль левого берега, без подъёма
	Здание ГЭС		
	Тип		Открытое
	Количество агрегатов		1
21	Основные размеры здания ГЭС (длина x ширина x высота)	м.	25,4x20,4x11,9
	Монтажная отметка оси агрегата	м	722,5
	Отметка чистого пола в здании		
	Кран мостовой двухбалочный г/п.	тонн	30
	ОРУ		
	Тип		Наружный и открытый
	Площадь (длина x ширина)	м2	40,0x30,0
22	Гидротурбина		
	Модель		Francis FSPH-EVO

	Количество	шт	1
23	Номинальная выдаваемая мощность	кВт	5298
	Число оборотов	об/мин	500/980
	Высота отсасывания	м	-1.79
	Максимальный рабочий напор	м	66,0
	Расчетный чистый напор	м	52,0
	Расходы турбины	м ³ /с	11.5
	Соединительный фланец	мм/ бар	DN=1800 / PN=10
	Гидрогенератор		
	Модель		Трехфазный синхронный генератор 5900 kVA / 500 rpm
	Количество		1
24	Номинальная мощность	кВА	5900
	Номинальное напряжение	В	6300
	Частота вращения	об/мин	500
	Частота	Гц	50
	Коэфф. мощности при перевозбуждении		0,90
	Коэфф. мощности при недовозбуждении		0,95
	Главный трансформатор		
	Модель		ТМН-3200 35/6 кВ
	Мощность	кВА	3200
25	Количество	шт	2
	ВЛ		
	Напряжение	кВ	35/6
	Количество контуров		2
	VI. Строительные характеристики		
32	Общая площадь земель, отводимых под строительство	га	50,0
33	Общая стоимость строительства	млн.	17 386,961
34	Общий срок строительства	месяц	13

3. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1. ВВЕДЕНИЕ

Рабочий проект «Строительство ГЭС мощностью 10,2 МВт в Южной зоне», разработан в соответствии с нормативными документами, действующими на территории Республики Казахстан и на основании следующих исходных данных:

- договора № 20/02-2025 от 20 февраля 2025 года, заключённого между ТОО «Alt Energy» (Заказчик) и ТОО «АлматыГидроэнергоПроект» (Генеральный проектировщик);
- задания на проектирование, выданного Заказчиком;
- материалов комплексных инженерно-геологических изысканий, выполненных ТОО «Декарт Инжиниринг» и ТОО «GEOSTATUS-АЗИЯ» в 2025 году.

Проектируемая гидроэлектростанция относится к деривационному типу и размещается на левом берегу реки Баскан, в пределах Саркандского района области Жетысу Республики Казахстан. Площадка расположена в 3 км восточнее поселка Алмалы, в 450 км северо-восточнее города Алматы и в 163 км к северу от города Талдыкорган — административного центра области Жетысу.

Область Жетысу образована в 2022 году в результате административного разделения бывшей Алматинской области. Регион отличается благоприятными природно-климатическими условиями, разнообразным рельефом и развитым сельскохозяйственным потенциалом. Саркандский район характеризуется преимущественно сельским типом застройки, развитым растениеводством и животноводством, что определяет соответствующую инфраструктурную нагрузку и потребность в устойчивых источниках электроэнергии.

Река Баскан представляет собой одну из наиболее перспективных горных рек Жетысуского Алатау с точки зрения освоения гидроэнергетического потенциала. Она протекает по территории Саркандского района Жетысуской области и относится к бассейну реки Коксай, далее — к системе Или-Балхаш. Питание реки осуществляется за счёт таяния ледников, снежников и родников высокогорной зоны, что обеспечивает стабильный водный режим в тёплый период года.

На сегодняшний день на реке Баскан уже реализован ряд проектов по строительству малых ГЭС. В частности, с 2015 года успешно эксплуатируется Верхне-Басканская ГЭС-1. В 2024–2025 годах завершено строительство и запуск ГЭС-2 и ГЭС-3, образующих единый каскад. Совокупная установленная мощность действующих объектов составляет более 15 МВт, а среднегодовая выработка превышает 76,5 млн кВт·ч. Реализация проектов осуществляется при поддержке Банка Развития Казахстана и с участием частных инвесторов.

Природно-климатические условия рассматриваемой территории благоприятны для строительства и эксплуатации гидроэлектростанций. Горный рельеф, устойчивые геологические породы, умеренная сейсмичность, а также стабильный расход воды позволяют эффективно использовать деривационные схемы с применением напорно-безнапорных водоводов. Проектируемая ГЭС мощностью 10,2 МВт в Южной зоне станет очередным этапом освоения энергетического потенциала реки Баскан и будет интегрирована в существующую инфраструктуру региона.

Предполагается, что новая станция обеспечит не только дополнительную генерацию электроэнергии, но и устойчивое развитие прилегающих территорий, включая создание новых рабочих мест, повышение надёжности энергоснабжения и рациональное использование водных ресурсов.

Местоположение объекта показано на фрагменте карты области Жетысу (рис. 4.1)

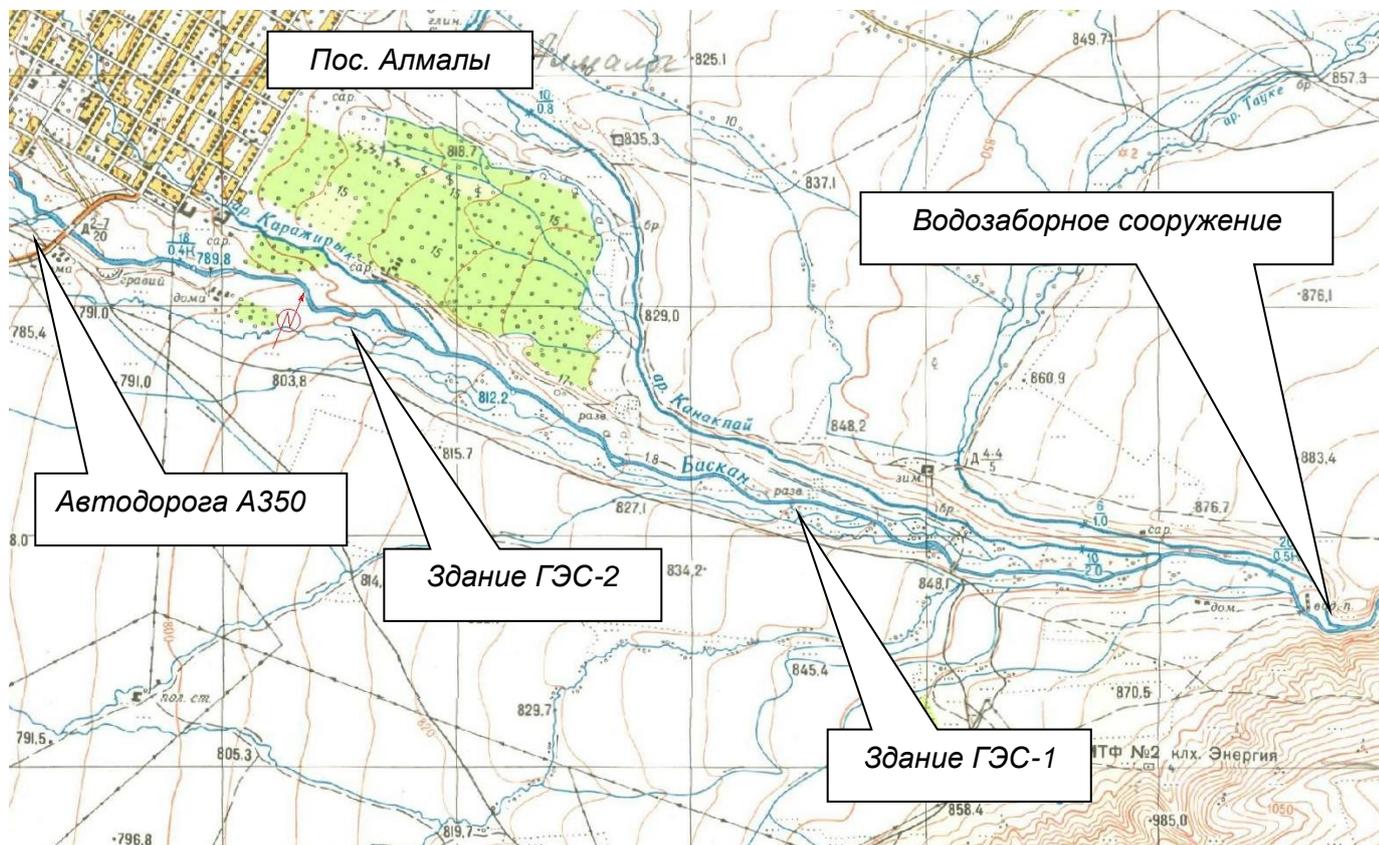


Рисунок 4.1 - Карта-схема

3.2. Обоснование площадки строительства

Обоснование площадки выполнено в ГЭС мощностью 10,2 выполненное ранее в 2013-2015 гг.

Площадка строительства ГЭС выбрана на участке выхода реки Баскан из ущелья. Водозаборное сооружение ГЭС – 1 расположено выше ирригационного гидроузлу, построенного в 1972 году.

Рельеф местности в районе выхода реки Баскан в долину обусловил выбор напорно-деривационной схемы компоновки станции.

Совокупность природных и техногенных факторов обусловила выбор площадки для строительства ГЭС установленной мощностью 10,2 МВт.

Для забора воды из реки Баскан предусмотрено строительство водоподъёмной плотины. В региональной схеме размещения гидротехнических сооружений выбран участок в 250 м выше по течению от существующего гидроузла ГКП ВХ «Сарканирригация», в месте выхода реки из ущелья.

Борта долины в створе проектируемой плотины сложены прочными скальными породами, что делает этот участок геологически устойчивым и благоприятным для размещения водоприёмного узла.

Основные сооружения ГЭС размещаются на левом берегу реки. Вдоль борта проходит грунтовая дорога протяжённостью около 4 км. В рамках строительства ГЭС предусмотрена реконструкция этой дороги для обеспечения проезда тяжеловесных автосамосвалов, прицепов, а также для доставки металлоконструкций, гидромеханического и электротехнического оборудования.

Заказчиком проекта выполнен отвод земельного участка, охватывающего всю территорию, необходимую для строительства ГЭС. Наличие существующих подъездных путей и производственной инфраструктуры, сохранившейся после строительства ГЭС-1, позволяет значительно сократить продолжительность подготовительного этапа при реализации проекта ГЭС-2.

Схема выдачи мощности разработана субподрядной специализированной организацией по отдельному договору.

Ситуационная схема расположения ГЭС приведена на рис. 4.1.

3.3. Природные условия

3.3.1 Инженерно-гидрологическое обоснование проекта

3.3.2 Инженерно-геологические условия проекта

Отчёт по инженерно-геологическим условиям на объекте «Строительство ГЭС мощностью 10,2 МВт в Южной зоне» выполнен на основании Договора № 17/2023-АГЭП-ИГИ от 05.03.2024 г., заключённого с ТОО «Geostatus-Азия», и в соответствии с техническим заданием на выполнение инженерно-геологических изысканий.

В административном отношении проектируемый объект расположен на территории Республики Казахстан, Жетысуская область, Саркандский район.

- Стадия проектирования: рабочий проект
- Вид строительства: новое
- Уровень ответственности сооружений: II (нормальный)
- Сроки проведения работ: в соответствии с календарным графиком, установленным договором
- Система координат: UTM
- Система высот: UTM

Согласно техническому заданию, инженерно-геологическим изысканиям подлежали:

- участок трассы проектируемой воздушной линии (ВЛ) 110 кВ;
- площадка подстанции 110/10 кВ (ПС 110/10 кВ).

Условия проведения работ определены следующие:

- категория проходимости – IV;
- категория сложности инженерно-геологических условий – III.

Техническим заданием предусматривалось комплексное изучение природных условий (геологического строения, гидрогеологических и инженерно-геологических условий, геоморфологических особенностей) территории проектируемого участка.

В соответствии с целевым назначением изучению подлежали:

- установления геологического разреза, условий залегания грунтов;

- отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния, свойств.

Комплекс проведенных изысканий включал в себя:

- инженерно-геологическое обследование территории;
- бурение инженерно-геологических скважин;
- отбор проб нарушенной и ненарушенной структуры грунтов;
- лабораторные работы;
- камеральные работы и составление отчета.

Полевые работы:

Рекогносцировочное обследование территории участка сооружений в соответствии с СП РК 1.02-102-2014.

В процессе рекогносцировочного обследования территории осуществлялись:

- осмотр места изыскательских работ;
- уточнение местоположения горных выработок;
- визуальная оценка рельефа;
- описание имеющихся обнажений, строительных выработок и др.;
- описание геоботанических индикаторов гидрогеологических условий;
- описание внешних проявлений геологических, инженерно-геологических процессов с оценкой их интенсивности, площади развития;
- описание всех видов техногенных нарушений естественных ландшафтов и их влияния на геологические условия (глубину сезонного оттаивания и промерзания, активизацию криогенных процессов, последствий их активизации и др.).

Протяженность рекогносцировочного обследования составила 25,3 км. Результаты рекогносцировочного обследования занесены в полевые журналы (полевой журнал).

Комплекс полевых изысканий, включающий, бурение инженерно-геологических скважин и отбор образцов грунтов и геологическую документацию вскрытых грунтов основания, произведен буровыми бригадами ТОО «Geostatus-Азия» под руководством инженера-геолога Шуканова Т. Полевые работы на объекте были произведены в ноябре 2023г. Камеральную обработку полевых и лабораторных работ с составлением технического отчёта выполнена отделом инженерных изысканий под руководством начальника отдела инженерных изысканий Абилова Б.С.

Целью проведенного комплекса инженерно-геологических изысканий являлось получение необходимой геотехнической информации для разработки проектной документации на строительство объекта «Строительство ГЭС мощностью 10,2 МВт в Южной зоне» с обоснованием предельно допустимых физико-механических нагрузок на геологическую среду, как базу безопасного размещения проектируемых сооружений, изучение геологического строения и геолого-литологического разреза площадки, ее геоморфологических и гидрогеологических особенностей, а также физико-механических свойств и химического состава вскрытых грунтов для установления степени агрессивного воздействия окружающей природной среды на конструкции фундаментов проектируемых сооружений и материалы в трассах инженерных коммуникаций и определения комплекса прочностных характеристик грунтов, необходимого для принятия проектных решений.

Объемы полевых изысканий, лабораторных исследований и камеральных работ и методика их проведения регламентированы техническим и программой инженерно-геологических изысканий (тестовое приложение 1.) и полностью соответствуют требованиям СП РК 1.02-102-2014 [2]. Комплекс геотехнических изысканий выполнен в соответствии с программой инженерно-геологических изысканий. Местоположение и границы участка проектируемого объекта на местности указаны заказчиком. Количество и глубина инженерно-геологических выработок, а также ориентировочные расстояния между скважинами согласованы с заказчиком и регламентированы техническим заданием.

Местоположение скважин на участке работ определяется линейными размерами проектируемых сооружений в сочетании с инженерно-геологическими условиями территории.

Для характеристики инженерно-геологических условий, изучения геолого-литологического разреза грунтового основания и физико-механических свойств грунтов в период проведения изысканий на данном участке пробурены 9 скважин и 14 шурфов в зависимости от назначения. Бурение осуществлялось станком ПБУ-2 диаметром 135 мм. В процессе бурения производилось инженерно-геологическое описание литологического разреза и опробование грунтов. Отбор монолитов грунтов осуществлялся грунтоносами.

Общий объем буровых работ на площадке составил 119,0 п.м.

Точки заложения скважин на участке работ определены исходя из схемы расположения и габаритных размеров проектируемых сооружений, регламентированы техническим заданием и согласованы с заказчиком исходя из генерального плана участка и расположены в контуре участка проектируемых сооружений.

Все пробуренные скважины показаны на геолого-литологических колонках и разрезах грунтового основания участка.

Основными принципами размещения инженерно-геологических выработок в пределах участка являлись получение непрерывного и обоснованного геолого-литологического разреза грунтового основания и установление точных границ выделенных инженерно-геологических элементов в геолого-литологическом разрезе участка.

Проходка инженерно-геологических скважин производилась самоходными буровыми установками ПБУ-2 В процессе бурения технических скважин производился отбор образцов грунтов нарушенной и ненарушенной (монолиты) структуры в количествах, необходимых для статистически корректного определения характеристик, а также для визуального описания и лабораторных исследований, включающих в себя определения естественной влажности, объемного веса, гранулометрического состава, пределов пластичности, относительной деформации просадочности, засоленности, степени агрессивности, компрессионных и сдвиговых испытаний. Все пробуренные скважины по окончании бурения ликвидированы методом обратной засыпки выбуренным грунтом с последующей трамбовкой.

Отбор монолитов из горных выработок, упаковка, хранение и их транспортировка осуществлялись, согласно ГОСТ 12071-2014. И рекомендациям по отбору, упаковке и хранению образцов грунта при инженерно-геологических изысканиях для строительства.

Всего на данном объекте из скважин отобрано 34 образцов нарушенной и ненарушенной структуры (монолитов) для проведения лабораторных испытаний физико-механических свойств грунтов и классификации грунтов, определения химического состава, степени агрессивности и коррозионной активности грунтов.

Объемы выполненных на объекте видов работ приведены в таблице 1.1.

Физико-механические характеристики грунтов определены по результатам лабораторных испытаний с использованием фондовых материалов. Физические свойства грунтов определены согласно ГОСТ 5180-2015[20]: определение влажности грунта на границе текучести методом балансирного конуса, определение влажности грунта на границе раскатывания путем приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3-10 мм, определение плотности грунта произведено объемным методом с помощью режущего кольца. Гранулометрический состав грунтов определен ситовым методом по ГОСТ 12536-2014.

Степень засоления и химический состав грунтов определялись по водным вытяжкам.

Удельное электрическое сопротивление грунта отрабатывалось непосредственно в лаборатории с отбором проб грунта. Значения удельного электрического сопротивления используются при расчете параметров заземления.

Компрессионные испытания производились в лабораторных условиях на образцах грунтов ненарушенной структуры (монолиты) в естественном и водонасыщенном состояниях по двум кривым на приборе КПр-1. Площадь образца составила 60 кв. см при высоте 2,5 см. В интервале нагрузок 0,05-0,3 Мпа определялись значения величин коэффициента уплотнения (сжимаемости грунтов) и модуля деформации. Испытания грунтов на сдвиг производились на образцах с естественной структурой и в водонасыщенном состоянии на приборе ПСГ-2М при площади среза 40 кв.см. Прочностные характеристики (угол внутреннего трения φ и удельное сцепление c) и деформационные характеристики (модуль деформации E) характеристики глинистого грунта определены по ГОСТ 12248-2010[22]. Определение характеристик просадочности в соответствии с ГОСТ 23161-2012[24]. Определение значений степени набухания согласно ГОСТ 12248-2010 ГОСТ 24143-80 [23]. Водная вытяжка грунта выполнена в соответствии с ГОСТ 26425-85[15], 27395-87[16], 26213-2021[13], 26423-85[14].

Лабораторные исследования грунтов производились в аттестованной и сертифицированной испытательной лаборатории ТОО «R.S. Project Engineering» (г. Алматы), Аттестат аккредитации №KZ.T.02.1448 от 27 декабря 2018 года.

Полевая документация пробуренных скважин и результаты лабораторных испытаний грунтов являются основой для составления геолого-литологических разрезов грунтового основания и технического отчета по инженерно-геологическим изысканиям.

Состав и объемы аналитических работ и содержание инженерно-геологического отчета регламентированы СП РК 1.02-102-2014[2].

Статистическая обработка результатов лабораторных испытаний производилась в соответствии с ГОСТ 20522-2012[12].

Учитывая требования технического задания, глубину заложения и тип фундаментов проектируемых сооружений, и геолого-литологическое строение грунтового основания участка, геотехнические характеристики грунтов указаны по участку до глубины 4,0-7,0 м от дневной поверхности в объеме, необходимом для принятия проектных решений.

Виды и объемы выполненных полевых и лабораторных работ приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1.1

№	Наименование работ	Количество скважин/шурфов (точек)	Общий метраж, п.м.	Отбор проб грунта нарушенной/ненарушенной структуры (монолит)
1	Бурение скважин	9/14	119,0	10/6

Таблица 1.1.2

Виды и объемы выполненных лабораторных работ		
Определение гранулометрического состава, ГОСТ 12536-2014 п. 4.2	опыт	16
Определение природной влажности грунта, ГОСТ 5180-2015	опыт	16
Определение плотности грунта и плотности твердых частиц, ГОСТ 5180-2015	опыт	6
Определение коэффициента фильтрации, ГОСТ 25584-2023	опыт	5
Анализ водной вытяжки, агрессивность грунтов к бетону, ж/бетону, засоление	опыт	6
Определение коррозионных свойств к свинцу, стали и алюминию, ГОСТ 9.602-2016	опыт	6

Почвы и растительность

В пределах территории «Строительство ГЭС мощностью 10,2 МВт в Южной зоне», почвы представлены галечниковым грунтом с примесью гравия и валунов до 10%, из разных метаморфизированных полускальных магматических пород с песчаным заполнителем, перекрытой почвенно-растительным слоем, мощностью 0,20 м. В ходе строительства почвенно-растительный слой подлежит рекультивации.

КЛИМАТ

Климат района резко континентальный. Зима холодная и продолжительная с устойчивым снежным покровом, с часто наблюдающимися сильными ветрами и метелями. Лето короткое и жаркое. Преобладают ветры западные и северо-западные при атмосферных осадках, восточные и юго-восточные в сухую и жаркую погоду.

Климатические районы	Климатические подрайоны	Средне Месячная температура воздуха в январе, °С	Средняя скорость ветра за три зимних месяца, м/с	Среднемесячная температура воздуха в июле, °С	Среднемесячная о тносительная влажность воздуха в июле, %
II	ПВ	От минус 4 до минус 14	-	От 12 до 21	-

Климатические характеристик представлены согласно запросу филиалом РГП «Казгидромет» по области Жетысу со станции МС Сарыозек.

№	Наименование параметра	Ед. измерения
1	Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92	-27.10С
2	Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98	-29.00 С
3	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченность 0,92	-23.00 С
4	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98	-25.10 С
5	Наибольшее суточное количество осадков обеспеченностью 1%	45 мм
6	Наибольшее суточное количество осадков обеспеченностью 1%	38 мм
7	Количество осадков за год, мм (обеспеченностью в 95%)	127мм
8	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца	77%
9	Снеговая нагрузка на грунт с вероятностью превышения 0,02 составляет	1,3 гПа
10	Среднее количество осадков за (холодный период) ноябрь- март, мм (обеспеченностью 63%)	113,1 мм
11	Высота снежного покрова вероятностью превышения 5%	29,7 см
12	Эквивалентная толщина стенки гололеда на проводах ВЛ, мм	18 мм

Многолетние данные наблюдения МС «Сарыозек»

Месяц	Средняя температура воздуха за месяц, 0С	Средняя относительная влажность воздуха за месяц, %	Средняя скорость ветра за месяц, м/с	Количество Выпавших осадков, мм
-------	--	--	--	---------------------------------------

Январь	-2,6	69	1,1	7,7
Февраль	-6,1	69	1,2	24,3
Март	3,4	74	1,8	88,2
Апрель	13,9	46	1,8	19,8
Май	17,5	59	1,8	59,0
Июнь	21,8	49	1,8	60,2
Июль	23,7	34	2,0	16,5
Август	19,9	37	2,0	11,7
Сентябрь	17,6	33	1,8	4,9
Октябрь	8,3	51	1,6	31,1
Ноябрь	0,3	76	1,4	77,1
Декабрь	-10,3	73	0,9	17,9

Средняя температура воздуха за год составила 9,0 0С

Абсолютный максимум температуры воздуха за год 38,3 0С

Абсолютный минимум температуры воздуха за год минус 26,6 0С

Средняя температура наиболее холодного месяца минус 12,3 0С (февраль)

Средняя температура наиболее жаркого месяца минус 31,1 0С (июль)

Продолжительность теплого периода 156 дней, средняя температура воздуха составила 15,8 0С

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого периода 34%

Число дней со снежным покровом 84 дня

Максимальная высота снежного покрова 20 см

Минимальная высота снежного покрова 1 см

В 2022 году на МС «Сарыюзек» метель не наблюдалась

Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова 106 дней

Среднегодовое количество дней с пыльной бурей по многолетним данным составляет 0,4 дня

Максимальная скорость и порыв ветра по флюгеру и анеморумбометру, м/с

	Месяц												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Скорость (ф)	12	9	15	18	25	18	18	10	18	15	13	15	25
Порыв (ф)	16	17	20	25	28	23	22	18	25	18	15	19	28

Повторяемость направления ветра и штилей, %

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	8	4	4	6	21	30	19	8	66
II	15	7	6	7	16	25	15	9	62
III	30	9	5	4	11	16	13	12	49
IV	32	6	4	4	9	15	14	16	39
V	28	6	4	3	10	19	14	16	40
VI	23	8	5	5	11	21	13	14	41
VII	27	7	5	4	11	18	14	14	41
VIII	34	6	3	3	8	14	13	19	45
IX	34	6	3	2	8	15	14	18	47
X	25	6	3	4	12	19	16	15	52
XI	17	6	4	6	18	23	16	10	59
XII	10	6	5	6	18	29	19	7	63

Скорость ветра (по средним многолетним данным), повторяемость превышение которой составляет 5 %- 4 м/с.

Количество дней с ветрами свыше 15 м/сек за последние 10 лет – 143 дней.

Таблица 2.5. Повторяемость температуры воздуха в начале обледенения проводов, % от общего числа

Вид отложения	Температура, С0						Число случаев
	от 5,0	от 0,0	от 5,0	от 10,0	от 20,0	от 30,0	
	до 0,1	до -4,9	до -9,9	до- 19,9	до -29,9	И ниже	
гололед	-	-	-	-	-	-	-
зернистая изморозь	-	32,8	56,5	10,7	-	-	131
кристаллическая изморозь	-	1,8	27,0	67,6	3,6	-	111
мокрый снег	-	-	-	-	-	-	-
сложное отложение	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2.6. Повторяемость скорости ветра при максимальном отложении льда на проводах, % от общего числа

Вид отложения	Скорость, м/с							Число случаев
	0-1	2-5	6-9	10-13	14-17	18-20	21-24	
гололед	-	-	-	-	-	-	-	-
Зернистая изморозь	90.8	9.2	-	-	-	-	-	131
кристаллическая изморозь	98.2	1,8	-	-	-	-	-	111
мокрый снег	-	-	-	-	-	-	-	-
сложное отложение	-	-	-	-	-	-	-	-

Преобладающее направление ветра зимой ЮЗ, летом СЗ. Средняя относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца 77% (январь)

Проектная территория относится к III району по толщине стенки гололеда и составляет 18 мм (согласно ПУЭ РК 2022 г. Приложение 2) [25].

Проектная территория относится к II району по годовой продолжительности гроз и составляет 40 часов (согласно ПУЭ РК 2022 г. Приложение 3).

Проектная территория относится к III ветровому району по базовой скорости ветра и составляет 30 м/с, нормативное значение ветрового давления составляет 0,56 кПа(согласно ПУЭ РК 2022 г. Приложение 4) [25].

Глубина нулевой изотермы в грунте, см (согласно Рис. А.2 СП РК 2.04-01-2017 [1] «Схематическая карта максимальной глубины проникновения нулевой изотермы в грунт» по участку работ).

Таблица 2.7.

Максимум обеспеченностью	
0,90	0,98
100	150

ИЗУЧЕННОСТЬ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УЧАСТКА РАБОТ

Геологическая карта: L-44-XXXI. Геологическая карта СССР. Серия Джунгарская, масштаб: 1:200000, серия: Джунгарская, составлена: Южно-Казахстанское геологическое управление, 1959 г., редактор: Семенов А.

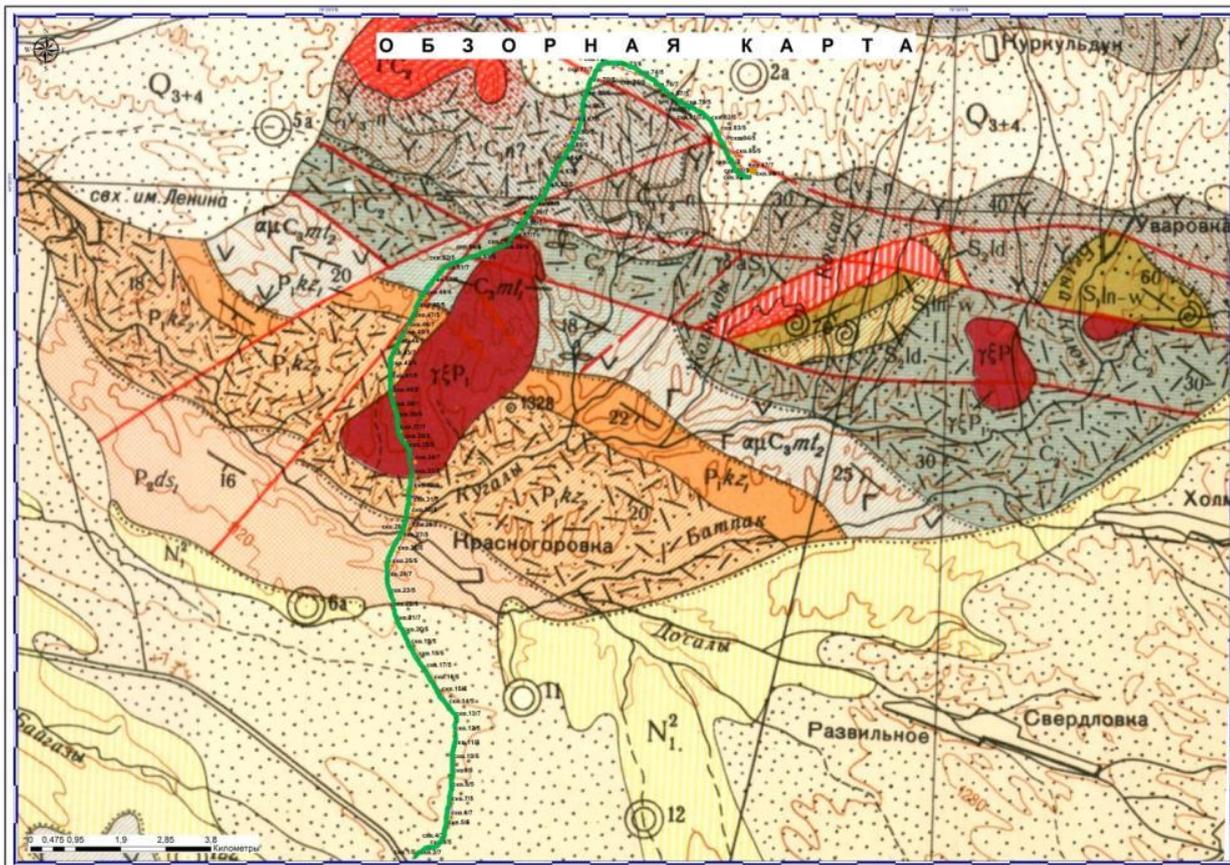


Рисунок 3.1. Геологическая карта района работ (зеленым контуром отмечена трасса изысканий)

Материалы Государственной геологической съемки, справочные данные использовались для установления общих закономерностей геологического строения, геоморфологических условий на рассматриваемом участке изысканий и использовались для составления общих глав отчета.

Сведений об инженерно-геологической изученности данного участка нет.

ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА РАБОТ

Рельеф и геоморфология

Геоморфологическая обстановка участка среднего течения р. Баскан не отличается многообразием высоких таксономических подразделений. Наиболее значительная часть ее определяется типами рельефа аккумулятивно-тектонического (равнинного) комплекса. Менее значительные преимущественно периферийные области, относятся к эрозионно-тектоническому комплексу.

В составе эрозионно-тектонического комплекта выделяются следующие типы рельефа.

- Пенеплен слабо эродированный, представляет останцы мезозойской денудационной поверхности, сохранившиеся на водоразделах гор Маркатау, Алатау и Шатырбай. Отличаются пологими увалистыми формами, развивающимся на породах палеозоя.

- Низкорельефный слаборасчлененный увалисто-грядовый рельеф. Рельеф сформирован на палеозойских образованиях, перекрытых чехлом суглинков.

- Среднегорный грядово-гивистый и грядово-увалистый рельеф распространён на южной периферии территории в горах Жаманкоуртае и Маркатау. Рельеф выработан на породах палеозойского комплекса в течение кайнозоя.

- Аккумулятивно-тектонический комплекс объединяют типы рельефа Покатиловской межгорной впадины и ее западного выхода в Прибалхашскую впадину. Здесь господствует эолово-делювиальная равнина, развитая на суглинистых образованиях, часто лессовидных верхнечетвертичного-современного возраста. Равнина расчленена сетью преимущественно сухих логов с глубиной вреза до 15-20м. формирующих холмисто-увалистый характер рельефа, ее поверхности. В южной части равнины у подножия гор Маркатау получил развитие шлейф конусов выноса делювиально-пролювиального генезиса.

Геологическое строение района работ

Участок среднего течения реки Баскан в геологическом отношении характеризуется развитием разнообразных пород от палеозойской до кайнозойской групп. Скальные породы палеозоя слагают фундамент и бортовые обрамления межгорной впадины. Последний наполнен рыхлообломочными и связанными отложениями кайнозоя.

Слоистые образования палеозоя имеют на описываемой территории весьма незначительное распространение. Их развитие обособлено вдоль западных и юго-западных границ района. Более древние из них представлены образованиями нижнего и среднего девона.

Толща, преимущественно в различной степени метаморфизованных образований, выделена под наименованием Саркандской свиты. Более древние слои свиты, представлены алевролитами, песчаниками, алевролитовыми песчаниками, алевролитовыми сланцами, объединены в нижнюю свиту. Верхняя подсвита D1-2 sk2 отличается преобладанием песчано-сланцевого флиша.

Преимущественно терригенные образования Животского яруса среднего девона D2gy несогласно перекрывают Саркандскую свиту. В составе Животских образований наиболее значительно развиты песчаники, в меньшей степени алевролиты, кремнистые сланцы, органогенные известняки.

К.з. Покровные кайнозойские накопления в нижней части разреза представлены отложениями неогена (алакульские и илийские свиты) N1-2, наполняющими днище впадины, а наверху повсеместно распространенными четвертичными образованиями.

dpQII. Разрез четвертичных образований начинается отложениями переслаивающихся валунных, гравийных и галечниковых грунтов средне-четвертичного возраста, перекрывающих размытую поверхность палеозойских и неогеновых пород. В составе продукты различного генезиса: аллювиальный материал (галька, гравия, песок) четвертых надпойменных террас р. Баскан и ее притоков, делювиально-пролювиальные накопления (глыбы, щебень, супеси) предгорного шлейфа.

apQII В геологическом отношении вскрытая толща грунтов до глубины 20м представлена аллювиально-пролювиальными верхне-четвертичными отложениями первой надпойменной террасы долины р. Баскан.

Практически весь разрез глубже почвенно-растительного слоя, представлен галечниковым грунтом с супесчаным заполнителем 9%÷13% с включением валунов до 60% (визуально). Обломочный материал различного петрографического состава с некоторым преобладанием гранитоидов.

aQIV.К собственно современным отложениям отнесены гравийно-валунные галечники аллювиального характера, слагающие низкие и высокие поймы р. Баскан и ее притоков.

Подземные воды в скважинах до глубины 20м не вскрыты.

Интрузивные образования

В районе работ отмечены граниты пермского возраста, которые по форме внедрения, размерами относятся к батолитам.

У1 Р.– Главная интрузивная фаза представлена серыми, крупнозернистыми биотитовыми гранитами.

У2 Р. – Вторая фаза представлена мелко-среднезернистыми двухслюдными гранитами, образующими штоки и пологопадающие дайки. Внутри массива и в его экзоконтактной зоне развиты преимущественно дайки апилитов, апиловидных гранитов, фельзит-порфиров и кварцевых порфиров.

Гидрогеологическое строение района работ

Гидрогеологические условия района определяется геологическим строением, физико-географическими и геоморфологическими особенностями. Перечисленные факторы влияют на условия формирования, транзита и разгрузки подземных вод.

В целом рассматриваемый район ввиду разнообразия физико-геологических факторов и геолого-структурных особенностей характеризуются сложными и гидрогеологическими условиями. Сложность их заключается в многообразии водоносных комплексов и горизонтов, в различных условиях их питания, транзита и разгрузки.

Описание выделенных водоносных комплексов и горизонтов дано сверху вниз.

Водоносный горизонт современных аллювиальных отложений (аQIV). В районе развит по долине реки Баскан и ее притоков. Водообильность аллювиальных отложений по данным откачек из скважин изменяется 0,3-5,0л/с при понижении уровня УГВ 1-3.4м.

Водоносный горизонт средне-четвертичных делювиально-пролювиальных отложений (дрQII). Водовмещающие породы представлены дресвяно-щебенистыми отложениями с супесчаным и песчаным заполнителем. Подземные воды залегают на глубине 94,8м. Дебит составляет до 38л/с при понижении уровня воды на 9,8м.

Водоносный горизонт средне-четвертичных аллювиально-пролювиальных отложений (арQII). Общая мощность отложений составляет 56-148м. Водовмещающими породами являются валунно-галечники, гравийно-галечники с включением песка, супеси, суглинков. Глубина залегания УГВ от 65м до 87м. Водообильность от 4,8-76 л/с при понижении уровня воды от 1,7 до 13,1м.

Водоносный горизонт нижнечетвертичных аллювиально-пролювиальных отложений (арQI). В пределах района изысканий вскрываются скважинами. Глубина залегания уровня подземных вод до 140м. Водовмещающие породы представлены валунно-галечниками, гравийно-галечниками.

Водоносный горизонт плиоценовых отложений (NII). Водовмещающие породы представлены гравелистыми песками.

Подземные воды породического распространения миоценовых и плиоценовых отложений павлодарской свиты (N_i -2pV). Подземные воды выделены в восточной части района и вскрыты скважинами повсеместно на глубине не менее 280м.

Подземные воды зоны открытой трещиноватости девонских отложений (D). Водовмещающими породами являются туфы, песчаники, алевролиты.

По данным литературы №2 порово-грунтовые воды приурочены к аллювиальным и делювиально-пролювиальным четвертичным отложениям и гидравлически связаны с трещинно-грунтовыми водами палеозоя. Водовмещающими породами являются гравийно-галечники, валунно-галечники, пески дресвяно-щебенистые отложения.

Порово-грунтовые воды в свою очередь питаются за счет трещинно-грунтовых вод, атмосферных осадков и вод поверхностных водотоков.

Четвертичные отложения цокольных террас почти безводны. В период снеготаяния и затяжных дождей в них скапливаются незначительные запасы грунтовых вод, исчезающие в начале июня. Делювиально-пролювиальные шлейфы гор Маркатау и Джалак –Котуртас практически безводны.

Четвертичные отложения, залегающие на глинисто-гравийных образованиях неогена в пределах межгорных впадин, повсеместно обводнены.

Химический состав вод гидрокарбонатно-смешанный по катионам, реже гидрокарбонатный, магниевый-кальциевый. Воды нейтральные (РН 6.6-7.2). Общая минерализация колеблется в пределах

250-500 мг/л, реже 535-611 мг/л. Общая жесткость изменяется, в основном, от 3 до 6 мг/л и реже от 7,5 до 7,8 мг/л.

Подавляющая часть источников относятся к нисходящим и редко восходящим. Долина реки Баскан является местной дренажной для всех типов вод от поровых до трещинных.

Подземные воды в скважинах до глубины 20м не вскрыты.

Коэффициенты фильтрации грунтов

Фильтрационные свойства пород зоны аэрации изучены наливами воды в шурфы. Расчетные коэффициенты фильтрации (Кф) следующие: для галечников с валунами до 30% и более 30%, и разным заполнителем – 0,47-2,78 м/сут, (Приложение №5).

Коэффициент фильтрации Кф грунтов зоны водонасыщения, по фондовым материалам, для галечников с валунами более 30%, с песчаным заполнителем – 72-110 м/сут.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Инженерно-геологические элементы

По результатам проведенных инженерно-геологических исследований, а также анализа материалов предыдущих изысканий, в пределах изучаемой площадки грунты, слагающие геолого-литологический разрез основания сооружений с учетом их происхождения, генезиса, текстурно-структурных особенностей, в соответствии с ГОСТ 25100-2020[10] выделены в следующие инженерно-геологические элементы:

Почвенно-растительный слой – представлен супесчаным грунтом с корнями растений. Мощность почвенно-растительного слоя небольшая и составляет порядка 20 см. При строительстве будет снят, поэтому на данном этапе не исследовался.

ИГЭ – 1 - (аQIV) – Крупнообломочный грунт представлен галечниковым грунтом, с примесью гравия и валунов до 10% из разных метаморфизованных полускальных и магматических пород с песчаным заполнителем. Согласно ГОСТ 25100-2020 табл. Б.6 – нерастворимый. Согласно ГОСТ 25100-2020 табл. Б.7 – водопроницаемый. Мощность ИГЭ-1 от 3,8 до 6,80м.

Расчетные характеристики ИГЭ исследуемого участка работ

Нормативные и расчетные характеристики грунтов приведены в таблице 5.2.1

Таблица 5.2.1

Примечание: Расчетное сопротивление приведено согласно табл. Б.3 СП РК 5.01-102-2013[8]

№ п.п	Наименование характеристики	Обозначение	Един. измер.	Нормативное значение
1	2	3	4	5
Галечниковый грунт (ИГЭ-1)				
Физические характеристики				
1	Плотность грунта естеств.	Pn	г/см ³	2,15
2	Плотность сухого грунта	pd	г/см ³	2,04
3	Плотность частиц грунта	ps	г/см ³	2,71
4	Влажность грунта	W	%	5,7
5	Коэффициент пористости	ε	д.е	0,330
Механические характеристики				
4	Расчётное сопротивление	Ro	кПа	450
5	Угол естественного откоса	φ	град	35

6	Модуль деформации			E0	Мпа	50		
Наименование грунта по ГОСТ 25100-2020			Единица измерения	Нормативное значение	Коэффициент надёжности по грунту		Расчётное значение	
Показатели					По деформациям	По нес. способ.	По деформациям	По нес. способ.
Галечниковый грунт (ИГЭ-1)								
Плотность грунта		P	г/см ³	2,15	1.01	1.02	2,17	2,19

Примечание: Нормативные значения приведены согласно лабораторным данным. Расчетное сопротивление приведено согласно табл. Б.3 СП РК 5.01-102-2013.

Водно-химические свойства грунтов

По суммарному содержанию легко и среднерастворимых солей грунты, слагающие площадку изысканий до глубины 3,0 м, грунты слабозасоленные, тип засоления сульфатный и хлоридно-сульфатный. Грунты по отношению к бетонам марки W4 на портландцемент слабоагрессивная, к бетонам марки W4 на шлакопортландцемент неагрессивная, на сульфатостойких цементах неагрессивная. Для железобетонных конструкций неагрессивная. (см. Приложение 7)

Степень коррозионной агрессивности грунтов по отношению к свинцовой оболочке кабеля – высокая, к алюминиевой – высокая. По отношению к стальным конструкциям высокая. (см. Приложение 8)

Геологические и инженерно-геологические процессы

В пределах территории проектируемых сооружений, в ходе полевых работ выделены нижеследующие виды современных инженерно-геологических процессов:

1. Участок проектируемых сооружений расположен на поверхности левой надпойменной террасы реки Баскан, где рельеф представлен как обширное равнинное плато. Этот геоморфологический элемент образовался по причине частого изменения русла реки Баскан.

2. При образовании селевых потоков ожидается прорыв и разрушение берегов и прибереговой части плато, где расположены проектируемые сооружения. Во время полевых работ, другие современные инженерно-геологические процессы не были обнаружены.

Район расположен в зоне сейсмической опасности согласно СП РК 2.03-30-2017 с изменениями и дополнениями по состоянию на 21.10.2021 г по ближайшему населенному пункту:

Населенный пункт	Интенсивность в баллах по шкале MSK-64(K)		Пиковые ускорения грунта (в долях g) для скальных грунтов	
	по карте сейсмического зондирования			
	OC3-2475	OC3-22475	OC3-1475	OC3-12475
Алмалы	8	9	0,20	0,37

Согласно СП РК 2.03-30-2017 с изменениями и дополнениями по состоянию на 21.10.2021 г. Таблице 6.1, тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам- II.

Из инженерно-геологических процессов и явлений в районе проектируемой площадки застройки прогнозируется эрозия.

Строительные группы грунтов для разработки механизмами приведены по ЭСН РК 8.04-01-2020 Разделы 1 и 3 тб.1:

Таблица 7.1

№	Номер пункта	Наименование грунта	Экскаваторами	Вручную
---	--------------	---------------------	---------------	---------

ИГЭ				
ЭСН РК 8.04-01-2022 Раздел 1 тб.1				
-	§9в	ПРС	1	2
1	§6г	Глаечниковый грунт	4	4р

Селеопасность реки Баскан

Область формирования реки Баскан от истоков до выхода ее из гор у села Алмалы располагает условиями, благоприятными для возникновения и развития селевых потоков, Об этом свидетельствует не только соответствующий комплекс условий возникновения селей, но и то, что подобные явления уже имели место в прошлом.

Изучение осадков, слагающих днище долины р. Баскан выше и ниже с. Екиаша, показало, что некоторые отложения можно с большей долей уверенности отнести к селевым. При этом, характер их размещения среди обломочного материала террасы может свидетельствовать в пользу их отложения как синхронного с формированием аккумулятивной части террасы, так и более позднего, возможно современного, выбрасывания их туда селевыми потоками.

Современная гидрологическая характеристика р. Баскан не противоречит показаниям селеопасности. Ее черты определяются условиями горной зоны. При общей площади водосбора в 883км² среднемноголетний объем стока составляет 328млн.м³. Наименьшие расходы 4-5 м³/сек, в среднем за межень приходятся, на зимнюю межень, которая длится с декабря по апрель. Наибольшие расходы наблюдаются в период весенне-летнего половодья - максимум в июле и достигает среднесуточного значения - 61,5 м³/сек. (Максимальный суточный расход, по данным до 1970г, достигает - 74,9 м³/сек).

Особо опасно, бурное снеготаяние весеннего времени при одновременном выпадении жидких атмосферных осадков, способствующих интенсификации схода снежного покрова. Возникающие при этом русловые паводки иногда трансформируются в сели.

В числе гидрометеорологических факторов селеобразования в условиях Джунгарии существенную роль играют ливневые осадки. Сели, вызываемые интенсивными ливнями, имеют преимущественное распространение и наиболее частую повторяемость.

Часто ливни имеют очаговый характер, локализуясь в пределах относительно малых по площади бассейнов.

Наиболее значительные по своим энергетическим параметрам потоки зарождаются, как правило, в верховьях рек, берущих начало в альпийской и субальпийской ландшафтных зонах. Это обусловлено тем, что здесь наряду с водно-климатическими факторами большое значение приобретают геолого-геоморфологические факторы. Однако, для Джунгарии, в частности для бассейна р. Баскан, геолого-геоморфологическая обстановка не располагает столь значительными предпосылками для возникновения селей, как например, в Заилийском Алатау. Долины рек Малого и Большого Баскан, существенно выположены и прямолинейны, как в верховьях, так и в средней части, склоны долин пологи, и часто покрыты лесом, кустарником или густым разнотравьем, днища широкие, плоские. Склоновые явления, такие как оползни, оплывины, эрозионные борозды и т.д. способствующие формированию селей, почти не встречаются. Осыпи развиты мало, большей частью закреплены или слабо подвижны. Примечательно, что в поймах рек, почти у самого русла растут большие деревья свидетельство отсутствия селевой деятельности, по крайней мере, в последние десятилетия.

Гораздо более селеопасными представляются истоки рек Малого и Большого Баскан. Это обусловлено их размещением в высокогорном нивальном поясе Джунгарии. Здесь большое значение приобретают специфические факторы, такие, как большие запасы льда и снега, запрудные и моренные озера, большое количество рыхлообломочного материала, часто насыщенного влагой, слабое развитие почво-растительного покрова, значительная крутизна падения рек. В бассейне Малого Баскана

перечисленные явления выражены слабо, но в верховьях многочисленных истоков Большого Баскана создают реальную угрозу селезарождения. Особо следует отметить основные источники: Кунукбай, Жаман-Сай и Уток. Верховья, р. Кунукбай располагают большим количеством, рыхлообломочного материала в виде морен различного типа и возраста. Отмечены обвалы скальных бортов долины реки, перекрывшие отложения древней морены.

Как положительный фактор, способствующий затуханию селевого потока, может рассматриваться прямая, выположенная, хорошо разработанная троговая долина.

Существенную селеопасность представляют бассейны рек Жаман-Сай и Уток. Наряду со всеми прочими условиями зарождения и развития селевых потоков, здесь находятся озера, возникшие в результате подпруживания рек.

Озеро в ущелье Жамансай содержит около 30-40 тыс.м³ воды. Возникло оно в результате перекрытия долины мореным материалом и обвала скального борта долины. Образовавшаяся плотина имеет около 2км ширину по основанию и 400м в верхней части. Сложена преимущественно крупными обломками и глыбами. Сток воды из озера происходит путем фильтрации через тело плотины.

Аналогичное происхождение имеет озеро в ущелье Уток. Объем содержащейся в нем воды более значителен - по грубым подсчетам около – 1 млн. 300 тыс.м³. Возникшая здесь плотина также более грандиозна, чем в ущелье Жаман-Сай. Сток из озера осуществляется путем фильтрации.

Указанные явления обвалов обязаны, по-видимому, сейсмическим колебаниям и приурочены к крупным разрывным нарушениям, активно действующим в настоящее время.

Несмотря на то, что обе плотины производят впечатление очень мощных устойчивых сооружений и не встречено никаких следов перехлестывания воды через их поверхность, нельзя полностью исключать возможность прорыва озер. Подобное событие может вызывать катастрофический сели объемом до 2 млн.м³ и более - с учетом воды в озере ущелья Уток и наращивания объема селевого потока за счет размыва бортов и днища ущелья.

В дополнение к изложенному следует кратко остановиться на роли сейсмических явлений. Землетрясения мгновенно приводят в движение громадные массы горных пород, легко переходящих в грязекаменные потоки даже при незначительных атмосферных осадках или нарушениях водного режима горных рек - образования временных запруд.

В заключение приведем региональную оценку селеопасности данную Н.Ф. Колотилиным (1974г.) для Джунгарской орогенной зоны. В соответствии с его картой фоновой селеопасности бассейна р. Баскан входит в пределы двух районов с различной степенью селеопасности. Бассейны Большого и Малого Баскана от истоков до Покатиловской впадины отнесены к району II категории, где селеопасность оценивается как потенциально-высокая со следующими параметрами: объем выносов за один сели - до 1 млн.м³, в экстремальных случаях до 1,5 млн.м³ и более (приведенная нами оценка до 2 млн.м³ и более); селевые расходы до 500 м³/сек и более, повторяемость селевых потоков 1-2% энергетический класс: K=7.

Участок, бассейна р. Баскан от слияния Малого и Большого Баскан до горного устья реки у с. Алмалы относится, к району III-категории и оценивается такими значениями: объем выносов за один сели до 0,5 млн.м³, селевые расходы до 100 м³/сек (приведенные нами расходы паводка 1972 года, составляющие 491 м³/сек. показывают, что эти оценки занижены), повторяемость селей 5-10%, энергетический класс: K=6.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Анализ материалов изысканий позволяет сделать следующие выводы:

1. На основании выполненных на участке строительства ГЭС мощностью 10,2 МВт инженерно-геологических изысканий и изучения фондовых материалов, по прилагаемой территории и региона в целом сделаны следующие выводы: Заданием предусмотрено изучение места следующих проектируемых сооружений.

- Напорный бассейн $S = 9 \times 22,4\text{м.}$
- Напорный трубопровод $L = 3,47\text{км, } d = 2,2\text{м.}$
- Участок здания ГЭС-2 $S = 12,5 \times 31,0\text{м.}$

2. Грунтовые воды в период изысканий (ноябрь 2023г.) не вскрыты.

3. По суммарному содержанию легко и среднерастворимых солей грунты, слагающие площадку изысканий до глубины 3,0 м, грунты слабозасоленные, тип засоления сульфатный и хлоридно-сульфатный. Грунты по отношению к бетонам марки W4 на портландцемент слабоагрессивная, к бетонам марки W4 на шлакопортландцемент неагрессивная, на сульфатостойких цементах неагрессивная. Для железобетонных конструкций неагрессивная. (см. Приложение 7)

Степень коррозионной агрессивности грунтов по отношению к свинцовой оболочке кабеля – высокая, к алюминиевой – высокая. По отношению к стальным конструкциям высокая. (см. Приложение 8)

4. Нормативные и расчетные значения грунтов:

№ п.п	Наименование характеристики	Обозначение	Един. измер.	Нормативное значение			
1	2	3	4	5			
Галечниковый грунт (ИГЭ-1)							
Физические характеристики							
1	Плотность грунта естеств.	P_n	г/см ³	2,15			
2	Плотность сухого грунта	p_d	г/см ³	2,04			
3	Плотность частиц грунта	p_s	г/см ³	2,71			
4	Влажность грунта	W	%	5,7			
5	Коэффициент пористости	ϵ	д.е	0,330			
Механические характеристики							
4	Расчётное сопротивление	R_0	кПа	450			
5	Угол естественного откоса	ϕ	град	35			
6	Модуль деформации	E_0	Мпа	50			
Наименование грунта по ГОСТ 25100-2020		Единица измерения	Нормативное значение	Коэффициент надёжности по грунту		Расчётное значение	
Показатели				По деформациям	По нес. способ.	По деформациям	По нес. способ.
Галечниковый грунт (ИГЭ-1)							

Плотность грунта	Р	г/см ³	2,15	1,01	1,02	2,17	2,19
------------------	---	-------------------	------	------	------	------	------

Район расположен в зоне сейсмической опасности согласно СП РК 2.03-30-2017 с изменениями и дополнениями по состоянию на 21.10.2021 г по ближайшему населенному пункту:

Населенный пункт	Интенсивность в баллах по шкале MSK-64(К)	Пиковые ускорения грунта (в долях g) для скальных грунтов			
	по карте сейсмического зондирования				
	ОСЗ-2475	ОСЗ-22475	ОСЗ-1475	ОСЗ-12475	
Рудничный	9*	9*	0,62	0,39	

Согласно СП РК 2.03-30-2017 с изменениями и дополнениями по состоянию на 21.10.2021 г. Таблице 6.1, тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам- II.

Строительные группы грунтов для разработки механизмами приведены по ЭСН РК 8.04-01-2020 Раздел 2 Работы земельные работы:

NN ИГЭ	Наименование грунта	экскаваторами	вручную
1	Галечниковый грунт-бг	4	4р

5. Климатические характеристики промерзания грунтов и нагрузки приведены в главе 2.

3.3.3 Топографо-геодезическое обоснование

Топографо-геодезические работы на объекте «Инженерно-геодезические изыскания по объекту: «Строительство ГЭС мощностью 10,2 МВт Южной зоне» выполнялись в октябрь-ноябрь 2024 года. Методика и объёмы работ соответствуют требованиям Заказчика, требованиями действующих нормативно-методических и нормативно-технических актов в области топографо-геодезической деятельности, инструкциям, руководящим техническим материалам.

Целью работ: создание топографической карты масштаба 1:500, с сечением рельефа 0,5 м
Административная принадлежность района работ – Саркандский район, Жетысу обл, Республика Казахстан.

Выполнение виды работ:

- Топографическая карта масштаба 1:500 – 150 га.

При выполнении работ использовалась:

- Система координат – Условная
- Система высот – Условная

Объемы выполненных работ

№ ПП	Процессы работ	Един. Измерения	Объем выполненных работ
1	Топографическая съемка м-ба 1:500 сеч. 0,5 м	га	150

Картограмма работ



Физико-географическая характеристика района работ

Климат района работ резко континентальный, с жарким сухим летом и холодной зимой. Большие колебания температуры наблюдаются не только в течение года, но и в течение суток. Положительная температура воздуха держится в течение 7 месяцев. Переход через 0°C отмечается в конце второй декады марта и в конце первой декады января. Весной от марта к апрелю отмечается стремительный рост температуры на 7-9°C, но в это время могут наступать похолодания до 0°C и ниже. В начале мая отмечаются заморозки. Самая высокая среднемесячная температура наблюдается в июле месяце и составляет + 23,2°C. Абсолютный максимум температур + 40°C. Самый холодный месяц – январь, со среднемесячной температурой – 10,1°C. Абсолютный минимум температур - 41°C. Среди зимы отмечаются оттепели, иногда температура воздуха достигает + 10°C. Среднегодовая температура положительна и равна 7°C. Относительная влажность воздуха меняется в течение года в широких пределах от 28 до 66%.

Распределение атмосферных осадков по месяцам неравномерное. Наибольшее количество осадков выпадает на осенне-весеннее время – 49-59 мм. Летом количество осадков уменьшается и в августе достигает 24 мм. Среднегодовое количество осадков составляет 461 мм. Снег выпадает в середине ноября месяца и сходит в первой половине марта. Высота снежного покрова 13-69 см. (среднее значение – 29 см).

Грунты промерзают на глубину 130-157 см (по м/с Сарканд). Среднегодовая скорость ветра изменяется в пределах 2,0-3,4 м/с. Максимальная скорость ветра возможна один раз в 5 лет – 24 м/с. Наибольшее число дней в году с сильным ветром – 41м/с.

Топографическая съёмка масштабов 1:500

Топографическая съёмка выполнена тахеометрическим методом электронными тахеометрами с проложением тахеометрических ходов от исходных и съёмочных точек.

Топографическая съёмка масштаба 1:500 сечением рельефа через 0,5 м. Планово-высотное обоснование использовалось от базы “South” г. Талдыкорган.

Все полевые данные фиксировались на электронную карту, согласно особенностям того или иного прибора (электронного тахеометра).

Все работы по топографической съёмке местности масштаба 1:500 с сечением рельефа через 0,5 м. выполнялись согласно, «Инструкции по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, и 1:500», ГКИНП – 02 – 033 – 82, МОСКВА «НЕДРА» 1982 г. И в соответствии с требованиями технического задания Заказчика ТОО «Тимир». С набором точек, обеспечивающих достоверное построение рельефа и топографической ситуации.

Все полученные технические характеристики соответствуют необходимой точности, требуемой нормативными документами. Поэтому, изготовленная в процессе производства работ продукция (цифровые планы на электронном носителе), может быть в полной мере использована в качестве обеспечения информационной и топографической основы, при принятии технических решений в процессе проектирования и реализации мероприятий, направленных на обеспечение оперативных решений.

Исходные данные

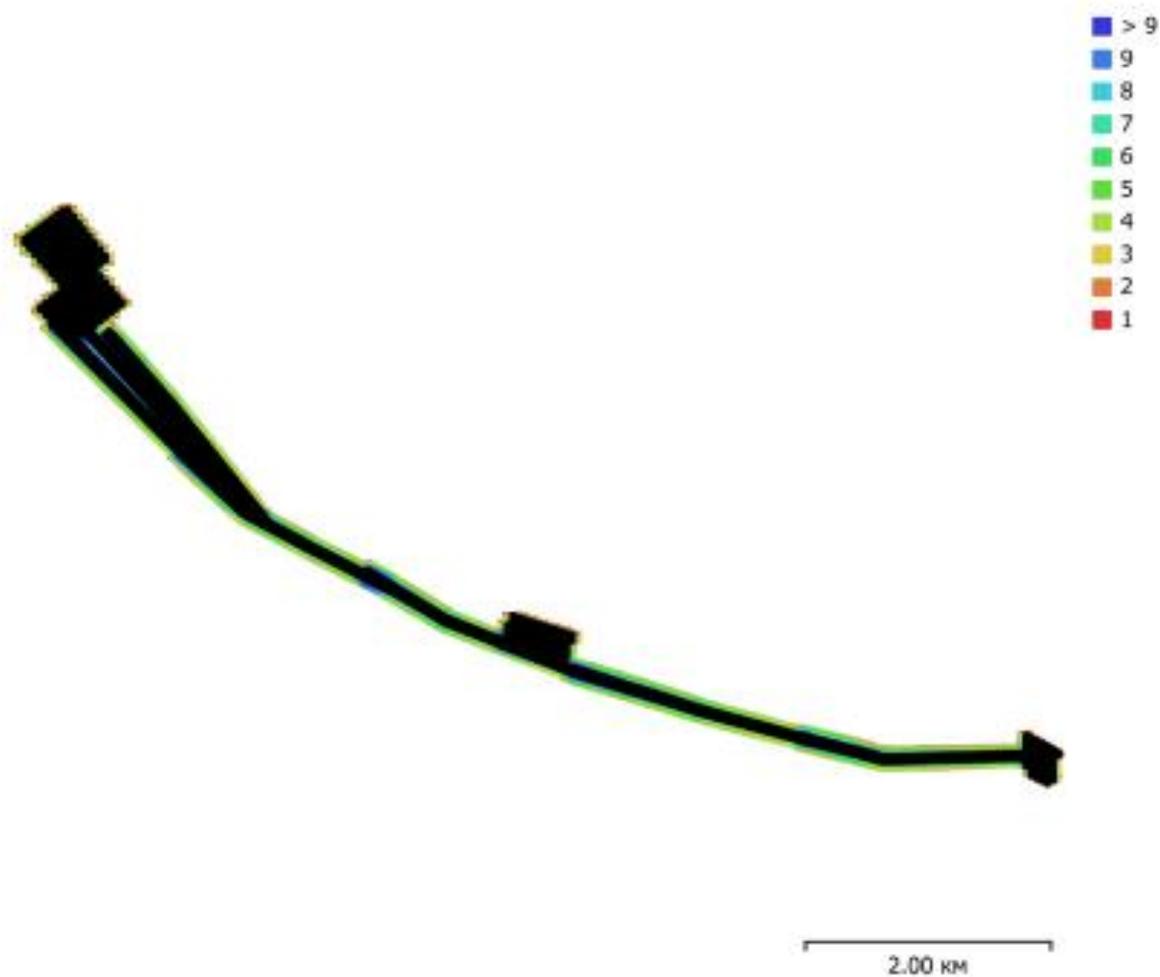


Рис.1 Положение центров фотографирования и перекрытие снимков

Всего снимков:	1,746	Позиции съёмки:	1,746
Высота полёта:	111 м	Связующих точек:	1,089,486
Разрешение съёмки:	2.88 см/пикс	Проекция:	6,607,318
Площадь покрытия:	3.24 км ²	Ошибка репр-я:	0,858 пикс

Модель камеры	Разрешение	Фокусное р-е	Размер пикселя	Калибровка
FC6310S (8.80mm)	5472 x 3648	8.60423 мм	2.35 x 2.35 мкм	Нет
FC6310S (8.80mm)	5472 x 3648	8.60423 мм	2.35 x 2.35 мкм	Нет

Таблица 1. Камеры

Калибровка камеры

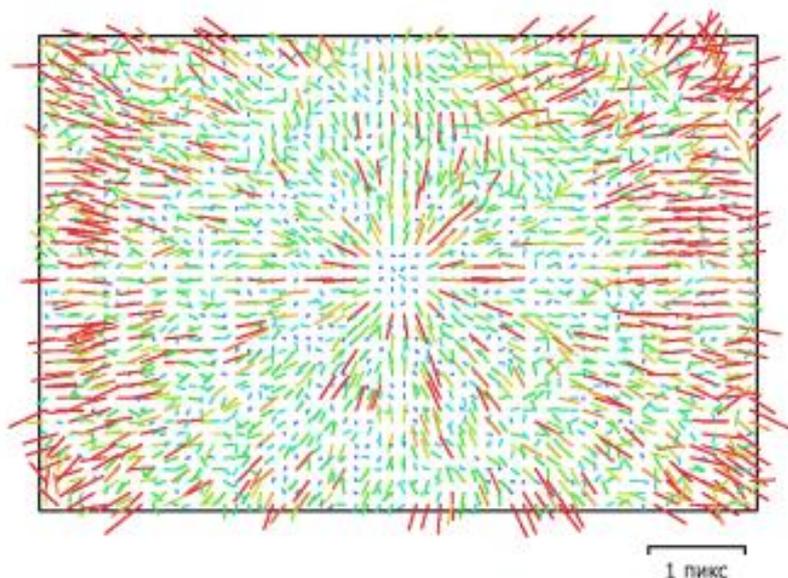


Рис. 2. Невязка по связующим точкам для FC6310S (8.80mm)

FC6310S (8.80mm)

550 снимков

Тип	Разрешение	Фокусное р-е	Размер пикселя
Кадровая	5472 x 3648	8.60423 мм	2.35 x 2.35 мкм

	Значение	Ошибка	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	K4	P1	P2
F	3671.14	0.079	1.00	-0.13	0.08	-0.02	-0.01	-0.12	0.08	-0.06	0.05	-0.02	-0.04
Cx	-13.6898	0.015		1.00	0.01	-0.02	-0.01	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.71	0.02
Cy	-11.0366	0.012			1.00	0.02	0.01	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.03	0.55
B1	-0.393915	0.0084				1.00	-0.06	0.01	0.00	0.00	-0.00	-0.03	0.00
B2	-0.0663731	0.0084					1.00	0.00	0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.01
K1	-0.00675802	3.9e-05						1.00	0.00	0.93	-0.88	-0.01	-0.00
K2	-0.0294208	0.00019							1.00	-0.99	0.96	0.00	0.00
K3	0.0674079	0.00037								1.00	-0.99	-0.00	-0.00
K4	-0.0387559	0.00024									1.00	-0.00	0.00
P1	-0.00129715	1.2e-06										1.00	0.03
P2	-0.00136475	8.9e-07											1.00

Таблица 2. Коэффициенты калибровки и матрица корреляции

Калибровка камеры

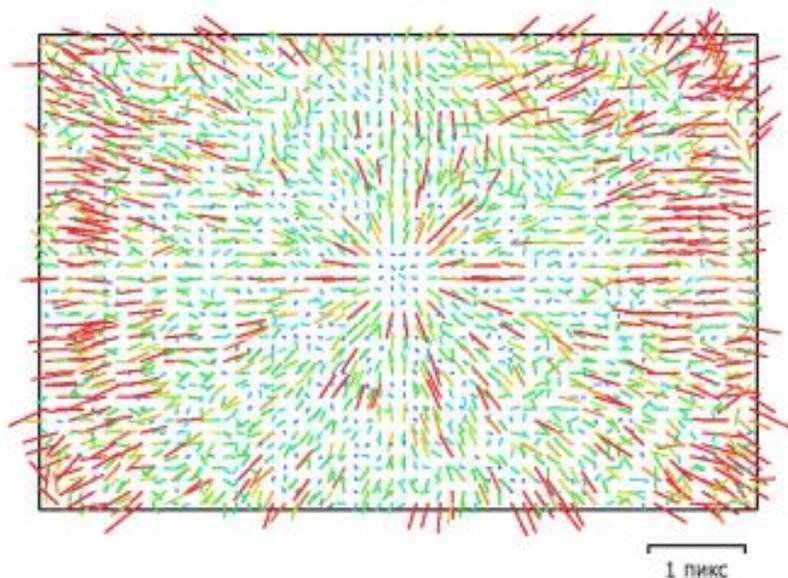


Рис. 3. Невязка по связующим точкам для FC6310S (8.80mm)

FC6310S (8.80mm)

1196 снимков

Тип Кадровая Разрешение 5472 x 3648 Фокусное р-е 8.60423 мм Размер пикселя 2.35 x 2.35 мкм

	Значение	Ошибка	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	K4	P1	P2
F	3697.26	0.061	1.00	-0.09	0.08	0.01	-0.02	-0.10	0.07	-0.05	0.03	-0.02	-0.03
Cx	-13.8758	0.012		1.00	-0.00	-0.11	-0.04	-0.03	0.04	-0.03	0.03	0.62	0.01
Cy	-10.54	0.01			1.00	0.02	-0.07	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.52
B1	-0.203376	0.0045				1.00	0.02	0.02	0.03	0.03	-0.02	-0.05	0.02
B2	0.03089	0.0044					1.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.03	-0.02
K1	-0.00707167	2.5e-05						1.00	0.97	0.93	-0.88	-0.02	-0.00
K2	-0.0315632	0.00013							1.00	-0.99	0.96	0.01	-0.00
K3	0.0736297	0.00025								1.00	-0.99	-0.01	0.00
K4	-0.0433892	0.00016									1.00	-0.00	-0.00
P1	-0.00123995	8.7e-07										1.00	0.01
P2	-0.0013271	7.2e-07											1.00

Таблица 3. Коэффициенты калибровки и матрица корреляции

Положения центров фотографирования

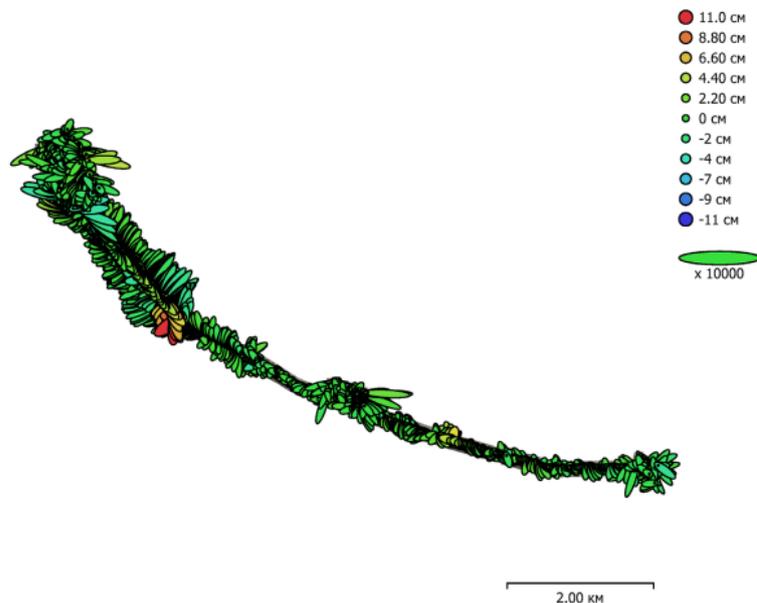


Рис. 4. Рассчитанные положения центров фотографирования и оценка ошибок. Ошибка по Z отображается цветом эллипса. Ошибки в плане отображаются формой эллипса. Рассчитанные положения центров фотографирования отмечены черной точкой.

Ошибка, X (см)	Ошибка, Y (см)	Ошибка, Z (см)	Ошибка XY (см)	Общая ошибка (см)
1.22924	1.15858	1.67857	1.68918	2.38137

Таблица 4. Средняя ошибка по координатам центров фотографирования.

X – Восточное указание, Y – Северное указание, Z – Высота

Цифровая модель местности

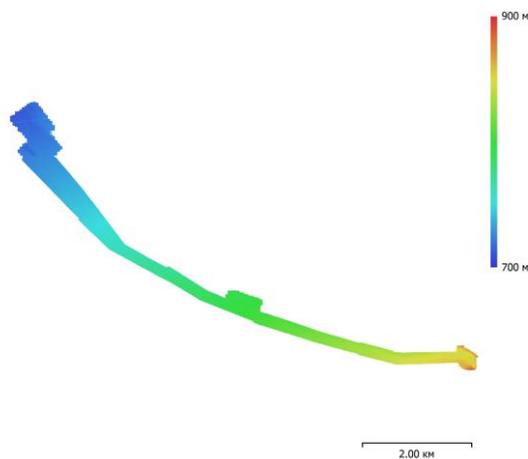


Рис. 6. Рассчитанная цифровая модель местности.

Разрешение: 11.5 см/пикс
Плотность точек: 75.1 точек/м²

Опорные точки

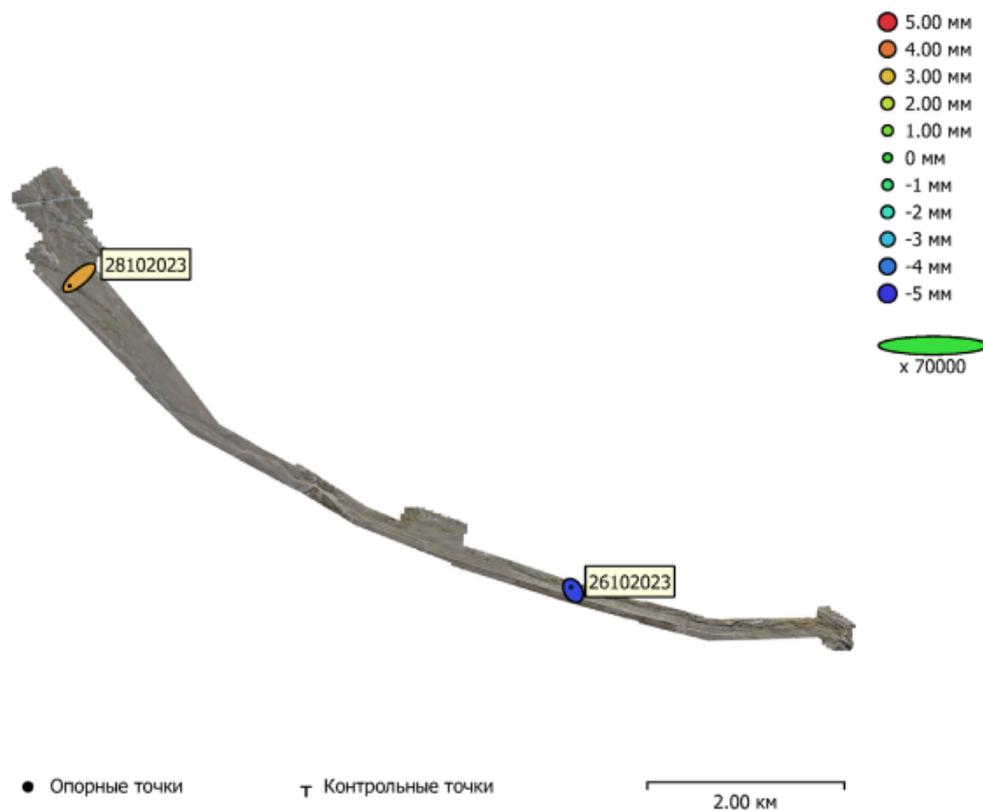


Рис. 5. Положения опорных и контрольных точек и оценка ошибок. Ошибка по Z отображается цветом эллипса. Ошибки в плане отображаются формой эллипса.

Рассчитанные позиции опорных точек отмечены чёрной точкой, контрольных – перекрестьем

Кол-во	Ошибка, X (мм)	Ошибка, Y (мм)	Ошибка, Z (мм)	Ошибка XY (мм)	Общая (мм)
2	2.03862	1.83755	4.12621	2.74455	4.95562

Таблица 5. СКО по опорным очкам.
X-Восточное указание, Y-Северное указание, Z-Высота

Название	Ошибка, X (мм)	Ошибка, Y (мм)	Ошибка, Z (мм)	Общая (мм)	Снимок (пикс)
26102023	-0.589321	1.01996	-4.75747	4.90113	0.624 (10)
28102023	-2.82216	-2.39016	3.37901	5.00951	0.638 (4)
Общая	2.03862	1.83755	4.12621	4.95562	0.628

Таблица 6. Опорные точки.

X-Восточное указание, Y-Северное указание, Z-Высота

4. КОМПАНОВКА ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

4.1. Основные положения проектирования и исходные данные

При разработке компоновки и конструкции основных сооружений гидроузла приняты следующие основные положения и исходные данные:

- Проект разработан в соответствии с заданием на проектирование, утверждённым ТОО «Alt Energy»;
- Местоположение - Республика Казахстан, Область Жетісу, Республика Казахстан, Область Жетісу Саркандский район, п. Алмалы;
- Назначение - энергетическое использование попусков реки;
- Для определения параметров ГЭС выполнены комплексные инженерные изыскания (топография, гидрология, геология);
- Режим работы – каскадная, ГЭС-1 является первой ступенью каскада с попуском воды на ГЭС-2, по водотоку реки Баскан;
- Тип ГЭС – деривационный с безнапорно-напорной деривацией;
- Отметки горизонтов воды верхнего и нижнего бьефов - по кривым $Q = f(H)$;
- Сейсмичность района строительства ГЭС - 8 баллов;
- Класс сооружений согласно СП РК 3.04-101-2013 «Гидротехнические сооружения» - следует относить к 4-му классу;
- Уровень ответственности – технически сложный объект II (нормального) уровня ответственности.

Характерные напоры:

- Максимальный статический напор (брутто) – 66,0 м.
- Максимальный рабочий напор на турбине ($H_{\text{макс}}$) – ~51 м.
- Расчётный напор ГЭС (по мощности) ($H_{\text{расч}}$) – 52,0 м.
- Минимальный рабочий напор ($H_{\text{мин}}$) – ~49,5 м.
- Расходы воды через турбины: при расчётном напоре и номинальной мощности агрегата на генераторе агрегата 5298 кВт – 11,5 м³/с;

4.2. Выбор типа, компоновки и конструкции основных сооружений ГЭС

В гидроэнергетическом строительстве имеются три основные схемы создания сосредоточенного напора ГЭС: плотинная, когда напор создаётся плотиной; деривационная схема, когда напор создаётся преимущественно посредством деривации, осуществляемой в виде канала, туннеля или трубопровода; плотинно - деривационная схема, когда напор создаётся и плотиной, и деривацией.

Исходя из топографических, инженерно-геологических и инженерно-гидрологических условий района строительства, с учётом существующих сооружений, в проекте рассмотрены только варианты компоновки с деривационной ГЭС.

Рассмотрен вариант компоновки деривационной ГЭС, утверждённый заказчиком согласно заданию на проектирования:

- вариант ГЭС с напорной-безнапорной деривацией и расположением здания станции ниже водозаборного узла ГЭС на реке Баскан;

Такой тип деривации используется для увеличения эффективного напора при значительном расстоянии между водозбором и ГЭС.

По топографическим, инженерно-геологическим условиям и планировочным решениям рассматривается правобережная прокладка трассы напорной деривации с привязкой к существующим объектам.

По результатам выполненных конструктивно-компоновочных проработок и на основании наиболее приемлемого с точки зрения экономики, из условия компактного расположения узла пристанционной площадки и определен следующий состав сооружений ГЭС мощностью 10,2 МВт:

В состав основных сооружений ГЭС-1 входят:

- Головной водозаборный узел;
- Деривационный стальной трубопровод протяжённостью 4464 м;
- Турбинный водовод длиной 15 м;
- Здание ГЭС -1, предназначенное для размещения одного гидроагрегата, с сопрягающим участком;
- ОРУ-35/10 кВ (открытое распределительное устройство) и подключение к ВЛ 35 кВ;
- Отводящий канал ГЭС-1.

В состав основных сооружений ГЭС-2 входят:

- Деривационный стальной трубопровод протяжённостью 4603 м;
- Турбинный водовод длиной 15 м;
- Здание ГЭС-2 — здание гидроэлектростанции, предназначенное для размещения одного гидроагрегата, с сопрягающим участком;
- Отводящий канал ГЭС-2 с делителем (со сбросом в реку/ сбросом в систему орошения).
- ОРУ-35 и подключение к ВЛ 35 кВ.

На головном узле осуществляется прием расходов р. Баскан, подготовка и подача в деривационный тракт расчетного расхода 11,5 м³/с.

Деривационный тракт осуществляет транспорт воды к станционному узлу ГЭС. На напорном бассейне происходит забор воды в турбинный водовод, подача ее к гидротурбинам, выработка электроэнергии и выдача в систему электропередачи.

4.3. Основные сооружения ГЭС

Основные сооружения гидроэлектростанции обеспечивают приём, транспортировку и использование водного потока для выработки электроэнергии, а также передачу произведённой электроэнергии в энергосистему. Компонировка сооружений выбрана с учётом инженерно-геологических, гидрологических и топографических условий района строительства, а также требований по экономичности и надёжности эксплуатации.

Состав проектируемых сооружений.

4.3.1. Водозаборный узел

Для размещения головного водозабора был выбран участок в месте перехода реки Баскан из горной зоны в предгорную долину. Выбор обусловлен благоприятными топографическими характеристиками, геологической устойчивостью местности, а также удобством сопряжения с проектируемой трассой деривационного трубопровода.

На указанном участке планируется строительство водоподъемной плотины, которая обеспечит необходимый уровень подъема воды для последующего распределения. Местоположение объекта определено в 250 метрах выше по течению от действующего гидроузла ГКП ВХ «Сарканирригация», на выходе реки из ущелья. Скальные породы, формирующие склоны долины в этом створе, создают устойчивое основание и благоприятные условия для размещения водозаборных сооружений.

Русло реки в пределах выбранного створа имеет ширину около 30 метров. Правая сторона характеризуется выходами коренных пород, что гарантирует устойчивость основания. Левый берег представляет собой надпойменную террасу, на которой также наблюдаются выходы коренных пород на высоте 4–5 метров над уровнем воды.

Проведённый анализ рельефа и инженерно-геологических условий позволил определить оптимальную точку для размещения головного узла. Критерии, повлиявшие на выбор, включают:

- минимальную ширину русла в пределах створа;
- наличие устойчивых геологических пород;
- сокращение объёмов строительных работ и протяженности сооружений;
- благоприятные условия для организации подачи и отвода воды;
- рациональное сопряжение с деривационным трубопроводом.

По совокупности технических, экономических и планировочных факторов выбранный створ признан наиболее эффективным и целесообразным для реализации проекта.

4.3.2. Деривационный напорный трубопровод ГЭС-1 и ГЭС-2

Деривационный напорный трубопровод является неотъемлемой частью водородного тракта ГЭС-1. Он спроектирован из стальных труб марки Q235B с наружным диаметром 2332 мм и 2232 мм, 2132 мм с внутренними диаметрами 2300 мм и 2200 мм и 2100 соответственно. Толщина стенки — 16 мм. Рабочее давление составляет до 1,0 МПа. Глубина заложения трубопровода — не менее 1,5 м до верха трубы.

Трасса напорного трубопровода начинается от напорной камеры-отстойника, расположенной на водозаборе, и тянется до здания ГЭС-1, где подключается к входной трубе гидроагрегата. Далее отвод воды продолжается по напорному трубопроводу ГЭС-2, который берёт начало от отводящей аванкамеры ГЭС-1 и направляется к зданию ГЭС-2.

Протяжённость напорного трубопровода ГЭС-1 составляет 4464 м, ГЭС-2 — 4603 м.

Для защиты от коррозии и продления срока службы применяется внутреннее эпоксидно-эмалевое покрытие, а также наружная усиленная заводская изоляция.

4.3.3. Станционный узел ГЭС-1.

В состав сооружений станционного узла ГЭС-1 входят: здание ГЭС, аварийный сбросной трубопровод в отводящий канал, отводящий канал для сброса в реку с забором на трубопровод ГЭС-2, открытое распределительное устройство (ОРУ). Ко всем сооружениям предусмотрены эксплуатационные подъездные пути.

4.3.4. Станционный узел ГЭС-2.

В состав сооружений станционного узла ГЭС-2, входят: здание ГЭС-2, отводящий часть здания ГЭС-2, делитель с сборными каналами со сбросом в реку и сбросом в систему орошения, открытое распределительное устройство (ОРУ). Ко всем сооружениям предусмотрены эксплуатационные подъездные пути.

4.3.5. Здание ГЭС-1 и ГЭС-2.

Здание ГЭС-1 расположено в пойменной части реки Баскан. Условия строительства: уклон поверхности – горизонтальный, грунт с плотностью естественного сложения 2.16 г/см³.

В плане Здание ГЭС повернуто на 90° относительно оси напорного водовода.

Здание ГЭС принято наземного типа. В здании заблокированы машинный зал, монтажная площадка и помещения вспомогательного оборудования.

Здание ГЭС имеет верхнее строение и подземную часть. По огнестойкости верхнее строение отнесено к степени II-а, по категории пожарной опасности – Д. Подземная часть отнесена ко II степени огнестойкости категории – Д.

Основные строительные решения приняты в соответствии с техническими условиями на применение материалов, изделий, конструкций.

Подземная часть здания ГЭС выполнена в виде единой монолитной коробчатой конструкции с помещениями для расположения вспомогательного оборудования и проточной части гидротурбин.

Принятая компоновка обеспечивает работу ГЭС со сбросом воды в р. Баскан.

Здание ГЭС-2 имеет такое же расположение и конструктивные особенности.

4.3.6. Открытое распределительное устройство (ОРУ).

Главные повышающие трансформаторы располагаются на площадке ОРУ.

Компоновка ОРУ обусловлена конфигурацией площадки, а также целесообразностью расположения её вблизи здания станции и обеспечением нормального подъезда, а также возможностью подъезда к трансформаторам, для вывоза трансформатора за пределы пристанционной площадки на случай ремонта и ревизии. Размеры площадки 40х30 м.

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГЭС

5.1. Основные положения

Водно-энергетическими расчётами установлено, что каждая из двух гидроэлектростанций (ГЭС-1 и ГЭС-2) имеет установленную мощность 5,1 МВт. На каждой станции предусмотрена установка одного горизонтального гидроагрегата номинальной мощностью 5100 кВт.

Проектируемые гидроэлектростанции являются деривационного типа с напорной деривацией. Вода поступает на здание станции от водозаборного узла по напорному трубопроводу, выполненному из стальных труб диаметром 2,2 м и 2,3 м, рассчитанному на пропуск расхода до 11,5 м³/с.

В состав основных сооружений ГЭС-1 и ГЭС-2 входят: здание станции, напорный трубопровод, отводящий канал и открытое распределительное устройство (ОРУ). На ГЭС-1 предусмотрен отводящий канал с возможностью сброса воды в реку и забором на трубопровод ГЭС-2. На ГЭС-2 сооружён делитель потока с двумя распределительными каналами — один направлен на сброс воды в реку, второй — в систему орошения.

В здании станции установлен один горизонтальный гидроагрегат, обслуживаемый мостовым электрическим краном. Прекращение подачи воды к гидротурбине обеспечивается со стороны верхнего бьефа с помощью предтурбинного дискового затвора.

5.2. Гидротехническое оборудование

Гидротехническое оборудование гидроэлектростанций включает в себя основной комплекс машин и механизмов, обеспечивающих преобразование энергии потока воды в электрическую энергию. К основным элементам оборудования относятся: гидротурбина, генератор, вспомогательные системы, а также регулирующая и запорная арматура, входящая в состав гидросилового агрегата. Подбор оборудования осуществлён на основании расчётных параметров напора и расхода, а также с учётом требований надёжности, энергоэффективности и удобства эксплуатации.

Проектом предусмотрена комплектная поставка оборудования ГЭС. Компания поставщик предоставляет полную гарантию на основное гидросиловое оборудование, включая системы контроля и управления станцией. Поставщик производит шефмонтаж оборудования «под ключ» и обучение персонала станции.

На станциях ГЭС мощностью 10,2 МВт принята к установке горизонтальная радиально-осевая турбина с одинарным регулированием. Сбалансированное рабочее колесо турбины напрямую соединяется с генераторным валом. Для регулирования расхода воды, а также для перекрытия подачи воды используется направляющий аппарат с механизмом его управления.

5.2.1. Турбина Francis FSPH-EVO

- Спиральный корпус с горизонтальным расположением вала
- Разделенная камера на выходном клапане и рабочем колесе
- Спроектировано в соответствии со следующими данными

Наименование	Обозначение	Ед. изм.	Параметры
Полный напор:	H_B	м	66.00
Чистый напор:	H_N	м	52.00
Расход турбины:	Q_N	м ³ /с	11.50

Номинальная мощность турбины:	P_T	кВт	5298
Номинальная частота вращения:	n_T	мин ¹	500
Частота вращения при разгоне:	n_D	мин ¹	980
Диаметр рабочего колеса	D_2	мм	1223
Напор всасывания ¹⁾	H_S	м	-1.79
Соединительный фланец	DN		1800
	PN		10

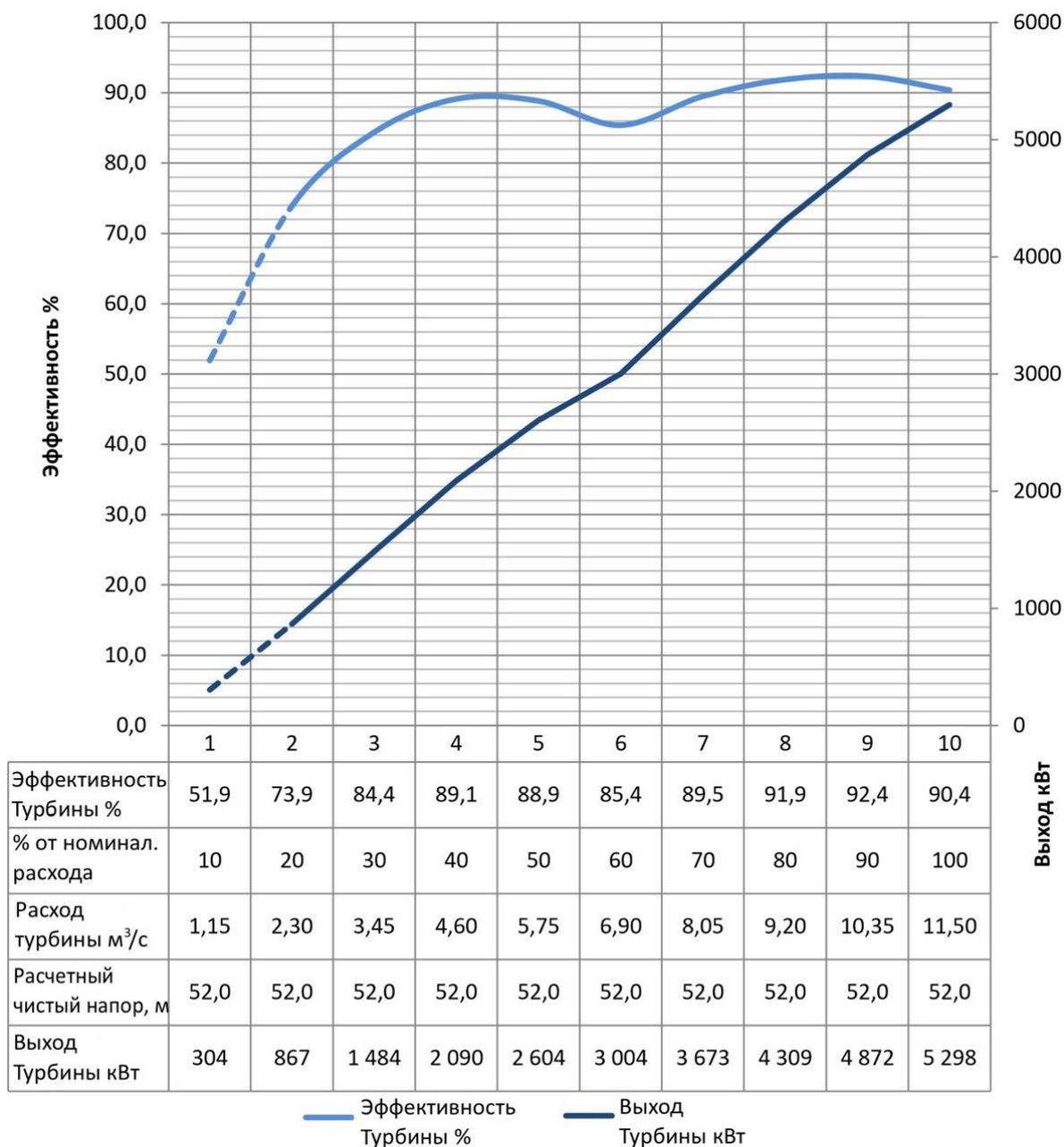
Примечания: Проектные параметры указаны для полной мощности станции.

1) Напор всасывания H_S для работы одной турбины.

Диаграмма выходной мощности и эффективности

В следующей диаграмме выходной мощности и эффективности гарантия имеет значение только для работы турбины в пределах от 20 до 100 % и измеряется на валу турбины.

Выход турбины рассчитывается с использованием ускорения свободного падения $g = 9,807 \text{ м/с}^2$ и плотности воды $\rho = 999,50 \text{ кг/м}^3$



5.2.1.1. Техническая спецификация турбины Френсиса (FSPH)

Спиральный корпус турбины

Стальной спиральный корпус

Проектно-конструкторские работы/изготовление:

- Механический расчет выполнен с учетом максимального повышения давления в зависимости от максимального гидравлического удара

- Спиральный корпус сварной, изготовлен из прокатных / гнутых листов углеродистой стали.
- Кольцо направляющих лопаток выполнено сварным, из стали.
- Съёмные сервисные люки предусмотрены для технического обслуживания и ремонта.
- Конструкция входного патрубка выполнена с фланцем по стандарту DIN EN 10921.
- Предусмотрены штуцеры для измерения давления для цифрового регулятора турбины.
- Заполнение / дозаполнение осуществляется через отдельные соединения.
- Поверхности, контактирующие с бетоном, закреплены анкерными болтами (для передачи возникающих усилий в бетонный фундамент)

Гидромеханика:

- Индивидуальная геометрия спирали в соответствии с гидравлическими параметрами проекта.

Покраска:

- В соответствии GLOBAL HYDRO с техническими условиями покраски ME-0004.

Конус и колено отводящей трубы

Проектно-конструкторские работы/изготовление:

- Колено отсасывающей трубы, сваренный из прокатных / сложенных листов углеродистой стали.
- Силы, действующие на фундамент, передаются через анкерные болты и опорные кольца.
- Сварено вместе с конусом отсасывающей трубы.

Гидромеханика:

- Индивидуальная геометрия отсасывающей трубы в соответствии с параметрами гидравлического проекта.

Покраска:

- В соответствии GLOBAL HYDRO с техническими условиями покраски ME-0004.

Диффузор водосливной трубы

Проектно-конструкторские работы/изготовление:

- сварено из прокатных / сложенных листов углеродистой стали.
- силы, действующие на фундамент, передаются через анкерные болты и опорные кольца.
- сварен или соединен болтами с коленом отсасывающей трубы (если входит в комплект поставки).

Гидромеханика:

- Индивидуальный дизайн в соответствии с параметрами гидравлического проекта.

Покраска:

- В соответствии GLOBAL HYDRO с техническими условиями покраски ME-0004.

Уплотнение вала турбины

Проектно-конструкторские работы/изготовление:

- Концепция уплотнения, адаптированная к ситуации установки проекта, с использованием или без использования лабиринтных колец для снижения давления.

- Когда требуется выбор контактных уплотнений вала, учитываются конструктивные особенности, чтобы обеспечить их легкий доступ и простоту замены.

Покраска:

- Лабиринтные кольца изготовлены из нержавеющей стали
- В соответствии GLOBAL HYDRO с техническими условиями покраски ME-0004.

Трубопроводы сброса давления

Проектно-конструкторские работы/изготовление:

- Для уменьшения осевой силы и тем самым увеличения срока службы генератора
- Каждая труба может быть закрыта отдельно во время ремонтных работ

Покраска:

- Полностью оцинкованная поверхность
- В соответствии GLOBAL HYDRO с техническими условиями покраски ME-0004.

Направляющий аппарат

Проектно-конструкторские работы/изготовление:

- Соединение спирального корпуса с рабочим колесом осуществляется посредством направляющих колец и направляющих лопаток (см. пояснения ниже).
- Разделенная конструкция направляющего аппарата на две камеры для оптимизации эффективности при частичной нагрузке
- Регулировка направляющих лопаток осуществляется двухпозиционным гидроцилиндром, аварийное закрытие направляющего аппарата осуществляется через гидравлический резервуар
- Фрикционные соединения между приводом и направляющими лопатками защищают систему от повреждений при перегрузке (например, при наличии загрязнений в воде)
- Возможна ручная переустановка направляющих лопаток снаружи без вскрытия корпуса турбины, положение лопаток обозначено специальными метками.
- Датчик измеряет положение направляющих лопаток

Рабочее колесо Фрэнсиса

Проектно-конструкторские работы/изготовление:

- Двухкамерная система
- Проектное направление вращения: правое
- Изготовление из одного или двух кованных блоков высококачественной нержавеющей стали с последующей фрезеровкой, сваркой, термообработкой (снятие остаточных напряжений) и ультразвуковым контролем
- Внутренняя поверхность отшлифована и отполирована
- Соединение рабочего колеса с валом осуществляется через концентрическое масляное соединение под давлением, спроектированное с учетом максимальной передаваемой мощности. Такое соединение защищает вал генератора от разрушения при перегрузке..

Направляющее кольцо

Проектно-конструкторские работы/изготовление:

- Изготовлено из стали

- Внутренняя поверхность (контактирующая с водой) — в зависимости от проектных данных — либо покрыта высококачественной нержавеющей сталью методом наплавки, либо окрашена в соответствии со спецификацией GLOBAL HYDRO по окраске ME-0004

- Переход к рабочему колесу осуществляется съёмными уплотнительными кольцами

Уплотнительные кольца рабочего колеса

Проектно-конструкторские работы/изготовление:

- Конструкция с зазором и лабиринтным кольцом между кольцами калитки уменьшает количество протечек

- Изготовлено из медно-алюминиевого сплава
- Съёмное для проведения технического обслуживания

Направляющие лопатки

Проектно-конструкторские работы/изготовление:

- Фрезерованы и точены из высококачественной нержавеющей стали
- Направляющие лопатки отшлифованы и отполированы
- Установлены в самосмазывающихся направляющих втулках, которые легко заменяются при проведении ремонтных работ

- Двойное внешнее уплотнение с помощью кольцевых прокладок и уплотнительных колец.

Рама генератора

Проектно-конструкторские работы/изготовление:

- Сварена как массивная стальная конструкция
- Передача возникающих усилий и вибраций на фундамент через анкерные болты в бетонной зоне
- Включает поверхность среза с винтовым соединением с генератором и опорные пластины (с точностью до 0,1 мм) для регулировки высоты установки генератора

Покраска:

- В соответствии GLOBAL HYDRO с техническими условиями покраски ME-0004

5.2.1.2. Общие детали, элементы соединения, защита от коррозии

Датчик давления

- Перед главным впускным клапаном: аналоговый датчик давления
- После главного впускного клапана:

Электрический датчик давления с цифровым и аналоговым дисплеем и функцией вывода сигнала для цифрового регулятора турбины

Элементы соединения

- Все крепежные элементы, которые не контактируют с водой, оцинкованы и имеют класс прочности 8.8.

- Все крепежные элементы, которые постоянно находятся в контакте с водой, выполнены из нержавеющей стали А2 и имеют класс прочности не ниже 70.

Покрытие

Выписка из стандартного покрытия GLOBAL HYDRO ME-0004:

OFL	Поверхность	Цвет по RAL	Толщина	Коррозионная
-----	-------------	-------------	---------	--------------

			слоя	стойкость ¹⁾
B01	Турбина и общие части	RAL 7016 (антрацитово-серый)	220μm - 300μm	C3 средняя
B03	Движущиеся части (сигнальный цвет)	RAL Design 250 60 40 (светло-голубой)	220μm - 300μm	C3 средняя
B05	Поверхность, контактирующая с водой	RAL 7035 (светло-серый)	420μm - 520μm	Im2 средняя

1) Коррозионная стойкость согласно DIN EN 12944

5.2.1.3. Требуемое качество воды для работы турбины

Фактор влияния	Ед. изм.	Порог качества воды
Общие взвешенные вещества (TSS, среднее значение) основано на 50.000h	мг/л	<u>Pelton:</u>
		< 500 м : < 80
		500 – 1000м : < 10
		1000 – 2000м : < 5
		<u>Francis, Kaplan:</u>
		< 20м : < 200
		20 – 50м : < 150
		50 – 100м : < 100
100 – 300м : < 30		
>= 300м : < 5		
Размер частиц в зависимости от напора турбины	μm	< 20-50 м : d _{ch} =300 < 50-100 м : d _{ch} =250 < 100-300 м : d _{ch} =200
Значение pH	-	5 - 9
Электропроводность	μS/cm	< 300
Хлориды (Cl ⁻)	мг/л	< 50
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/л	< 300
Средняя температура воды	С°	идеально < 20 необходимости уточните в Global Hydro
Насыщение кислородом	%	> 85
Аммиак и аммоний-хлорид (NH ₃ , NH ₄ Cl)	мг/л	< 10

5.2.2. Дисковый затвор DN 1800 PN 10

Дисковый затвор используется для перекрытия напорного трубопровода перед турбиной. Изготовлен с двухсторонним фланцем. Оснащен гидравлическим приводом, работающим от гидроагрегата турбины.

Клапан оснащен запирающим грузом для автоматической аварийной остановки. Скорость закрытия регулируется дросселями и адаптируется к общей системе.

Ограничительные выключатели установлены в обоих крайних положениях. Корпус и запорный диск выполнены методом литья или сварки.

Подшипник запорного диска не требует технического обслуживания.

Компенсирующее соединение

Используется для демонтажа впускного клапана. Сконструирован как съёмная часть или съёмный фланец. Длина регулируется с помощью резьбовых стержней.

Обход

Используется для создания уравнивания давления между напорным трубопроводом и турбиной.

Оснащён электрическим и ручным запорным устройствами для обслуживающих целей.

5.2.3. Соединительный фланец DN 1800 PN 10

Это также соединение между напорным трубопроводом и впускным клапаном, оснащённое байпасным соединением и манометровым патрубком. Сконструировано как прочная сварная конструкция с длиной от 0,5 до 1 м. В соответствии GLOBAL HYDRO с техническими условиями покраски ME-0004

Интерфейсы:

- Напорный трубопровод:
 - Выполнен с подготовкой под сварку
- Впускной клапан:
 - Заполнен с фланцевым соединением

5.2.4. Дренажная труба турбины DN 1800 PN 10

Это трубная конструкция для опорожнения турбины, например, для обслуживания или для защиты от замерзания зимой. Состоит из фланцев, труб и уголков, выполненных из материала 1.0345 P235GH. Оснащена вручную управляемым запорным клапаном, соответствующим предполагаемой нагрузке по давлению.

В соответствии GLOBAL HYDRO с техническими условиями покраски ME-0004 (горячее цинкование).

5.2.5. Гидроагрегат

Гидравлическое оборудование в компактном исполнении, установленное на земле для управления турбиной и запорными клапанами напорного трубопровода. Рабочее давление устанавливается до достижения минимального давления в аккумуляторе. Гидравлический насос восполняет давление в аккумуляторе, когда давление опускается ниже установленного минимального значения. Активизация гидравлического цилиндра для перехода установки в рабочее состояние возможна с помощью ручного насоса.

Подключение подходящего источника питания для работы не входит в обязанности Global Hydro и должно быть предоставлено заказчиком, если электрическое оборудование не входит в объём поставки Global Hydro.

Гидравлическое оборудование состоит из:

- Масляный бак с горловиной, индикатором уровня масла, поплавковым выключателем, термостатом и манометром
- Зубчатый насос с электродвигателем (400 В/50 Гц)
- Ручной насос
- Фильтр высокого давления
- Датчик давления для управления насосом
- Аккумулятор с блоком безопасности памяти
- Клапан сброса давления
- Клапан аварийного закрытия
- Тормозной обратный клапан
- Обратный клапан
- Пропорциональные клапаны с электронными картами
- Масляный поддон
- Клеммная коробка для подключения электрических компонентов

Агрегат полностью собрана и окрашен.

Первичное заполнение маслом осуществляется заказчиком в соответствии со спецификациями GLOBAL Hydro.

Баллон с азотом под давлением для зарядки аккумулятора гидравлической системы, а также комплект для зарядки и проверки должны быть предоставлены покупателем.

5.2.6. Трехфазный синхронный генератор 5900 kVA/500 rpm

Синхронный генератор с безщеточной возбудительной машиной и запатентованной системой регулирования. Оснащён усиленными и удлинёнными концами вала, а также подшипниками, рассчитанными на дополнительные нагрузки, для непосредственного монтажа рабочего колеса турбины.

КПД: (указанные значения КПД генератора частично основаны на предположениях)

6.2.6.1 Технические данные генератора

Производитель:		Global Hydro int. Standard (TDPS, WEG, etc.)
Номинальная мощность	[кВА]	5900
Номинальное напряжение	[В]	6300
Частота вращения	[об/мин]	500
Частота	[Гц]	50
Коэфф. мощности при перевозбуждении		0,90
Коэфф. мощности при недовозбуждении		0,95
Температура окружающей среды	[°С]	40
Максимальная высота	[м]	1000
Схема соединения		Звезда

Колебания напряжения	[%]	±10
Режим работы		S1
Класс изоляции		H
Повышение температуры		F
Корпус		IP 23
Охлаждение		IC01/IC21*
Установочная форма		B3
Подшипники		С втулочным типом
Стандарт спецификации		IEC 60034
Гасительная обмотка		Для 10% несбалансированной нагрузки (в соответствии с IEC 60034)
Направление вращения вала		По проекту турбины
Последовательность фаз		вправо
Вывод кабеля		с глухой алюминиевой крышкой снизу
Температура обмотки		2х РТ100 на фазу в обмотке статора
Температура подшипника		1х РТ100 (сменный) на подшипник
Контроль скорости		2 индуктивных датчика с зубчатым колесом
Обогреватель		вкл. антиконденсационный обогреватель

Испытания:

- Характеристика без нагрузки
- Характеристика короткого замыкания
- Тест на нагрев (метод сопротивления)
- Испытание высоким напряжением
- Центрифужное испытание
- Измерение сопротивления изоляции

Таблица эффективности:

Коэффициент мощности	0,90	1,00
100%	96,6	97,3
75%	96,8	97,4
50%	96,6	97,2
25%	95,0	95,7

6.2.6.2 Контроль вибрации генератора

- 1 датчик для осевого подшипника
- 1 датчик для радиального подшипника на приводной стороне (DE)
- 1 датчик для осевого подшипника на противоположной стороне (NDE)
- 1 устройство для обработки сигналов

5.2.7. Измерительные трансформаторы генератора

Измерительные трансформаторы, встроенные в клеммные коробки генератора:

3 шт. трансформатора напряжения:

$xxxV/\sqrt{3} // 100/\sqrt{3} // 100/3, 20VA Cl.0,5; 20VA 3P$

3 шт. трансформатора тока:

$xxxA // 1A / 1A; 15VA Cl. 0,5; 15VA 5P10$

5.2.8. Смазочный агрегат генератора

Принудительная система смазки подшипника вала генератора. Компактная конструкция для установки на земле. Установка может быть выполнена на глубине, превышающей уровень подшипника генератора.

В состав агрегата входят:

- Смазывающего соединения для каждого подшипника, состоящего из:
- Масляный бак с фильтрующим устройством
- Масляный поддон
- Обогрев
- 1 или 2 электрических масляных насоса (либо 1 электрический насос на агрегате и один механически соединённый с генератором, либо, если это технически невозможно, 2 электрических насоса на агрегате)

- Встроенный блок охлаждения (воздушный или водяной)
- Непрерывная смазка с помощью регулирующих клапанов
- Осушители воздуха
- Смазывающие соединители для каждого подшипника, состоящие из:
 - o Индикатора расхода
 - o Датчика расхода (установлен на подшипнике генератора)
 - o Регулирующего клапана расхода с обратным клапаном
- Датчика давления
- Датчик температуры в масляном баке
- Датчик уровня в масляном баке
- Индикатор уровня масла, термостат
- Механическая смазочная установка, непосредственно соединённая с валом

генератора

- Клеммная коробка для промежуточного подключения датчиков

Устройство полностью готово и окрашено

Первая заправка маслом осуществляется заказчиком в соответствии со спецификациями GLOBAL Hydro.

5.2.9. Дисковый тормоз

Спроектирован как дисковый тормоз, который действует либо как тормоз, либо затормаживает турбину до максимальной скорости 10% без нагрузки.

5.2.10. Покрытие HVOF – Рабочее колесо (по желанию)

Спецификация

Обозначение термического напыления в соответствии с EN ISO 12671:

TS – TC – HVOF – EN 1274 / 11.16 – 300 – ASP (respective M/C)

TS – термическое напыление

ТС – твердое покрытие

HVOF – Процедура нанесения покрытия: высокоскоростное газокислородное напыление

EN 1274 – Стандарт на абразивные материалы для струйной (пескоструйной) обработки

11.16 – Абразивный материал согласно EN 1274: Карбид вольфрама - Кобальт - Хром / процентное распределение: 86 - 10 - 04

300 – Номинальная толщина слоя: 300 мкм, стандартное отклонение: ± 100 мкм

ASP – Поверхность остаётся в состоянии после напыления, последующая обработка не предусмотрена

M/S – Номинальные размеры на чертежах соответствуют окончательной (обработанной) толщине слоя
Связывающий слой

Использование связывающих слоев не допускается

Порошки для термического напыления

В соответствии с EN 1274

Кислородно-топливные газы

Документация использованных газов/газовых смесей, масс газов и давлений должна быть указана и документирована в соответствии с приложением С стандарта EN ISO 14921.

Требования к адгезии

Требуемая прочность адгезии: > 70 МПа

Подробная спецификация для испытаний прочности адгезии в соответствии с EN 582, см. пункт 7.2 "Испытание прочности адгезии"

5.3. Кран машинного зала

Основные положения при выборе крана

Для проведения монтажа и ремонта в здании станции предусмотрена установка мостового электрического крана грузоподъемностью 30/5 т.

Грузоподъемность крана назначена по самой тяжелой операции – перенос собранного ротора гидрогенератора большого агрегата весом 27 т. Кран имеет главный и вспомогательные крюки. Управление краном производится из кабины.

Испытание крана выполняется с помощью гидродинамометра и анкерной тяги на монтажной площадке.

Основные параметры крана

Тип крана	Мостовой электрический
Пролёт крана, м	12,0
Грузоподъемность главного крюка, т	30,0
Грузоподъемность вспомогательного крюка, т	5,0
Скорость главного подъёма, м/мин	2,0
Скорость вспомогательного подъёма, м/мин	9,5
Скорость передвижения крана, м/мин	20,0
Скорость передвижения тележки, м/мин	20,0
Масса крана, т	30,0

5.4. Перечень гидросилового оборудования

№п/п	Наименование	Кол-во	Масса, т	
			един.	общ.
1.	Гидротурбина радиально-осевая с системой регулирования N _{ном} =4000 кВт	2	26,0	52,0
2.	Синхронный гидрогенератор с системой возбуждения N _{ном} =4000/5000 кВт/кВА	2	51,0	102,0
3.	Предтурбинный дисковый затвор диаметром 1800 мм	1	8,0	8,0
4.	Кран мостовой машинного зала г.п. 30/5 т пролётом 12,0 м	1	29,0	29,0
	Итого:			262,0

5.5. Вспомогательное оборудование

Система дренажа здания станции

Для осушения помещений зданий ГЭС от поступающей в них фильтрационной воды устанавливается самотёчная дренажная сеть в виде канавок и перепускных отверстий в перегородках. Дренажная вода отводится в дренажный колодец, откуда откачивается дренажными насосами в нижний бьеф.

Насосная дренажа состоит из двух погружных насоса (рабочий и резервный).

Насосные установки должны обеспечивать автоматическую их откачку. Работа насосной автоматизирована с помощью датчика уровня воды в колодце.

Система осушения проточной части гидротурбин

Система осушения проточной части гидротурбины предназначена для удаления воды и поддержания в осушённом состоянии проточного тракта гидротурбины при проведении ремонтных работ.

Для каждой гидротурбины предусмотрен отдельный насос с датчиком уровня воды.

Откачка воды осуществляется из приемка, который расположен на выходе из отсасывающей трубы.

Насосы расположены в помещении со стороны нижнего бьефа.

Система технического водоснабжения (ТВС)

Техническая вода на ГЭС используется для охлаждения масла в масляных ваннах подшипников гидроагрегата.

Система ТВС принята замкнутой и абсолютно герметичной с использованием насосов для циркуляции дистиллированной воды и вынесенного в подводную часть нижнего бьефа теплообменника для каждого агрегата (радиаторов).

Система ТВС состоит из:

- подводного теплообменника (радиатора);
- циркуляционного насоса;
- фильтра;
- шкафа управления;
- датчиков;
- запорной арматуры;
- трубопроводов.

Оборудование системы ТВС входит в состав гидроагрегата и размещено в непосредственной близости от него.

Маслообеспечение ГЭС

Специальное маслохозяйство на ГЭС не сооружается. Маслообеспечение станции предусматривается с учётом общей организации маслохозяйства в энергосистеме, обеспечивающей обработку, хранение и проведение химических анализов масел.

На ГЭС используется турбинное и изоляционное масло. Турбинное масло применяется для системы регулирования, смазки масляных подшипников гидротурбины и гидротурбины.

Изоляционное масло используется для заливки в силовые трансформаторы.

На ГЭС предусмотрен следующий перечень технологических операций:

- приём чистого масла на ГЭС из транспортных средств;
- заполнение технологического оборудования чистым маслом;
- периодическая доливка оборудования чистым маслом;
- приём масла из любого маслonaполненного узла в сливной бак в аварийных ситуациях;
- обработка эксплуатационного масла непосредственно в маслonaполненном оборудовании;
- выдача эксплуатационного масла из технологического оборудования;
- выдача отработанного масла;
- отбор проб для химанализов.

Для выполнения вышеуказанных операций на ГЭС предусматривается:

- колонка приёма и выдачи турбинного и изоляционного масел;
- расходный бак турбинного масла;
- сливной бак турбинного масла;
- коммуникации турбинного и изоляционного масел;
- передвижное маслоочистительное оборудование;
- передвижной насос.

Все операции с турбинным маслом выполняются в здании ГЭС.

Силовые трансформаторы расположены на территории ОРУ, а их ревизия выполняется на монтажной площадке, поэтому колонка приёма и выдачи турбинного и изоляционного масел размещена на пристанционной площадке и трубами соединена с монтажной площадкой. Доливка масла в трансформаторы производится из транспортных средств на месте установки трансформаторов.

Пневматическое хозяйство

Пневматическое хозяйство обеспечивает сжатым воздухом требуемых параметров систему технические нужды (пневмоинструмент) с давлением 0,7 МПа.

Питание системы технических нужд обеспечивается двумя компрессорами (рабочий и резервный) и одним ресивером на давление 0,7 МПа.

Система гидротехнических измерений

Система гидротехнических измерений предназначена для измерения уровней воды верхнего и нижнего бьефов, а также контроль засорения сороудерживающих решёток.

Система состоит из:

- комплекта датчиков и опорных металлоконструкций для измерения уровня верхнего бьефа;
- комплекта датчиков и опорных металлоконструкций для измерения уровня нижнего бьефа;
- комплекта датчиков и опорных металлоконструкций для измерения перепада воды на сороудерживающих решётках.