

**ОБОСНОВАНИЕ ЗОНЫ ЗАТОПЛЕНИЯ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГЭС-3 и ГЭС-4 НА Р.УБА**

г. Оскемен, 2026 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОНЫ ЗАТОПЛЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГЭС	3
1.1. КОМПОНЕНТЫ ПРОЕКТА	4
2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	7
2.1. ПРЕДПРОЕКТНЫЕ ПРОРАБОТКИ ПРОШЛЫХ ЛЕТ	7
2.2. РАЗМЕЩЕНИЕ СТВОРОВ КАСКАДА ГЭС.....	7
2.3. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ БАССЕЙНА Р.УБА	10
2.3.1. Гидрография. Климат	10
2.3.2. Водный режим.	12
2.3.3. Твердый сток.	16
2.3.4. Ледовый режим.	17
2.4. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА РАБОТ	21
2.4.1. Общие сведения.	21
2.4.2. Геологическое строение.....	21
2.4.3. Гидрогеологические условия.....	22
2.4.4. Современные геодинамические процессы	23
2.4.5. Экзогенные геодинамические процессы.	23
2.4.6. Гравитационно-оползневые процессы.....	25
2.4.7. Инженерно-геологические условия строительных площадок каскада ГЭС.	26
2.5. ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО.	30
2.6. ВОДНОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ	32
2.7. ТИПЫ И КОМПОНОВКА ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГЭС КАСКАДА	39
2.7.1. ГЭС-3 (Карагужихинская ГЭС).....	39
2.7.2. ГЭС-4 (Зимихинская ГЭС).....	50
2.8. ВЛИЯНИЕ ПРОЕКТА НА ИНФРАСТРУКТУРУ И РАЗВИТИЕ РЕГИОНА	62
2.9. ИНЖЕНЕРНАЯ И ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	62
3. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	64
4. СОЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	66
5. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ.....	68

1. АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОНЫ ЗАТОПЛЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГЭС

1. Сбор исходных данных

Используются:

- топографические карты масштаба 1:25 000;
- сведения о реке и предполагаемом месте строительства плотины;
- проектная отметка нормального подпорного уровня (НПУ) или предполагаемая высота плотины.

Результат: подготовлена картографическая основа для анализа.

2. Выбор створа плотины

На топографической карте определяется предполагаемое место строительства плотины.

При выборе учитываются:

- наиболее узкий участок долины;
- наличие высоких берегов;
- удобство размещения гидроузла.

Результат: выбран створ плотины.

3. Определение уровня воды в водохранилище

По проектным данным принимается отметка НПУ.

Результат: установлен расчетный уровень воды.

4. Определение границы затопления по горизонталям

На топографической карте находятся горизонтали, соответствующие отметке НПУ.

Все участки местности, расположенные ниже этой отметки и имеющие гидравлическую связь с руслом реки, относятся к зоне затопления.

При этом учитываются:

- основное русло;
- пойма;
- балки;
- овраги;
- притоки, соединенные с рекой.

Результат: получен контур водохранилища.

5. Нанесение зоны затопления

Полученная граница переносится на карту.

Определяются:

- длина водохранилища;
- максимальная ширина;
- площадь затопления.

Результат: составлена схема зоны затопления.

6. Определение объектов, попадающих в зону затопления

По топографической карте выявляются:

- населенные пункты;
- автомобильные дороги;
- железные дороги;
- мосты;
- линии электропередачи;
- сельскохозяйственные угодья;
- лесные массивы;
- отдельные здания и сооружения.

Результат: составляется перечень объектов, попадающих в зону затопления.

7. Подготовка итоговой схемы

На итоговой карте отображаются:

- место строительства плотины;
- русло реки;
- предполагаемое водохранилище;
- граница затопления;
- объекты, попадающие в зону затопления.

Результат: подготовлена картографическая схема для включения в технический отчет.

1.1. КОМПОНЕНТЫ ПРОЕКТА

1. Строительство каскада ГЭС на р. Уба планируется осуществить на территории Шемонаихинского района Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан. Ситуационный план расположения каскада ГЭС на р. Уба приведен ниже.

2. Каскад состоит из двух ГЭС: ГЭС-3 (Карагужихинская ГЭС) и ГЭС-4 (Зимихинская ГЭС).

ГЭС-3 (Карагужихинская ГЭС) плотинно-деривационного типа расположена в голове каскада. Имеет водохранилище полной емкостью 3 716млн.м³, из них полезной – 1 199млн.м³. Площадь зеркала водохранилища при НПУ 570.0м составляет 89.88км².

В состав ГЭС-3 входят:

1. **Плотина** насыпная из грунтовых материалов высотой 113м с отметкой гребня 578.0мБС и подошвой 465мБС длиной 444.5м.
2. **Строительно-эксплуатационный водосброс:** напорный туннель круглого сечения диаметром 15м с входным оголовком; шахтный водосброс для сброса катастрофических паводков; водоприемник эксплуатационного водосброса - расположены на правом берегу.

3. **Водозабор ГЭС** с глубинными колесными затворами, расположен на левом берегу.
4. **Энергетический напорный тракт** включает в себя туннель $D=6\text{м}$ протяженностью 3 230м, уравнильный резервуар;
5. **Станционный узел:** Здание ГЭС с 3 гидроагрегатами типа РО 170/803-В-224. Установленная мощность ГЭС-3 - 150МВт.
6. **Сооружения выдачи мощности** – открытое распределительное устройство напряжением 110кВ и двухцепная ВЛ 110кВ протяженностью 40км расположены на левом берегу реки.

ГЭС-4 (Зимихинская ГЭС) - русловая приплотинного типа, с правобережной компоновкой. Имеет водохранилище полной ёмкостью 242.7млн.м³, из них полезная емкость – 156.2млн.м³. Площадь зеркала водохранилища при НПУ 420.0м составит 17.86км².

В состав ГЭС входят:

3. **Плотина** насыпная из грунтовых материалов высотой 40м с отметкой гребня 425.0мБС и подошвы 385мБС, длиной 952.5м.
4. **Правобережная глухая бетонная плотина** длиной 78м.
5. **Водосливная плотина** с пятью двенадцатиметровыми водосбросными пролетами и донным эксплуатационным водосбросом. Общая длина водосливной плотины 94м.
6. **Приплотинное здание ГЭС** с 4 гидроагрегатами типа ПЛ 40/587а-В-280. Общая установленная мощность ГЭС-4 равна 50МВт.
7. **Сопрягающий устой.**
8. **Подводящий и отводящий каналы.**
9. **Сооружения выдачи мощности** – открытое распределительное устройство напряжением 110кВ и ВЛ 110кВ протяженностью 20км.

Ситуационный план расположения каскада ГЭС на р.Уба



2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. ПРЕДПРОЕКТНЫЕ ПРОРАБОТКИ ПРОШЛЫХ ЛЕТ

Предпроектные проработки по реке Уба имеют начало в 60^{-х} годах прошлого века. Каскад гидроэлектростанций на реке Уба был намечен при разработке «Схемы водообеспечения Казахстана (Куйбышевский филиал института Гидропроект, 1962г.). Согласно схеме, на реке Уба на участке протяженностью около 230км с падением 540м (начиная от слияния рек Белая Уба и Черная Уба до г.Шемонаиха), намечался каскад из семи ГЭС общей установленной мощностью до 728МВт. В последующих пред-проектных проработках Казахского филиала института Гидропроект, расположение ГЭС каскада не подвергалось значительным изменениям. Энергетические параметры корректировались в сторону уменьшения установленных мощностей ГЭС, но увеличения числа часов их использования.

2.2. РАЗМЕЩЕНИЕ СТВОРОВ КАСКАДА ГЭС.

Сток реки Уба имеет выраженную неравномерность как в сезонном разрезе (в течение четырех месяцев с апреля по июль проходит более 70% годового стока), так и в многолетнем разрезе (годовой объем стока сильно изменчив). В связи с относительно небольшими уклонами реки и изрезанностью рельефа устройство открытых дериваций нецелесообразно.

Так как для получения необходимого напора потребуется строительство многокилометровых каналов с сооружениями по переходу многочисленных притоков р.Уба. Создание напора в схеме предусмотрено в основном с помощью плотин, а для ГЭС-3, находящейся в центре каскада, с помощью плотины и туннельной деривации. Создание водохранилищ, регулирующих сток в интересах энергетики, способствует получению приемлемых энергетических параметров. В свою очередь, создание водохранилищ связано с затоплением земель (сельскохозяйственные и лесные угодья), затоплением населенных пунктов, что сопряжено со значительными затратами и необходимостью компенсации ущерба.

Верхний участок намечаемого каскада, включающий ГЭС-1 и ГЭС-2, труднодоступен и может быть изучен в дальнейшем.

Поэтому, для первоочередного исследования принят участок реки выше села Верхуба, протяженностью около 130км и перепадом высот 220м, на котором предыдущими проработками предполагалось создание ГЭС-3, ГЭС-4, ГЭС-5.

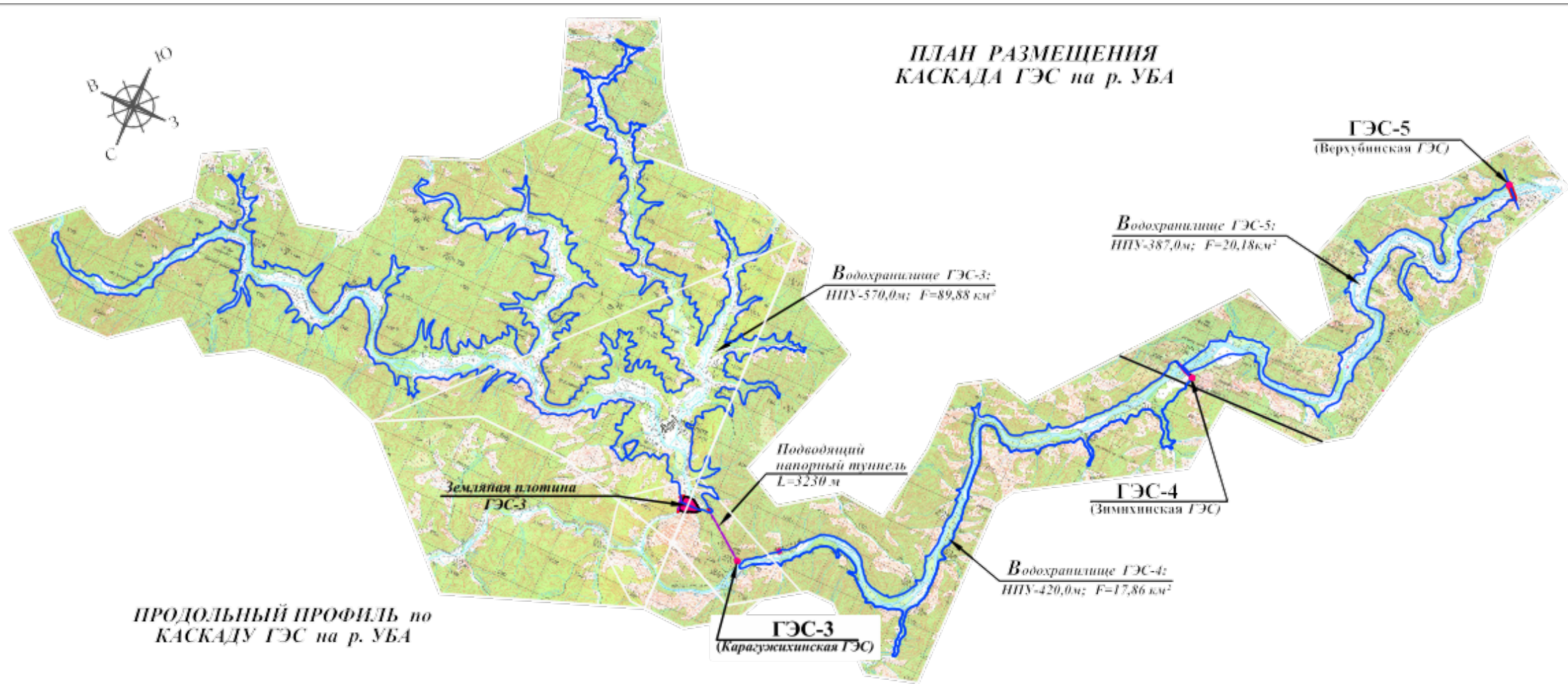
Результаты рекогносцировочных обследований, выполненных в составе данной работы, дали некоторое уточнение в размещение створов намечаемых ГЭС-3, ГЭС-4.

Створ земляной плотины ГЭС-3 (Карагужихинская ГЭС) намечено разместить в 3.8км от с. Карагужиха ниже по течению. Размещение земляной

плотины в данном створе определила возможность использования природного изгиба русла реки Уба и его высотного перепада в 48м за счет устройства деривационного туннеля. Долина реки в этом створе имеет форму ущелья с трапецевидным поперечным профилем. Ширина долины по дну составляет около 130м при ширине реки 88м. Борта долины на участке размещения плотины сложены скальными породами. Водозаборное сооружение ГЭС, деривационный туннель и здание ГЭС намечено разместить на левом берегу. Выходной портал напорного деривационного туннеля протяженностью 3 230м и здание ГЭС размещены в пределах левобережной надпойменной террасы долины р.Уба. Сооружения строительно-эксплуатационного туннеля располагаются на правом берегу.

Створ сооружений ГЭС-4 (Зимихинская ГЭС) намечено разместить на расстоянии 30км от ГЭС-3 вниз по течению р.Уба и в 2км от устья р.Зимиха вверх по течению р.Уба.

ГЭС-4 расположена в одном створе с глухой бетонной плотиной, водосливной и земляной плотинами, и имеет правобережную компоновку. Такое расположение бетонных сооружений ГЭС позволяет вести их строительство под защитой невысокой строительной перемычки.



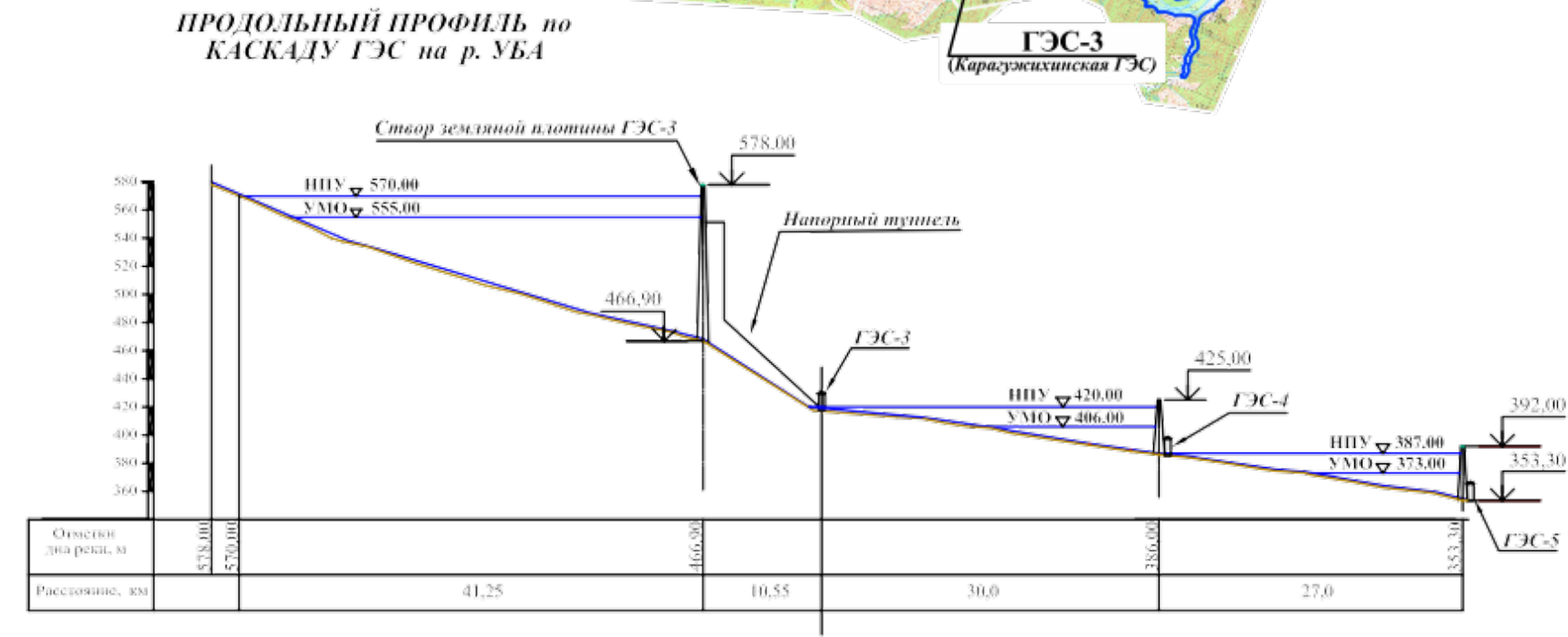
Сводная таблица основных объемов работ по каскаду ГЭС

Наименование	Ед.изм	ГЭС-3	ГЭС-4	ГЭС-5
Выемка: мягкого грунта	тыс. м³	395	2372	2177
скального грунта	тыс. м³	804,5	1200	602
Насыпь: гравийно-галечника	тыс. м³	7378	2745	1814
горной массы	тыс. м³	1335	550	341
Ядро: суглинок	тыс. м³	1017	578	311
фильтр	тыс. м³	634	493	248
Железобетон	тыс.т	308,0	369,4	313
Мехоборудование	тыс.т	2,34	4,29	4,29
Гидросиловое оборудование	тыс.т	1,79	1,19	1,19

Основные показатели по каскаду ГЭС

Наименование показателей	Ед.изм	Створы		
		ГЭС-3	ГЭС-4	ГЭС-5
Установленная мощность	Мвт	150	50	50
Среднегодовая выработка электроэнергии *	млн. кВт.ч/год	856/854	215/217	216/250
Количество агрегатов	шт.	3	4	4
Тип турбины		ГОИ/БСЗ Н-724	ПДБ/БСЗ Н-780	ПДБ/БСЗ Н-780
Максимальный сбросной расход	м³/сек	3570	3250	3290
Отметки: НПУ	м	570,00	420,00	387,00
УМО	м	555,00	406,00	373,00
Напоры: геодезический	м	150	33,5	33,5
расчетный	м	135	29	29
Площадь зеркала водохранилища	км²	89,9	17,86	20,2
Емкость водохранилища: полная	млн.м³	3716	242	264
полезная	млн.м³	1199	156,2	188
Длина напорного фронта	м	444,5	1224	863
в т.ч. земляная плотина	м	444,5	952	537
здание ГЭС	м	-	78	78
волосбросная плотина	м	-	94	94

*Незарегулированная/зарегулированная



2.3. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ БАСЕЙНА Р.УБА

2.3.1. Гидрография. Климат

Рельеф и гидрография. Река Уба образуется из слияния Черная и Белая Уба, берущих начало с Коргонских белков и Тигерского хребта в зоне вечных снегов.

Водосбор р.Уба расположен на периферии горной системы Западного Алтая, для которого характерны уплощенные формы водоразделов, глубоко врезанные долины и межгорные котловины (Убинская). Для р.Уба характерно преобладание северо-западной ориентации речной долины.

Река Уба является вторым по величине стока правобережным притоком р.Иртыш, протекает с востока на запад. Бассейн р.Уба ограничена в верховьях высокогорным Иртыш-Катунским водоразделом, а по бокам отходящими от него хребтами.

Площадь до створа ГЭС-3 равна 3 200км², ГЭС-4 – 4 800км².

Климат. Климатическая характеристика р.Уба составлена по данным многолетних наблюдений на метеостанции Шемонаиха. Сведения о многолетних метеорологических данных по метеостанции Шемонаиха приведены в табл.2.1.

Таблица 2.1

Сводная таблица многолетних метеорологических данных по м/ст. Шемонаиха

Параметры	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Средняя месячная, годовая температура воздуха, °С	-17.8	-16.8	-9.1	3.6	12.5	18.0	20.0	17.3	11.7	3.7	-7.4	-14.8	1.7
Абсолютный максимум температуры воздуха, °С	6	8	16	32	37	38	42	40	35	29	19	9	42
Параметры	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Абсолютный минимум температуры воздуха, °С	-47	-48	-42	-26	-8	-2	2	-3	-8	-19	-46	-47	-48
Абсолютная влажность воздуха, гПа	1.5	1.6	2.9	5.5	7.8	11.9	14.3	12.2	8.3	5.5	3.2	2.0	6.4
Средний месячный и годовой недо-статок насыщения, гПа	0.4	0.5	0.8	3.4	8.2	10.3	10.6	9.0	6.5	3.2	1.0	0.5	4.5
Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, %	78	78	78	69	56	60	64	64	64	70	77	79	70
Средняя месячная и годовая скорость ветра, м/с	2.8	2.6	2.7	3.2	3.5	3.2	2.9	2.8	2.6	3.1	3.0	3.0	3.0

Параметры	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Средние многолетние месячные и годовое количество осадков (мм)	24	25	27	33	47	49	60	42	33	44	41	35	460

Климат района отличается континентальностью и недостаточным увлажнением. Зима холодная, малоснежная с сильными ветрами и частыми метелями. Лето сухое и жаркое.

Температура воздуха. Средняя годовая температура воздуха составляет 1.7 °С. Средняя температура самого холодного месяца (января) – минус 17.8°С. Абсолютный минимум температуры отмечен в феврале – минус 48°С.

Средняя температура самого жаркого месяца – июля 20°С. Абсолютный максимум – в июле (42°С).

Влажность воздуха. Средняя многолетняя величина абсолютной влажности воздуха равна 6.4гПа. Наибольшее значение абсолютная влажность воздуха имеет в июле – 14.3гПа, наименьшее – в январе – 1.5гПа. Среднее многолетнее значение дефицита влажности равно 4.5гПа.

Максимум дефицита влажности отмечается в июле – 10.6гПа, а минимум – в январе – 0.4гПа.

Среднемноголетнее значение относительной влажности – 70%, максимальных значений она достигает в декабре – 79%, а минимальных – в мае – 56%.

Атмосферные осадки. Величина осадков зависит от высоты местности и экспозиции склонов. Наибольшие месячные суммы осадков приходятся май-июль. Минимальное количество осадков зимой выпадает в январе, а в теплый период – в сентябре. Наибольшие суточные осадки выпадают в мае-июне, реже – в июле-августе.

Снежный покров, его режим подчиняются общим закономерностям высотно-экспозиционной зональности.

Появление снежного покрова происходит в конце октября – начале декабря. Устойчивый снежный покров устанавливается в конце ноября. Сход снежного покрова начинается в начале марта и заканчивается в середине апреля, таблица 2.2.

Таблица 2.2

Дата появления и схода, образования и разрушения устойчивого снежного покрова

Дата появления и схода снежного покрова, образования и разрушения снежного покрова													
Станция	Число дней со снежным покровом	Дата появления снежного покрова			Дата образования устойчивого снежного покрова			Дата разрушения устойчивого снежного покрова			Дата схода снежного покрова		
		средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя
Шемонаих	161	19X	25IX	15XI	8XI	13X	13XII	10IV	15III	11V	18IV	29III	20V

Ветер. Под влиянием местных условий рельефа (широтное простираание долины реки Иртыш) в районе преобладают восточные и западные ветры.

Ветровой режим в холодное время года складывается под влиянием западного отрога сибирского антициклона: наиболее частые юго-восточные и восточные ветры.

В теплое время года, когда преобладает перенос воздушных масс из северных широт в центр материка, увеличивается повторяемость ветров северо-западной четверти.

Средняя годовая скорость ветра равна 3.0м/с. Наибольшие среднемесячные скорости ветра (3.5м/с) отмечены в мае, а наименьшие (2.6м/с) – в сентябре.

Таблица 2.3

Средняя месячная и годовая скорость ветра

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
2.8	2.6	2.7	3.2	3.5	3.2	2.9	2.8	2.6	3.1	3.0	3.0	3.0

Почвы и растительность. Сложный рельеф и разнообразие подстилающих материнских пород обуславливают состав почв на рассматриваемой территории. В предгорных равнинах, межгорных долинах и склонах гор до высот 700÷800м Западного Алтая в основном занимают чернозёмы. Распространена разнотравно-ковыльная степная растительность. В лесостепном поясе преобладают кустарниковые заросли. Широкие платообразные водоразделы заняты альпийскими и субальпийскими лугами.

2.3.2. Водный режим.

Разнообразие климатических и орографических условий определяет характер водного режима. Река Уба имеет снеговое питание. Доля снеговой составляющей в годовом стоке 50% и более. Дождевая составляющая не превышает 20÷25%. Существенную роль в годовом стоке имеют талые воды снежников.

Половодье начинается в апреле и заканчивается в августе-сентябре. Наибольший месячный сток проходит в мае-июне. Начало летне-осенней

межени приходится на конец августа – сентябрь, окончание – на ноябрь. Наименьший месячный сток проходит в феврале-марте.

2.3.2.1. Гидрологическая изученность

Сток р.Уба изучался Казахским Управлением гидрометслужбы (КазУГМС). Сведения о средних расходах воды за 1954÷2025 годы опубликованы в справочнике «Основные гидрологические характеристики», том 15, вып.1 и в гидрологических Ежегодниках, том 6, вып.4-6, 8, 9.

Сведения о гидрологических постах в бассейне р.Уба приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4.

Гидрологическая изученность бассейна р.Уба

Наз-вание водо-тока	Название поста	В чем ведении	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Период действия, год		Высота нуля графика	
					открыт	зак-рыт	высота, м	система высот
Уба	0.25 км ниже устья р.Королевки	Ленгидэп	276	1 500	14.V 1926	31.X 1926	0.00	усл.
Уба	0.5 км ниже устья р.Королевки	УГМС КазССР	276	1 500	07.X 1926	14.VII 1961	734.63	усл.
Уба	с.8-е Марта	УГМС КазССР	274	1 530	14.VII 1961	дейст.	45.00	усл.
Уба	В 1км ниже уст. Бол.Чесноковки	Ленгидэп	271	1 600	05.VI 1927	02.VII 1932	4.00	усл.
Уба	Пихтовские дороги, в 5км выше	Ленгидэп	220	2 960	03.V 1929	31.XII 1931	6.00	усл.
Уба	уст. р.Сакмарихи, 0.5км выше	Ленгидэп	211	3 000	20.III 1927	30.IX 1927	7.00	усл.
Уба	с. Карагужиха	Ленгидэп	203	3 200	26.III 1926	10.IV 1926	0.00	усл.
Уба	Большие Пороги	УГМС КазССР	200	3 580	01.VIII 1925	дейст.	5.00	усл.
Уба	Большие Пороги	Ленгидэп	199	3 580	01.V 1928	01.I 1932	0.00	усл.
Уба	Уст. р.Опалихи	Ленгидэп	192	4 180	06.IV 1927	31.X 1929	0.00	усл.
Уба	в 0.03км ниже уст. р.Бол.Снигирихи	Ленгидэп	171	4 550	13.IV 1932	30.IV 1934	3.00	усл.
Уба	уст.Волчихи, в 0.5км ниже	Ленгидэп	157	4 800	2.VII 1926	31.XII 1933	4.00	усл.
Уба	Ганино Плесо	Ленгидэп	155	5 000	2.VII 1927	30.VI 1928	4.83	усл.
Уба	с. Верхняя Убинка	Ленгидэп	125	6 880	21.V 1926	29.VI 1927	7.00	усл.
Уба	с.Камешки, ниже уст.р.Березовки	Ленгидэп	79	7 930	01.VI 1930	01.IV 1941	6.00	усл.

Наз- вание водо- тока	Название поста	В чем ведении	Расстоя- ние от устья, км	Пло- щадь водо- сбора, км ²	Период действия, год		Высота нуля графика	
					от- крыт	зак-рыт	высо- та, м	сис- тема высот
Уба	с.Шемонаиха	УГМС КазССР	62	8 470	16.IV 1954	дейст.	289.02	БС
Уба	с.Красноярское	Ленгидэп	37	9 390	22.V 1930	30.VI 1932	6.00	усл.
Уба	с.Нижне-Убинское	УГМС КазССР	8.2	9 810	18.V 1932	31.XII 1958	235.68	абс.
Уба	с.Форпост Убинский	Ленгидэп	2.0	9 850	19.IV 1932	28.II 1934	5.00	усл.
Белая Уба	с. Поперечная	СОИВС	26	528	01.VI 1921	31.VIII 1921	-	-
Белая Уба	с. Поперечная	Алтай энерго	26	528	X 1939	01.VI 1946	-	-
Белая Уба	устье	Ленгидэп	1.5	806	04.VI 1927	31.X 1930	7.00	усл.
Черная Уба	заим. Амелина	Казгипро- цветмет	51	141	20.VIII 1956	28.VI 1958	95.00	усл.

2.3.2.2. Норма стока и его изменчивость

Норма стока определена непосредственно по имеющимся данным о годовом стоке как среднее арифметическое за период наблюдений. Обеспеченные расходы воды получены методом статистической обработки ряда в соответствии с МСП 3.04-101-2005, таблица 2.5.

Таблица 2.5.

Средний многолетний сток и сток различной обеспеченности

Название водотока	Площадь водосбора F, км ²	Период наблю- дений	За многолетний период			Расходы воды различной обеспеченности, м ³ /с				
			Q, м ³ /с	Cv	Cs	10%	25%	50%	75%	95%
р.Оба-с.8-е Марта	1 530	1960-1991г	39.7	0.22	0.5	51.2	45.2	39.0	33.5	26.7
р.Оба- с.Карагужиха	3 200	1967-1997, 2006-2025г	94.2	0.21	0.4	120	107	92.9	80.2	64.2
р.Оба- с.Шемонаиха	8 470	1955-1963, 1965-2025г	171	0.25	0.3	227	199	169	141	105

Распределение стока внутри года определяется режимом питания р.Оба. В соответствии с последним, большая часть стока формируется в весенне-летний период. За период апрель-июль проходит 72% годового стока. На долю маловодного сезона ноябрь-март приходится не более 16% годового стока, таблица 2.6.

Таблица 2.6.

Внутригодовое распределение стока р.Уба-г.Карагужиха

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	ср.год
1983/1984	50%												
Q, м³/с	267	273	280	117,2	59,7	32,1	32,5	12,6	10,1	10,3	8,84	11,1	92,9
%	23,9	24,5	25,1	10,5	5,35	2,88	2,91	1,13	0,91	0,92	0,79	0,99	100
1967/1968	75%												
Q, м³/с	209	230	143	86,5	36,3	82,2	91,0	30,6	16,2	13,4	12,2	12,5	80,2
%	21,7	23,9	14,8	8,99	3,77	8,54	9,46	3,18	1,69	1,39	1,26	1,30	100
1974/1975	90%												
Q, м³/с	243	300	102	51,7	26,9	17,5	44,3	15,0	11,5	9,30	8,74	8,69	69,9
%	29,0	35,7	12,2	6,16	3,21	2,09	5,28	1,79	1,37	1,11	1,04	1,04	100
1981/1982	95%												
Q, м³/с	184	235	99,8	55,2	55,5	37,7	33,3	15,5	15,10	12,45	11,02	15,76	64,2
%	23,9	30,5	13,0	7,17	7,21	4,89	4,32	2,02	1,96	1,62	1,43	2,05	100

Таблица 2.7

Внутригодовое распределение стока р.Уба-г.Шемонаиха

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	ср.год
1988/89	25%												
Qм³/с	415	907	301	95,0	66,7	64,9	160	82,8	61,0	106	93,9	33,9	199
%	17,4	38,0	12,6	3,98	2,79	2,72	6,70	3,47	2,55	4,45	3,93	1,42	100
1959/60	50%												
Qм³/с	570	618	317	160	94,4	50,1	51,7	44,4	33,8	37,8	29,9	20,7	169
%	28,1	30,5	15,6	7,87	4,66	2,47	2,55	2,19	1,67	1,87	1,47	1,02	100
2004/05	75%												
Qм³/с	409	685	192	92,4	33,2	31,4	65,9	35,3	26,0	20,8	8,34	22,0	135
%	25,2	42,3	11,8	5,70	1,99	1,94	4,07	2,18	1,60	1,28	0,51	1,36	100
2025/26	90%												
Qм³/с	428	234	61,0	164	107	65,1	121	42,0	23,2	11,3	9,21	115	115
%	31,0	17,0	4,4	11,86	7,77	4,71	8,74	3,04	1,68	0,82	0,67	8,32	100
2000/01	90%												
Qм³/с	388	363	203	91,3	36,7	37,9	52,5	50,0	25,2	19,8	16,7	24,6	109
%	29,7	27,7	15,5	6,98	2,80	2,90	4,01	3,82	1,92	1,51	1,27	1,88	100

2.3.2.3. Максимальный сток

В формировании максимальных расходов воды р.Уба принимают участие с одной стороны воды, образующие при таянии снега, а с другой стороны – жидкие осадки, выпадающие в виде дождей.

Определение максимальных расходов воды различной обеспеченности на р.Уба рассчитано по ряду фактических наблюдений в соответствии с МСП 3.04-101-2005, таблице 2.8.

Таблица 2.8.

Максимальные расходы воды ($\text{м}^3/\text{с}$) в створах р.Уба различной обеспеченностью

Створ	F, км ²	0.01%	0.1%	1%	2%	5%	10%	25%
ГЭС-3	3200	3570	2950	2310	2140	1820	1600	1480
Большие пороги	3580	3620	3130	2570	2360	2100	1870	1550
ГЭС-4	4800	3710	3250	2630	2490	2210	2000	1690
Шемонаиха	8470	4490	3890	3230	3060	2720	2460	2080

2.3.2.4. Минимальный сток

Минимальные обеспеченные расходы получены по результатам статистической обработки ряда наблюдений, таблица 2.9.

Таблица 2.9.

Минимальные среднемесячные расходы воды ($\text{м}^3/\text{с}$)
в створах р.Уба различной обеспеченностью

Створ	F, км ²	50%	75%	90%	95%	97%
ГЭС 3	3 200	8.10	6.60	5.36	4.65	4.19
Большие пороги	3 580	10.9	9.68	9.01	8.77	8.67
Шемонаиха	8 470	22.1	16.5	11.2	8.04	5.95

2.3.3. Твердый сток.

Для характеристики твердого стока в проектируемых створах ГЭС использованы материалы наблюдений по гидростворам: 8^е Марта и г.Шемонаиха. Для рассматриваемого участка р.Уба характерна относительно высокая мутность до $700\text{г}/\text{м}^3$ в период снеготаяния (апрель-май) с максимумом в различные фазы половодья: на подъеме и пике. Последующие колебания водности вызывают незначительное изменение мутности, которая в период дождей может достигать $200\text{г}/\text{м}^3$. Среднее годовое изменение мутности изменяется в пределах $100\div 150\text{г}/\text{м}^3$.

Годовое распределение стока наносов рассмотрено по сезонам: весна, лето, межень. К весеннему сезону отнесены апрель-июнь, в течение которого питание р.Уба происходит за счет сезонных снегозапасов.

В летний период (июль-сентябрь) питание р.Уба происходит за счет снежников и дождей. В меженный период (октябрь-март) сток р.Уба имеет грунтовое питание. Этому периоду соответствует наименьшая мутность воды, таблица 2.10.

Таблица 2.10

Распределение взвешенных наносов в течение года ($\text{кг}/\text{с}$) и по сезонам

Характеристика	Средние расходы наносов, кг/с														Сезонный сток наносов, в % от годового		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год	X-III	IV-VI	VII-IX	
р.Уба-с.8-е Марта																	
Средний за период по R	0,010	0,013	0,031	3,8	4,2	1,2	0,16	0,16	0,26	0,2	0,04	0,009	0,83	3,0	91,3	5,7	
р.Уба-с.Шемонаиха																	
Средний за период по R	0,15	0,15	1,0	120	68	16	4,0	1,3	0,83	2,8	1,9	0,25	18	2,9	94,2	2,9	

Согласно данным таблицы 2.10 в весенний сезон проходит от 91% до 94%, в летний от 3 до 6%, в меженный 3% годового стока наносов.

Гранулометрический состав взвешенных наносов показан в таблице 2.11.

Таблица 2.11

Река-пункт	Диаметр частиц (мм) и их содержание по весу					Содер- жание частиц <0.05мм	Средний взвешен- ный диаметр, мм	
	1-0.1	0.2-0.2	0.2-0.1	0.1- 0.05	0.05- 0.01		наимень- ший	наиболь- ший
Уба-с.8-е Марта		25.2	34.7	28.0	12.1	12.1	-	-
Уба- с.Шемонаиха		17.4	19.4	14.4	48.8	48.8	0.09	0.20

Из данных таблицы 2.11. следует, что во взвешенных наносах преобладают песок и пыль (0.2÷0.1 и 0.1÷0.01мм) 100%.

В крупном составе донных отложений в гидростворе р.Оба-8-е Марта преобладает гравий (98%), в гидростворе г.Шемонаиха гравий (34.5%) и песок (44.3%), на долю пыли (>0.01мм) и ила (<0.01мм) приходится 20.7%.

Гранулометрический состав донных отложений приведен в таблице 2.12.

Таблица 2.12

Река-пункт	Диаметр частиц (мм) и их содержание по весу										Содер- жание частиц <0.05мм	Средний взвешен- ный ø, мм	
	10	10-5	5-2	2-1	1-0.5	0.5- 0.2	0.2- 0.1	0.1- 0.05	0.05- 0.01	<0.0 1		min	max
Уба-с.8-е Марта	95.7	0.7	0.7	0.9	0.3	1.1	0.4	0.2			98.0	9.3	9.9
Уба- с.Шемонаиха	20.4	3.5	6.3	4.7	15.4	16.9	12.0	14.1	6.6	0.1	34.9	0.11	9.6

2.3.4. Ледовый режим.

Характеристика ледового режима на участке проектирования ГЭС на р.Уба составлена по данным многолетних наблюдений гидропостов Карагужиха и г.Шемонаиха.

Согласно материалам наблюдений ледообразование на р.Уба начинается одновременно с переходом температуры воды через 0°C осенью. Первые ледяные формы появляются в виде заберегов, шуги и сала в конце октября (28÷30.X), ранняя дата 15÷17.X, поздняя – 9÷12.XI.

Осенний ледоход часто совпадает с началом ледяных форм в среднем 28.X÷1.XI, при крайних датах 18.X÷14.XI.

Продолжительность осеннего ледохода в среднем составляет 21÷29 дней, наибольшая – 38÷42 дня, наименьшая 3÷12 дней.

Ледяной покров в среднем устанавливается 22÷26.XI, ранняя дата 3÷6.XI, поздняя - 12÷14.XII. Продолжительность ледостава изменяется от 116 до 171 дней, составляя в среднем 138÷140 дней.

Вскрытию р.Уба обычно предшествует 1÷2 дня подвижки льда. Средний срок вскрытия приходится на 11÷13.IV, ранний на 16.III, поздний - 24.IV.

Разрушение ледяного покрова сопровождается весенним ледоходом продолжительностью от 4 до 43 дней, в среднем 9÷10 дней, таблицы 2.13, 2.14.

После суровых зим при значительной толщине льда и дружных вёснах образуются мощные заторы льда, с подъемами уровней воды в створе Карагужиха до 2÷2.5м.

После установления ледяного покрова накопление шуги подо льдом уменьшается и в течение зимы шуга почти полностью рассасывается. Максимальная толщина льда доходит в створе Карагужиха до 98см, в створе Шемонаиха - до 133см, таблицы 2.15, 2.16.

Таблица 2.13
Ледовые явления на р.Уба-с.Карагужиха

Характеристика	Дата					Продолжительность, сутки			
	начала осенних ледовых явлений	начала осеннего ледохода	начала ледостава	начала весеннего ледохода	окончания ледовых явлений	осеннего ледохода (шугоход)	весеннего ледохода (шугоход)	ледостава	всех ледовых явлений
Средняя	28.10	28.10	26.11	13.04	22.04	29 (26)	138	138	177 (174)
Ранняя (наиб.)	17.10	17.10	06.11	16.03	13.04	42 (39)	159	159	191 (185)
Поздняя (наим.)	09.11	09.11	14.12	22.04	29.04	12 (11)	2	119	161

Таблица 2.14
Ледовые явления на р.Уба-с.Шемонаиха

Характеристика	Дата					Продолжительность, сутки			
	начала осенних ледовых явлений	начала осеннего ледохода	начала ледостава	начала весеннего ледохода	окончания ледовых явлений	осеннего ледохода (шугоход)	весеннего ледохода (шугоход)	ледостава	всех ледовых явлений
Средняя	30.10	01.11	22.11	11.04	19.04	21 (17)	9 (8)	140	172 (170)
Ранняя (наиб.)	15.10	17.10	03.11	17.03	08.04	38 (37)	24 (16)	171	192
Поздняя (наим.)	12.11	14.11	12.12	22.04	29.04	3	4	116	160 (156)

Таблица 2.15
Толщина льда на р.Уба-с.Карагужиха

Характеристика	XI			XII			I	II	III			IV		Наибольшая за год
	10	20	30	10	20	31	31	28	10	20	31	10	20	Дата
Средняя					32	38	54	59	58	57	61			
Наибольшая		35	45	60	55	58	78	96	98	95	98			98
Наименьшая					10	15	34	39	38					10.03

Таблица 2.16
Толщина льда на р.Уба-с.Шемонаиха

Характеристика	XI			XII			I	II	III			IV		Наибольшая за год
	10	20	30	10	20	31	31	28	10	20	31	10	20	Дата
Средняя				30	35	43	72	83	87	90	86			
Наибольшая	7	30	48	48	63	75	112	129	130	133	130		85	133
Наименьшая					10	15	39	52	60					20÷25.03

2.4. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА РАБОТ

2.4.1. Общие сведения.

Изучаемая территория бассейна р.Уба, планируемая под строительство каскада гидротехнических сооружений, по инженерно-геологическому районированию располагается в границах Алтайского инженерно-геологического региона, в его северо-западной части.

Алтайский инженерно-геологический регион выделен в пределах крайней восточной части территории Казахстана (правобережье р.Иртыш) и охватывает низкогорье Рудного Алтая, высокогорье и низкогорье Южного Алтая, разделённые между собой Нарымо-Бухтарминской впадиной. Северо-восточной и юго-западной границами региона являются зоны смятия (региональные тектонические разломы) – Северо-Восточная и Иртышская.

Высотная поясность чётко прослеживается в горных районах Алтая. Выделяются зоны (снизу вверх):

- горная и предгорная лесо-луго-степная (лиственные горные леса в сочетании с кедрово-пихтово-лиственничными зарослями кустарников и степями);
- горно-таёжная и лугово-таёжная (пихтовые горные темнохвойные леса в сочетании с кедровыми и лиственничными лесами, зарослями кустарников и лугами, а также осиновые, еловые леса в сочетании с зарослями кустарников, сосновые леса);
- высокогорная луговая альпийские леса и степи в сочетании с субальпийскими лугами Алтая и Тарбагатай, местами замшелые луга с заметным участием зелёных мхов и лишайников);
- высокогорная тундровая (с преобладанием зелёных мхов, лишайников, участие высоких цветковых растений, стелющихся кустарниковых и низкорослых кустарниковых форм). Покров фрагментарный.

На территории развивается и интразональная растительность, существующая в понижениях рельефа в условиях дополнительного увлажнения либо на поверхности замкнутых котловин (пойменные леса, разнотравно-луговые, тростниковые, чиевые, волоснецовые, ажрековые луга в сочетании с полынными сообществами).

2.4.2. Геологическое строение

Геологическое строение региона отличается значительной контрастностью и неоднородностью. В пределах описываемой территории характерно чередование крупных и мелких участков с простыми пологими складками слабо изменённых пород с участками распространения интенсивно смятых, рассланцованных и сильно метаморфизованных пород.

В тектоническом отношении Алтайский регион отчётливо подразделяется на каледонский, герцинский и альпийский геолого-структурные этажи.

2.4.3. Гидрогеологические условия.

В пределах изучаемой территории практически повсеместно распространены подземные воды трещинного и трещинно-жильного типа, связанные с отложениями складчатого палеозойского фундамента, и грунтовые воды порового типа, связанные с кайнозойскими рыхло-обломочными образованиями поверхностных отложений. В отдельных межгорных впадинах локально распространены напорные порово-пластовые воды.

Трещинные и трещинно-жильные подземные воды приурочены к зоне открытой трещиноватости скальных пород. Мощность трещиноватой зоны обычно не превышает 70÷80м. Глубина залегания подземных вод изменяется в очень широких пределах в зависимости от рельефа местности.

Питание подземных вод осуществляется преимущественно за счёт атмосферных осадков и поэтому режим их тесно взаимосвязан с ландшафтной зональностью территории. Максимальные уровни подземных вод с некоторым запозданием соответствуют периодам весеннего снеготаяния и выпадения атмосферных осадков, при этом амплитуды колебания уровня обычно не превышают 1.5÷3.0м.

Разгрузка подземных вод происходит в понижениях рельефа, реже на склонах и бортах долин в виде родников и мочажин. Расходы родников составляют, в среднем, 0.1÷5.0 л/с и только в пределах зон тектонических разломов расходы источников достигают 30л/с.

Подземные воды преимущественно пресные и ультрапресные с минерализацией 0.1÷0.8г/л. Ультрапресные воды с минерализацией до 0.5г/л обычно обладают слабой углекислой агрессивностью по отношению к бетонным конструкциям инженерных сооружений.

Подземные воды порового типа связаны с толщами рыхлообломочных образований кайнозоя. В **озёрно-аллювиальных отложениях** подземные воды развиты спорадически в пределах небольших по площади участков реликтов древних аккумулятивных равнин и в межгорных впадинах. В площадном отношении водовмещающие слои здесь обычно не выдержаны и часто замещаются глинистыми водоупорными грунтами.

Мощность водоносных прослоев изменяется в пределах от 2 до 7÷8м. Местами вскрывается до 5÷6 водоносных прослоев. Воды зачастую обладают напором до 30÷130м и более.

Подземные воды обычно пресные гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые с минерализацией 0.2÷0.9г/л. Общая жёсткость воды составляет 2÷7мг·экв/л.

В четвертичных отложениях региона распространены водоносные горизонты и комплексы, развитые преимущественно в толщах гляциальных, флювиогляциальных, аллювиальных и делювиально-пролювиальных геолого-генетических типах пород.

В **гляциальных и флювиогляциальных отложениях** подземные воды залегают в очень широком диапазоне глубин – от 100÷120м и до их

выклинивания на склонах гор и по периферии морен в виде родников и мочажин. Расходы родников изменяются в пределах $0.2 \div 5.8$ л/с, чаще – $1.5 \div 5.0$ л/с.

Подземные воды обычно ультрапресные гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией $0.1 \div 0.3$ г/л. Общая жёсткость подземных вод $5 \div 6$ мг·экв/л. Воды обладают повышенной углекислой агрессивностью.

Аллювиальные водоносные отложения распространены по многочисленным речным долинам. Водоносные комплексы часто не имеют выдержанного водоупора и залегают на трещиноватых палеозойских породах различных геологических формаций.

Глубина залегания уровня подземных вод изменяется в пределах от 0.3 до $20 \div 50$ м. Водообильность аллювиальных отложений высокая – дебиты скважин изменяются в пределах $6 \div 120$ л/с.

Воды повсеместно пресные с общей минерализацией до 1 г/л.

Грунтовые воды, приуроченные к делювиально-пролювиальным отложениям, распространены спорадически и часто имеют характер верховодки. Глубина их залегания варьирует от $1 \div 3$ до $8 \div 10$, реже – $20 \div 30$ м.

Воды преимущественно пресные ($1.0 \div 1.5$ г/л) с общей жёсткостью $9 \div 14$ мг·экв/л и иногда обладают слабой сульфатной агрессивностью к обычным маркам цемента.

2.4.4. Современные геодинамические процессы

Сложность геологического строения, рельефа, климатических особенностей и инженерно-хозяйственная деятельность человека обусловили весьма интенсивное развитие многообразных геодинамических процессов по всей территории района.

Закономерности распространения, масштабы проявления, активность, условия и факторы формирования геодинамических процессов являются региональными и зональными.

К региональным факторам относятся - геологическое строение, геодинамический режим, геоморфологические условия; к зональным - высотная поясность горной системы, климатические и ландшафтные условия, обводненность и промерзание грунтов.

Взаимодействие и взаимовлияние вышеперечисленных факторов сформировали следующий комплекс геодинамических процессов в описываемом районе.

2.4.5. Экзогенные геодинамические процессы.

Разуплотнение массивов скальных пород. Процесс происходит в зонах разгрузки естественных напряжений на откосах и склонах с образованием трещин бортового отпора (разгрузки), с расслоением пород по трещинам первичной отдельности (напластования) и раскрытием литогенетических и тектонических трещин в скальных массивах.

Глубина зоны разуплотнения в скальных породах составляет $30 \div 40$ м,

т.е. в пределах глубины эрозионного расчленения рельефа.

Выветривание. Резко континентальный климат обуславливает развитие процессов физического (в особенности морозного) выветривания скальных и полускальных пород. Наиболее активно проявляется этот процесс в породах полиминерального состава (кристаллические сланцы, переслаивающиеся массивы эффузивно-осадочных пород), имеющие в своем составе минералы с различными коэффициентами теплового расширения и сжатия. Также большое влияние на интенсивность морозного и температурного выветривания оказывает сильная тектоническая раздробленность, расчлененность рельефа.

В осадочных породах, даже с грубой неоднородной слоистостью, выветривание происходит также избирательно, развиваясь по прослоям и линзам наиболее слабых пород. В обнажениях формируются ниши и углубления различной формы, разделяющиеся карнизами, сложенных более устойчивыми к выветриванию породами.

Эоловые процессы в районе работ проявляются, преимущественно, в виде ветровой эрозии или корразии, развивающейся по долинам рек, склоны и борта которых сложены скальными породами. Под воздействием горных ветров, переносящих песчаный и пылевой материал, происходит истирание пород с образованием на их поверхности ребристых и бороздообразных макроформ. При этом на участках, где скальные обнажения подвергаются наиболее постоянному и активному ветровому воздействию, также формируются ниши и углубления, различных форм и размеров.

Эрозионные процессы представлены преимущественно разрушающей деятельностью водных потоков как постоянных, так и временных.

Речная эрозия (эрозия постоянных водных потоков) проявляется в виде донной и боковой. Первая развивается в областях новейших поднятий, где долины рек имеют большую глубину, вид ущелий и каньонов (долина реки Уба и её притоков в верхнем течении). Боковая эрозия характерна для тех участков рек, где они протекают по днищам межгорных и внутригорных впадин.

Овражная эрозия (эрозия временных водных потоков) развита по склонам низкогорной зоны, в краевых приподнятых участках межгорных и внутригорных впадин. Широкому развитию оврагов способствует ливневый характер выпадения осадков, большие уклоны тальвегов межгорных и внутригорных долин, выполненных слабосцементированными и рыхлыми неоген-четвертичными отложениями, неустойчивыми к размыву. Для описываемого района наиболее характерен карнизный тип оврагов.

Плоскостной смыв проявляется на склонах различной крутизны с разреженным растительным покровом. Развитию и масштабу проявления процесса способствует ливневый характер выпадения осадков и активное снеготаяние в весенний период. В рыхлых грунтах формируются протяжины, промоины и рытвины, нередко иницирующие, в дальнейшем, развитие

процесса образования оврага. У подножия таких склонов при этом формируются делювиальные шлейфы.

2.4.6. Гравитационно-оползневые процессы.

Эти процессы образуют сложный парагенез, включающий в себя отседания блоков пород, обвалы, камнепады и оползни различных генетических типов.

Отседание блоков. Процесс наблюдается на крутых склонах долины р. Уба и ее притоков в скальных породах. Отседание блоков происходит по плоскостям трещин разгрузки. При этом блоки запрокидываются и обрушаются, образуя крупноглыбовые массивы в подошве склона и на поверхности пойм и террас рек. Этот процесс ускоряется при эрозионной подрезке склонов в их основании.

Обвалы и обрушения блоков пород образуются на обрывистых горных склонах и в глубоких речных долинах по берегам рек и крупных глубоких оврагов. Обвалы проявляются в виде обрушения одиночных глыб и небольших блоков пород. Обвальные массы создают материал для осыпей.

Камнепады формируются на крутых склонах, сложенных интенсивно трещиноватыми скальными и слабосцементированными крупно-обломочными породами. После отделения от материнского склона обломочный материал перемещается к подножиям склонов, образуя шлейфы камнепадов, «каменные поля».

Осыпи, развивающиеся из трещин в кулуарах зон тектонического дробления формируют одиночные шлейфы. В условиях, когда склон полностью представлен скальными породами, у его подножия может сформироваться целый шлейф осыпей, покрывающий до 2/3 поверхности склона. Углы ската осыпей в зависимости от крупности обломочного материала изменяются от 30 до 45°. В описываемом районе осыпи, как правило, крупнообломочные – размеры глыб достигают 1.5м в поперечнике. Верхняя часть осыпей сложена крупным щебнем с дресвяным заполнителем.

Оползни развиваются в породах неогенового и, преимущественно, четвертичного возраста. Сплывы-оползни солифлюкционного типа возникают здесь вследствие периодического сезонного промерзания и оттаивания грунтов покровных отложений. Мощность такого типа оползней составляет 0.5÷1.5м, редко более. В породах неогенового возраста наиболее ярко проявляются оползни контактного типа, суффозионные и осыпи в ранее смещённых породах. Оползни, обвалы и осыпи рыхлообломочных образований в сочетании с распространением контрастного высокогорного рельефа и относительно высоких модулей поверхностного стока обуславливают развитие эрозионно-селевых процессов.

Селевые потоки формируются в пределах описываемой территории на протяжении всего тёплого периода года, причём наиболее благоприятны весна и первая половина лета, когда выпадают ливневые дожди весьма высокой интенсивности. Суточные максимумы осадков в эти периоды иногда

превышают 250мм. Мощные предгорные шлейфы и конусы выноса, сложенные селевыми наносами, указывают на значительную интенсивность проявления селевых процессов как в недалёком прошлом, так и в настоящее время.

2.4.7. Инженерно-геологические условия строительных площадок каскада ГЭС.

Сооружения каскада ГЭС проектируется разместить по долине реки Уба в интервале от п. Карагужиха до п. Верхуба.

Долина реки в районе п. Карагужиха имеет сложный корытообразный поперечный профиль с широкой донной частью и бортами, сложенными скальными породами. Крутизна склонов на участках обнажения скальных массивов достигает $75\div 90^\circ$.

Ниже п.Карагужиха, где планируется разместить плотину ГЭС-3 и водозаборное сооружение, река поворачивает направо и сразу после разрушенного моста входит в каньон, где начинаются Большие Убинские пороги длиной $6\div 8$ км.

Ниже устья Белопорожной Убы сформировалось наиболее сложное порожистое русло реки. По левому берегу распространены сплошные скальные обнажения плитообразной формы, по правому – мощные скопления валунного материала с галечниковым и гравийным заполнителем.

Ниже Больших Убинских порогов долина реки расширяется до $1\div 2$ км, уклон реки уменьшается, встречаются несложные, но широкие перекаты и водный поток до устья р.Морозихи приобретает спокойный характер, местами осложняемый шиверами. В русловой части появляются протяжённые острова, сложенные преимущественно галечниковыми грунтами. Река здесь расширяется на $100\div 150$ м, скорость течения составляет $7\div 8$ км/час.

От устья р.Морозиха до п.Верхуба река имеет большую ширину и быстрое течение. Русло изобилует множеством перекатов, островов, достигающих первых сотен метров в длину и десятков метров в ширину.

Основные сооружения ГЭС-3.

Створ плотины.

Створ плотины планируется разместить в 3.8км от п.Карагужиха ниже по течению.

Долина реки имеет форму ущелья с трапецевидным поперечным профилем. Ширина долины по дну составляет около 130м при ширине реки 88.0м. Крутизна бортов изменяется в широких пределах от 25° в нижней части, местами перекрытой современными отложениями, до 70° в средней части на участках обнажения коренных пород, формирующих местами практически вертикальные уступы.

Борта долины на участке размещения плотины сложены скальными грунтами, представленными среднекембрийскими (ϵ_2) кристаллическими гнейс-амфиболитовыми сланцами. Скальные породы зеленовато-серого цвета, сланцеватые, интенсивно трещиноватые, крепкие, средней крепости.

Деривационный туннель и здание ГЭС.

Основными сооружениями деривационного туннеля являются водозаборное сооружение и собственно туннель, протяжённостью 3.23 км. Водозаборное сооружение проектируется разместить в долине левобережного притока – небольшого безымянного ручья.

Долина имеет V-образный поперечный профиль. Склоны долины ручья, заросшие деревьями и кустарником, сложены среднекембрийскими гнейс-амфиболитовыми кристаллическими сланцами (ϵ_2). С поверхности скальные породы на большей части окружающей территории перекрыты маломощными (0.2÷3.5 м) делювиальными и делювиально-пролювиальными отложениями, представленными преимущественно тёмно-серыми суглинками с включением дресвы и щебня до 30% с линзами «чистых» массивных суглинков ($d-dpQ_{IV}$). Покровные суглинки, как правило, туго- и мягкопластичные.

Выходной портал туннеля и здание ГЭС-3 могут быть размещены в пределах левобережной надпойменной террасы долины р. Уба, ниже Больших Убинских порогов. Поверхность террасы относительно ровная, слабоволнистая и осложнена неглубокими водно-эрозионными врезами временных водотоков и левобережного приточного ручья Крутой Ключ. Тыловой шов террасы перекрыт современными делювиально-пролювиальными наносами левобережного приточного ручья ($d-dpQ_{IV}$) мощность которых может достигать 2÷3 м.

В геологическом отношении основание террасы сложено современными аллювиальными галечниковыми грунтами (aQ_{IV}) с прослоями и линзами валунных, гравийных и песчаных грунтов. Размеры обломочного материала в поперечнике, в среднем, составляют 0.10÷0.20 м. Редко в составе аллювия присутствует обломочный окатанный материал диаметром более 0.50 м. Заполнитель представлен песком серым разнотельным до 30%. Выше по разрезу залегают тёмно-серые массивные суглинки, часто с включением мелкого гравия до 10%.

Мощность аллювия на этом участке долины реки может достигать предположительно 7÷8 м, мощность покровных суглинков при этом не более 1÷3 м с её увеличением к тыловому шву террасы.

Выявленное большое количество родников по долинам ручьёв, позволяет утверждать, что трасса деривационного туннеля пройдёт в водо-насыщенных породах. Учитывая, что подземные воды в скальных породах относятся к типу трещинно-жильных подземных вод, можно предположить их спорадическое распространение в скальном массиве, т.е. по отдельным, иногда изолированным коллекторам (зонам интенсивной трещиноватости).

Геодинамические процессы в пределах изучаемого участка.

Из представленных в общей характеристике региона геодинамических процессов, в пределах участка размещения сооружений ГЭС-3 возможно проявление ряда взаимосвязанных между собой современных геодинамических процессов и явлений, которые следует учесть при строительстве.

На участке размещения створа плотины активно развиваются разуплотнение массивов скальных пород (бортовые примыкания тела плотины), выветривание (левобережное примыкание тела плотины), эоловые процессы, речная эрозия (особенно во время паводков, преимущественно боковая), плоскостной смыв, обвалы и обрушения блоков скальных пород.

При большом разнообразии представленных геодинамических процессов, все они носят характер локального проявления и активизируются только при стечении нескольких иницирующих факторов как природного, так и техногенного происхождения. Наиболее серьёзными с точки зрения влияния на инженерные сооружения, представляются процессы водной боковой эрозии и обвалы.

Основные сооружения ГЭС-4

Створ плотины

Створ плотины проектируется на 1.1км выше устья р.Зимиха (черт. № ВКО-Уба-10-2010-ГЕО-4), левобережного притока р.Уба. Долина реки в створе плотины имеет корытообразный поперечный профиль. Ширина долины по дну составляет около 1 000м при ширине реки 340.0м. Крутизна бортов изменяется в широких пределах от 25° на участках, где скальные породы перекрыты чело делювиальных и делювиально-пролювиальных грунтов до 70÷90° на участках обнажения коренных пород, формирующих местами практически вертикальные уступы высотой до 5÷7м. Склоны покрыты редким лесом.

Борта долины на участке размещения плотины сложены скальными грунтами, представленными нижнекарбоновыми (C_1 v_2) андезитовыми порфиритами позднегерцинского геолого-структурного этажа. Скальные породы тёмно-серого цвета, трещиноватые, крепкие, средней крепости.

С поверхности скальные породы перекрыты делювиальными суглинками (dQ_{IV}) с включением дресвы и щебня коренных пород до 20%. Суглинок серовато-коричневый, массивный, тугопластичный.

Русловые отложения представлены современными галечниковыми грунтами с включением редких крупных валунов (aQ_{IV}). Средние максимальные размеры крупнообломочного материала 100÷250мм.

Ниже створа плотины, приблизительно в 1 400м между устьями ручьёв Зимиха и Волчиха, в русле обнажаются коренные породы, формируя небольшие пороги.

Геодинамические процессы в пределах изучаемого участка.

Из представленных в общей характеристике региона геодинамических процессов, в пределах участка размещения сооружений ГЭС-4 возможно

проявление ряда взаимосвязанных между собой современных геодинамических процессов и явлений, которые обязательно следует учесть при строительстве.

На участке размещения створа плотины активно развиваются разуплотнение массивов скальных пород (бортовые примыкания тела плотины), выветривание (левобережное примыкание тела плотины), эоловые процессы, речная эрозия (особенно во время паводков, преимущественно боковая), плоскостной смыв, обвалы и обрушения блоков скальных пород, оползания склонов.

При большом разнообразии представленных геодинамических процессов, все они носят характер локального проявления и активизируются только при стечении нескольких иницирующих факторов как природного, так и техногенного происхождения. Наиболее серьёзными с точки зрения влияния на инженерные сооружения, представляются процессы водной боковой эрозии, вывалы отдельных глыб и оползания склонов.

Сейсмотектонические условия

Сейсмичность района проектируемого строительства по данным СН РК 2.03-30-2006 – 6 баллов. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – вторая, в пределах участков распространения водонасыщенных грунтов – третья.

С целью уточнения сейсмичности территории на последующих этапах проектирования необходимо предусмотреть постановку работ по микро-сейсмораионированию участка размещения каскада ГЭС.

Обеспечение строительных площадок.

Подъездными дорогами обеспечены не все участки строительства, при этом имеющиеся грунтовые дороги местного значения эксплуатируются периодически. В периоды весеннего половодья и ливневых дождей доступность к участкам строительства ограничена практически полностью.

Местными строительными материалами (строительный камень, галечниковые грунты и суглинок) каждый участок проектируемого строительства может быть обеспечен практически полностью в любом объёме. Качество строительного материала необходимо изучать на следующих стадиях проектирования.

Водоснабжение строительных площадок также может быть обеспечено за счёт имеющихся запасов поверхностных и подземных вод.

2.5. Водное хозяйство.

В качестве исходных данных при разработке водохозяйственного раздела каскада 2-х ГЭС на р.Оба (Уба) использованы топографические характеристики водохранилищ, кривые зависимости расходов от уровней воды в нижних бьефах ГЭС-3, ГЭС-4 гидрологические характеристики стока в створах 3, 4.

Топографические характеристики водохранилищ в виде кривых зависимости площади зеркала и статических объемов от уровней $F=f(Z)$, $W=f(Z)$, кривые зависимости расходов воды от уровней в нижних бьефах ГЭС $Q=f(Z)$ рассчитаны и построены с использованием карт М 1:25 000, и приведены на рис. 2.1, 2.2.

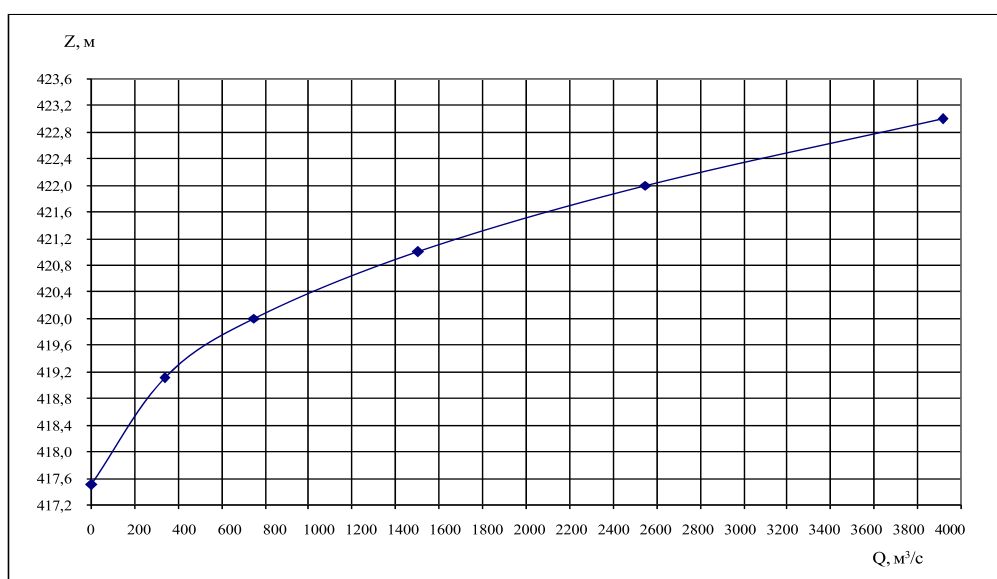


Рис. 2.1. Кривая расходов воды в нижнем бьефе Карагужихинской ГЭС-3

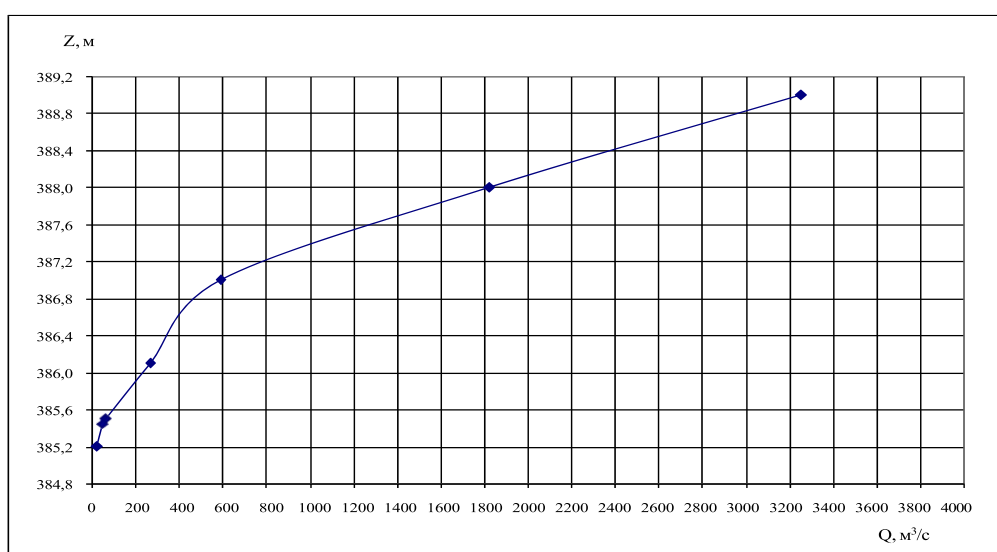


Рис. 2.2. Кривая расходов воды в нижнем бьефе Волчихинской ГЭС-4

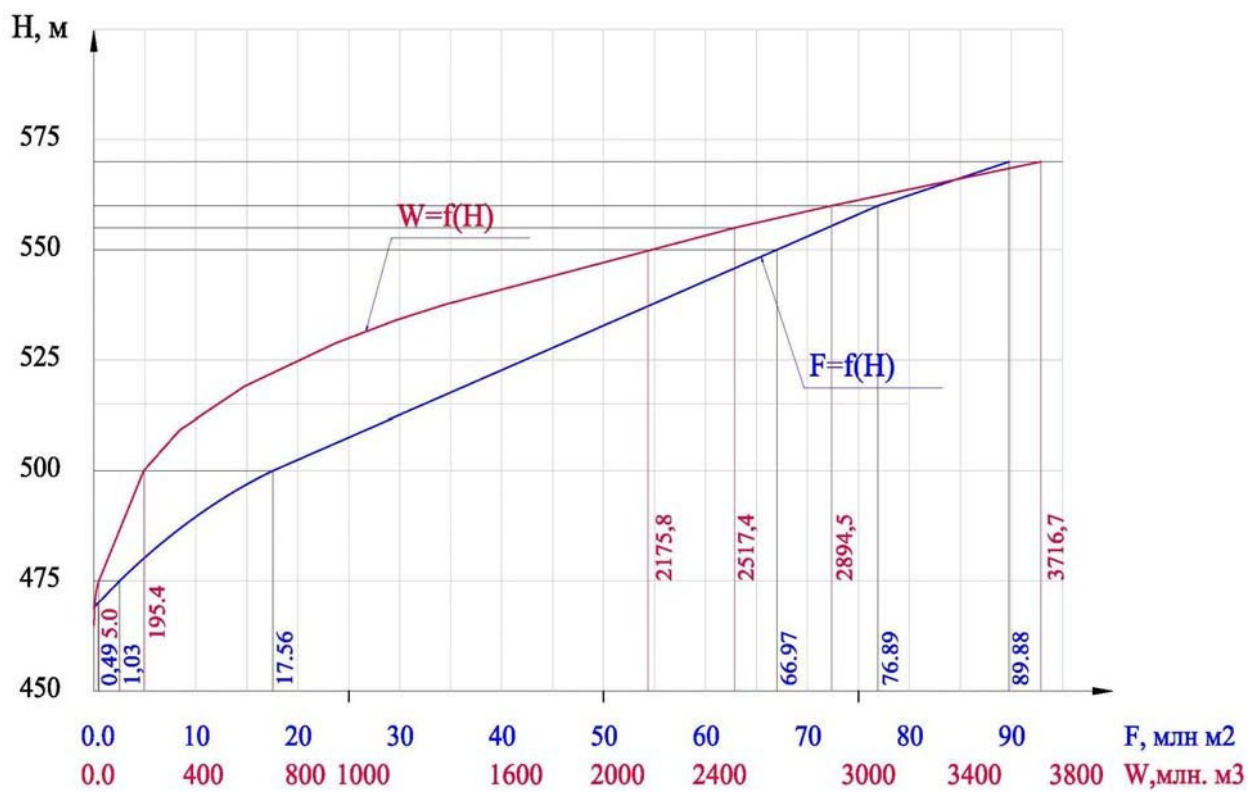


Рис.2.3. Кривые площадей зеркала и объемов в-ща ГЭС-3 (Карагузихинская ГЭС)

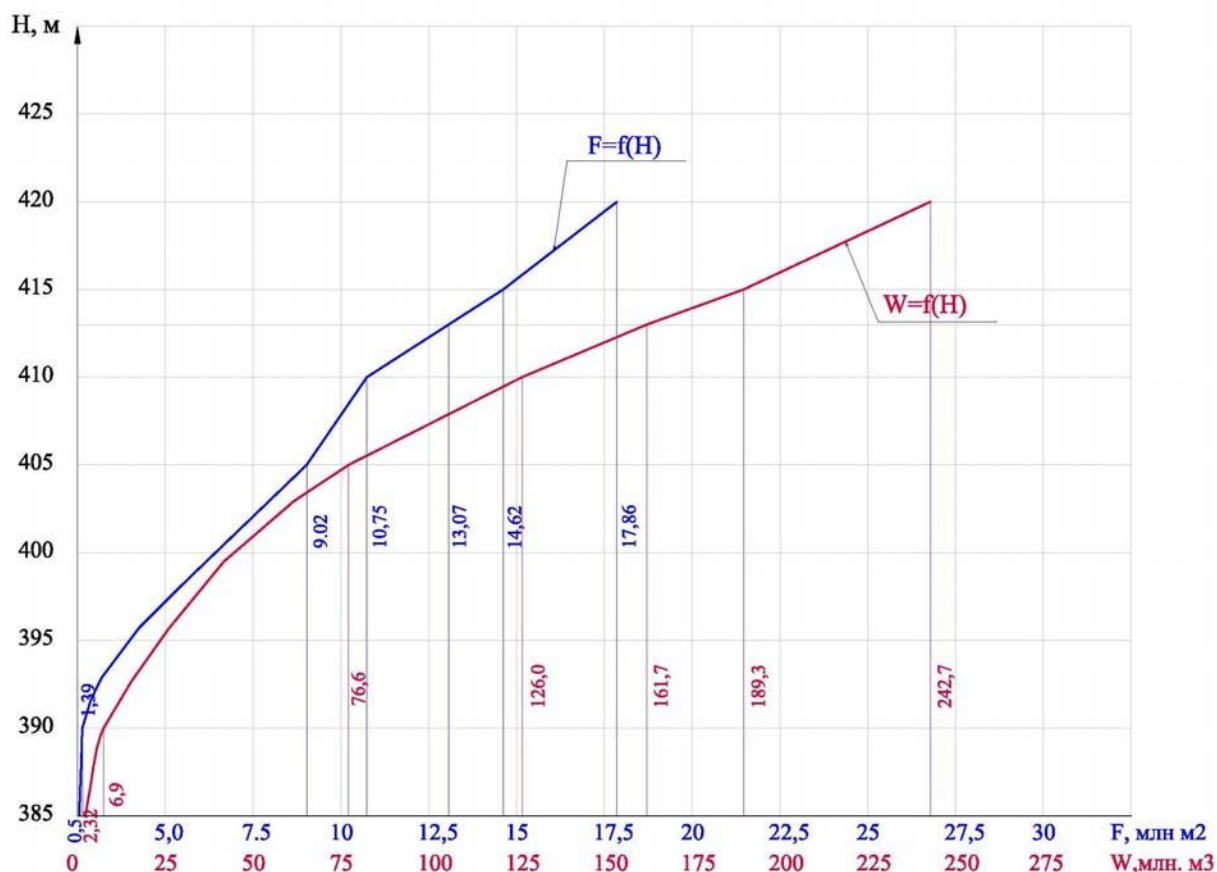


Рис.2.4. Кривые площадей зеркала и объемов водохранилища Зимихинской ГЭС-4

Средние многолетние и обеспеченные гидрологические характеристики стока в створах ГЭС получены с использованием многолетних данных наблюдений р.Оба (Уба) в створах: с.8-е Марта, пос.Карагужиха.

Пороги, г.Шемонаиха в соответствии с рекомендациями МСП 3.04-101-2005 (МСП 3.04-101-2005).

В таблице 2.17 приведены средние многолетние и обеспеченные расходы воды р.Уба в створах ГЭС.

Таблица 2.17

Створ	Ср.многолетний Q, м³/с	Расходы воды (м³/с) обеспеченностью	
		50%	90%
ГЭС-3	94.2	92.9	69.9
ГЭС-4	135	132	97.2

2.6. ВОДНОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Условия работы каскадно расположенных ГЭС отличаются от условий изолированно расположенных ГЭС. Различие заключается в том, что каждая, ниже расположенная ГЭС, использует сток, прошедший через выше расположенные установки ГЭС и подвергающийся регулированию в выше

расположенных водохранилищах. В результате, во-первых, суммарный используемый сток уменьшается вследствие изъятия воды на нужды различных отраслей народного хозяйства (орошение, водоснабжение) и потерь на испарение, во-вторых, сток перераспределяется во времени.

В выполненных расчетах на настоящей стадии не учтены изъятия воды на нужды народного хозяйства из водохранилищ и приняты незначительные потери на испарение. В этом случае условия работы, ниже расположенного, водохранилища ГЭС-4 улучшаются, т.к. в контролируемом ими стоке отражено влияние регулирования выше расположенного водохранилища ГЭС-3.

Расчеты водноэнергетических показателей определены для:

ГЭС-3 при НПУ 570м, УМО 555.0м, полезной емкости 1 199.3млн.м³;

ГЭС-4 при НПУ 420м, УМО 406.0м, полезной емкости 156.22млн.м³;

Режим мощностей ГЭС определяется величиной зарегулированного стока, проходящего через агрегаты ГЭС и напорами, зависящими от уровней бьефов которые находятся в зависимости от режима регулирования стока. Водохранилище начинает заполняться при расходах воды, превышающих зарегулированный сток. После заполнения водохранилища в нижний бьеф пропускаются приточные расходы, если они превышают зарегулированные. При снижении приточных расходов ниже зарегулированных, происходит сработка водохранилища.

Основными элементами при расчетах мощностей ГЭС являются расходы и напоры.

$$N = A \times \bar{Q} \times \bar{H}$$

A – коэффициент мощности, $A=9.81 \times \text{КПД}_\Gamma \times \text{КПД}_\Gamma$;

– средний расход, м³/с;

– средний напор на ГЭС (нетто), м.

Режим мощностей ГЭС-3 будет определяться расходами в подводящем к ГЭС-3 трубопроводе, длиной 2 780м.

Забор воды из водохранилища в трубопровод ГЭС-3 назначался таким, чтобы после забора оставался санитарный попуск 5.0м³/с для обводнения 4^{-х} километрового участка р.Уба между створами плотины и устьем р.Белопорожная Уба.

Средний напор на ГЭС определялся как разница между уровнем верхнего и нижнего бьефа ГЭС-3 с учетом боковой приточности р.Белопорожная Уба. Потери воды в водоподводящем тракте приняты по данным расчетов равными 9.0м при пропуске расчетного расхода ГЭС.

В зарегулированных условиях приток к створу ГЭС-4 определяется режимом работы ГЭС-3 и боковой приточностью между створами.

Результаты водноэнергетических расчетов ГЭС, работающих изолировано и в каскаде, приведены в таблицах 2.18, 2.19.

Сводка основных водохозяйственных и водноэнергетических показателей ГЭС на р.Уба приведены в таблице 2.20.

Таблица 2.23

Изолированный водноэнергетический расчет 50% обеспеченности Карагужихинская ГЭС 3 УМО=555 м 3 агрегата

	Qест, м³/с	Qisp, м³/с	Q', м³/с	минус санитарные попуски	Qges, м³/с	Wпоступлен ия (сработка), млн.м³	Wобщий млн.м³	Wпри нпу млн.м³	сброс млн.м³	сброс м³/с	QБелопор ожн.Уба, м³/с	расход гэс+Бело порож.У ба, м³/с	Zвб, м	Zнб, м	Hнт, м	Mб, МВт	Евр, млн.кВтч	Z нб, м	Q, м³/с
					УМО=555,0 м W=2517,4 млн.м³									9м-потери					
IV	267	3	264	259	100	412	2929				28	127,8	560,42	418,11	133	113,3	82	417,5	0
V	273	4	269	264	100	440	3369				81	181,1	565,77	418,36	138	117,6	88	419,1	335
VI	280	5	275	270	120	390	3759	3716,7	42,0	16,2	38	174	570,00	418,33	143	145,5	105	420,0	749
VII	117	5	112	107	124	-45	3672				9,0	133,0	569,45	418,13	142	150	112		
VIII	59,7	5	55	50	70	-54	3617				10,7	80,7	568,79	417,89	142	84,4	63		
IX	32,1	3	29	24	70	-119	3498				9,8	79,8	567,34	417,88	140	83,6	60,2		
X	32,5	3	29	24	70	-122	3376				12,3	82,3	565,86	417,89	139	82,7	61,5		
XI	12,6	2	11	6	70	-167	3210				5,5	75,5	563,83	417,86	137	81,5	58,7		
XII	10,1	1	9	4	70	-176	3033				3,2	73,2	561,68	417,85	135	80,23	59,7		
I	10,3	1	9	4	70	-176	2857				2,2	72,2	559,50	417,84	133	78,93	58,7		
II	8,8	1	8	3	70	-162	2695				2,2	72,2	557,35	417,84	131	77,65	52,2		
III	11,1	1	10	5	70	-174	2521				2,4	72,4	555,04	417,84	128	76,28	56,8		
	92,9				83,7										137	97,6	856		

Z вб, м	площ., км²	объем, млн.м³
466,0	0,189	0,00
470,0	0,487	1,3
475,0	1,032	5,0
500,0	17,56	195,4
550,0	66,97	2175,8
555,0	69,67	2517,4
560,0	76,89	2894,5
570,0	89,88	3716,7

Изолированный водноэнергетический расчет 90% обеспеченности Карагужихинская ГЭС 3 УМО=555 м 3 агрегата

	Qест, м³/с	Qisp, м³/с	Q', м³/с	минус санитарные попуски	Qges, м³/с	Wпоступлен ия (сработка), млн.м³	Wобщий млн.м³	Wпри нпу млн.м³	сброс млн.м³	сброс м³/с	QБелопор ожн.Уба, м³/с	расход гэс+Бело порож.У ба, м³/с	Zвб, м	Zнб, м	Hнт, м	Mб, МВт	Евр, млн.кВтч	Z нб, м	Q, м³/с
					УМО=555,0 м			W=2517,4 млн.м³						9м-потери					
IV	243	3	240	235	50	480	2997				30	69,0	561,37	420,00	132	56,3	41	417,5	0
V	300	4	296	291	128	436	3433				90	188,0	566,55	420,00	138	150	111	419,1	335
VI	102	5	97	92	50	109	3542				61	77,0	567,88	417,87	141	59,9	43	420,0	749
VII	51,7	5	47	42	50	-22	3520				21,7	56,0	567,61	417,77	141	59,9	45		
VIII	26,9	5	22	17	50	-89	3431				20,8	58,0	566,53	417,78	140	59,4	44		
IX	17,5	3	15	10	50	-105	3327				17,4	57,0	565,25	417,77	138	58,9	42,4		
X	44,3	3	41	36	50	-37	3290				10,9	58,0	564,81	417,78	138	58,7	43,6		
XI	15,0	2	13	8	50	-109	3181				10,1	54,0	563,48	417,76	137	58,1	41,8		
XII	11,5	1	10	5	70	-173	3008				9,5	72,0	561,38	417,84	135	80,1	59,6		
I	9,30	1	8	3	70	-179	2829				7,00	71,0	559,14	417,84	132	78,7	58,6		
II	8,74	1	8	3	70	-163	2667				5,23	71,0	556,98	417,74	130	77,5	52,1		
III	8,69	1	8	3	60	-153	2513				8,77	62,0	554,94	417,75	128	65,4	48,6		
	69,9				62,3										136	71,9	630		

Z вб, м	площ., км²	объем, млн.м³
466,0	0,189	0,00
470,0	0,487	1,30
475,0	1,032	5,00
500,0	17,56	195
550,0	66,97	2176
555,0	69,67	2517
560,0	76,89	2895
570,0	89,88	3717

Каскадный водноэнергетический расчет 50% обеспеченности Карагужихинская ГЭС-3 УМО=555 м 3 агрегата

	Qест, м³/с	Qиср, м³/с	Q¹, м³/с	минус санитарные попуски	Qges, м³/с	Wпоступления (сработка), млн.м³	Wобщий млн.м³	Wпри нпу млн.м³	сброс млн.м³	сброс м³/с	QБелопорожн.Уба, м³/с	расход гас+Белопорож.Уба, м³/с	Zвб, м	Zнб, м	Hнт, м	Mо, МВт	Евр, млн.кВтч	Z нб, м	Q, м³/с
					УМО=555,0 м			W=2517,4 млн.м³						9м-потери					
IV	267	3	264	259	100	412	2929				28	127,8	560,42	418,11	133	113	82	417,5	0
V	273	4	269	264	100	440	3369				81	181,1	565,77	420,00	137	116	86	419,1	335
VI	280	5	275	270	120	390	3759	3716,7	42	16	38	174	570,00	420,00	141	144	104	420,0	749
VII	117	5	112	107	124	-45	3672				9,0	133,0	569,45	418,13	142	150	112		
VIII	59,7	5	55	50	70	-54	3617				10,7	80,7	568,79	417,89	142	84	63		
IX	32,1	3	29	24	70	-119	3498				9,8	79,8	567,34	417,88	140	84	60,2		
X	32,5	3	29	24	70	-122	3376				12,3	82,3	565,86	417,89	139	82,7	61,5		
XI	12,6	2	11	6	70	-167	3210				5,5	75,5	563,83	417,86	137	81,5	58,7		
XII	10,1	1	9	4	70	-176	3033				3,2	73,2	561,68	417,85	135	80,2	59,7		
I	10,3	1	9	4	70	-176	2857				2,2	72,2	559,50	417,84	133	78,9	58,7		
II	8,8	1	8	3	70	-162	2695				2,2	72,2	557,35	417,84	131	77,7	52,2		
III	11,1	1	10	5	70	-174	2521				2,4	72,4	555,04	417,84	128	76,3	56,8		
	92,9				83,7										136	97,4	854		

Z вб, м	площ., км²	объем, млн.м³
466,0	0,189	0,00
470,0	0,487	1,3
475,0	1,032	5,0
500,0	17,56	195,4
550,0	66,97	2175,8
555,0	69,67	2517,4
560,0	76,89	2894,5
570,0	89,88	3716,7

Каскадный водноэнергетический расчет 90% обеспеченности Карагужихинская ГЭС-3 УМО=555 м 3 агрегата

	Qест, м³/с	Qиср, м³/с	Q¹, м³/с	минус санитарные попуски	Qges, м³/с	Wпоступления (сработка), млн.м³	Wобщий млн.м³	Wпри нпу млн.м³	сброс млн.м³	сброс м³/с	QБелопорожн.Уба, м³/с	расход гас+Белопорож.Уба, м³/с	Zвб, м	Zнб, м	Hнт, м	Mо, МВт	Евр, млн.кВтч	Z нб, м	Q, м³/с
					УМО=555,0 м			W=2517,4 млн.м³						9м-потери					
IV	243	3	240	235	50	480	2997				19	69,0	561,37	417,83	135	57,2	41	417,5	0
V	300	4	296	291	128	436	3433				60	188,0	566,55	420,00	138	150	111	419,1	335
VI	102	5	97	92	50	109	3542				27	77,0	567,88	417,87	141	59,9	43	420,0	749
VII	51,7	5	47	42	50	-22	3520				6,0	56,0	567,61	417,77	141	59,9	45		
VIII	26,9	5	22	17	50	-89	3431				8,0	58,0	566,53	417,78	140	59,4	44		
IX	17,5	3	15	10	50	-105	3327				7,0	57,0	565,25	417,77	138	58,9	42,4		
X	44,3	3	41	36	50	-37	3290				8,0	58,0	564,81	417,78	138	58,7	43,6		
XI	15,0	2	13	8	50	-109	3181				4,0	54,0	563,48	417,76	137	58,1	41,8		
XII	11,5	1	10	5	70	-173	3008				2,0	72,0	561,38	417,84	135	80,1	59,6		
I	9,30	1	8	3	70	-179	2829				1,00	71,0	559,14	417,84	132	78,7	58,6		
II	8,74	1	8	3	70	-163	2667				1,00	71,0	556,98	417,84	130	77,4	52,0		
III	8,69	1	8	3	60	-153	2513				2,00	62,0	554,94	417,80	128	65,4	48,6		
	69,9				62,3										136	71,9	631		

Z вб, м	площ., км²	объем, млн.м³
466,0	0,189	0,00
470,0	0,487	1,30
475,0	1,032	5,00
500,0	17,56	195
550,0	66,97	2176
555,0	69,67	2517
560,0	76,89	2895
570,0	89,88	3717

Таблица 2.19

Изолированный водноэнергетический расчет 50% обеспеченности Зимихинской ГЭС 4 УМО=406 м 4 агрегата

	Q _{гес} , м³/с	Q _{исп} , м³/с	Q', м³/с	Q _{гес} , м³/с	W _{поступления} (сработка), млн.м³	W _{общий} млн.м³	W _{при нпу} млн.м³	сброс млн.м³	сброс м³/с	расход г/с, м³/с	Z _{вб} , м	Z _{нб} , м	H _{нт} , м	M ₀ , МВт	Евр, млн.кВтч		Z _{нб} , м	Q, м³/с
				УМО=406,0 м			W=86,48 млн.м³											
IV	314	3	311	172	359	446	242,7	203,1	78,4	250	420,00	386,05	33,8	49,3	35,5		385,20	24,0
V	394	4	390	177	570	813	242,7	570	213	390	420,00	386,44	33,4	50,2	37,3		385,45	50,0
VI	356	5	351	173	461	704	242,7	461	178	351	420,00	386,33	33,5	49,2	35,4		385,50	67,0
VII	148	5	143	150	-19	224				150	418,24	385,75	32,3	41,2	30,6		386,10	268
VIII	90,4	5	85	80	14	238				80,0	419,60	385,54	33,9	23,0	17,1		387,00	590
IX	56,9	3	54	60	-16	223				60,0	418,12	385,48	32,4	16,54	11,9		388,00	1824
X	66,5	3	64	60	9	232				60,0	419,00	385,48	33,3	16,99	12,6		389,00	3250
XI	47,5	2	46	45	1	233				45,0	419,13	385,40	33,5	12,82	9,23			
XII	27,3	1	26	40	-37	197				40,0	415,69	385,35	30,1	10,25	7,62			
I	27,0	1	26	40	-37	159				40,0	412,79	385,35	27,2	9,26	6,89			
II	23,4	1	22	40	-43	117				40,0	409,05	385,35	23,5	7,99	5,37			
III	30,1	1	29	40	-29	87,4				40,0	406,10	385,35	20,5	6,99	5,20			
	132			89,8									30,6	24,5	215			

Z _{вб} , м	площ., км²	объем, млн.м³
385,0	0,5	2,32
390,0	1,389	6,9
405,0	9,024	76,6
410,0	10,75	126,0
413,0	13,07	161,7
415,0	14,62	189,3
420,0	17,86	242,7

Изолированный водноэнергетический расчет 90% обеспеченности Зимихинской ГЭС 4 УМО=406 м 4 агрегата

	Q _{гес} , м³/с	Q _{исп} , м³/с	Q', м³/с	Q _{гес} , м³/с	W _{вб в водопр.} млн.м³	W млн.м³	W _{при нпу} млн.м³	сброс млн.м³	сброс м³/с	расход г/с, м³/с	Z _{вб} , м	Z _{нб} , м	H _{нт} , м	M ₀ , МВт	Евр, млн.кВтч		Z _{нб} , м	Q, м³/с
				УМО=406,0 м			W=86,48 млн.м³											
IV	274	3	271	170	261	347	242,7	104	40	210	420,00	385,93	33,9	48,9	35,2		385,20	24,0
V	390	4	386	177	560	802	242,7	560	209	386	420,00	386,43	33,4	50,2	37,4		385,45	50,0
VI	163	5	158	160	-5	237				160	419,50	385,78	33,5	45,6	32,8		385,50	67,0
VII	73,3	5	68	70	-4	233				70	419,09	385,51	33,4	19,9	14,8		386,10	268
VIII	47,7	5	43	50	-19	213				50	417,26	385,45	31,6	13,4	10,0		387,00	590
IX	34,9	3	32	35	-8	205				35	416,51	385,31	31,0	9,2	6,6		388,00	1824
X	55,2	3	52	40	33	238				40	419,57	385,35	34,0	11,6	8,6		389,00	3250
XI	25,1	2	23	30	-18	220				30	417,90	385,26	32,4	8,3	5,96			
XII	21,0	1	20	30	-27	193				30	415,38	385,26	29,9	7,63	5,68			
I	16,3	1	15	30	-39	154				30	412,35	385,26	26,9	6,86	5,10			
II	14,0	1	13	30	-41	113				30	408,66	385,26	23,2	5,92	3,98			
III	17,5	1	16	30	-36	76,5				30	404,98	385,26	19,5	4,98	3,70			
	94,3			71,0									30,2	19,4	170			

Z _{вб} , м	площ., км²	объем, млн.м³
385,0	0,5	2,32
390,0	1,389	6,9
405,0	9,024	76,6
410,0	10,75	126,0
413,0	13,07	161,7
415,0	14,62	189,3
420,0	17,86	242,7

Каскадный водноэнергетический расчет 50% обеспеченности Зимихинской ГЭС-4 УМО=406 м 4 агрегата

	Qзрег, м³/с	Qбок.прит., м³/с	Qиср, м³/с	Q', м³/с	Qges, м³/с	Wпоступления (сработка), млн.м³	Wобщий млн.м³	Wпри нпу млн.м³	сброс млн.м³	сброс м³/с	расходгэс, м³/с	Zвб, м	Zнб, м	Hнт, м	M0, МВт	Евр, млн.кВтч	Z нб, м	Q, м³/с
				УМО=406,0 м				W=86,48 млн.м³										
IV	100	47	3	144	100	113	200				100	410,99	385,60	25,2	21,4	15	385,20	24,0
V	100	121	4	217	180	99	299	242,7	56	21	201	420,00	387,00	32,8	50,2	37	385,45	50,0
VI	136	76	5	207	160	121	364	242,7	121	47	207	420,00	387,00	32,8	44,6	32	385,50	67,0
VII	124	31	5	150	200	-134	108				200	408,20	385,90	22,1	37,6	28	386,10	268
VIII	70,0	31	5	96	100	-11	96,8				100	407,04	385,60	21,24	18,1	13	387,00	590
IX	70,0	25	3	92	85	18	114,4				85	408,83	385,55	23,07	16,7	12,0	388,00	1824
X	70,0	34	3	101	100	3	117,3				100	409,12	385,60	23,3	19,8	14,7	389,00	3250
XI	70,0	35	2	103	100	8	125				100	409,88	385,60	24,1	20,5	14,7		
XII	70,0	17	1	86	85	3	128,0				85	410,20	385,55	24,5	17,67	13,1		
I	70,0	17	1	86	90	-11	116,6				90	409,04	385,57	23,3	17,81	13,2		
II	70,0	15	1	84	90	-16	101,0				90	407,47	385,57	21,7	16,60	11,2		
III	70,0	19	1	88	90	-5	95,7				90	406,93	385,57	21,2	16,19	12,0		
	85,0				115									24,6	24,8	217		

Z вб, м	площ., км²	объем, млн.м³
385,0	0,5	2,32
390,0	1,389	6,9
405,0	9,024	76,6
410,0	10,75	126,0
413,0	13,07	161,7
415,0	14,62	189,3
420,0	17,86	242,7

Каскадный водноэнергетический расчет 90% обеспеченности Зимихинской ГЭС-4 УМО=406 м 4 агрегата

	Qзрег, м³/с	Qбок.прит., м³/с	Qиср, м³/с	Q', м³/с	Qges, м³/с	Wвб в водохр., млн.м³	W млн.м³	Wпри нпу млн.м³	сброс млн.м³	сброс м³/с	расходгэс, м³/с	Zвб, м	Zнб, м	Hнт, м	M0, МВт	Евр, млн.кВтч	Z нб, м	Q, м³/с
				УМО=406,0 м				W=86,48 млн.м³										
IV	50	30	3	77	50	71	157				19	412,63	385,45	27,0	11,5	8	385,20	24,0
V	127	90,3	4	213	180	89	247	242,7	4	1	60	420,00	387,00	32,8	50,2	37	385,45	50,0
VI	50,0	60,8	5	106	150	-115	128				27	420,00	385,38	34,4	43,9	32	385,50	67,0
VII	50,0	21,7	5	67	80	-36	92				6,0	405,93	385,32	20,4	13,9	10	386,10	268
VIII	50,0	20,8	5	66	60	15	108				8,0	409,10	385,54	23,4	11,9	9	387,00	590
IX	50,0	17,4	3	64	60	11	119				7,0	409,44	385,54	23,7	12,1	8,7	388,00	1824
X	50,0	10,9	3	58	60	-6	114				8,0	408,77	385,33	23,2	11,9	8,82	389,00	3250
XI	50,0	10,1	2	58	60	-5	109				4,0	408,27	385,48	22,6	11,5	8,30		
XII	70,0	9,5	1	78	80	-4	105				2,0	407,86	385,54	22,1	15,04	11,2		
I	70,0	7,0	1	76	80	-11	94				1,00	406,77	385,54	21,0	14,30	10,6		
II	70,0	5,2	1	74	70	10	104				1,00	407,81	385,30	22,3	13,27	8,9		
III	60,0	8,8	1	68	70	-6	98				2,00	407,20	385,31	21,7	12,91	9,6		
	62,3				83,3									24,6	18,5	163		

Z вб, м	площ., км²	объем, млн.м³
385,0	0,50	2,32
390,0	1,389	6,90
405,0	9,024	76,6
410,0	10,75	126,0
413,0	13,07	161,7
415,0	14,62	189,3
420,0	17,86	242,7

Таблица 2.20

№ п/п	Наименование показателей		Единицы измерения	ГЭС-3		ГЭС-4	
	I. Параметры водохранилища						
1	Емкость водохранилища						
	полная		млн.м ³	3 716.7		242.7	
	полезная		млн.м ³	1 199.3		156.22	
2	Площадь зеркала при НПУ		км ²	89.88		17.86	
	II. Уровни верхнего бьефа						
3	Нормальный подпорный		м	570.0		420.0	
4	Уровень мертвого объема		м	555.0		406.0	
	III. Напоры нетто						
5	Максимальный незарегулированный		м	142		33.9	
	зарегулированный		м	142		32.8	
6	Минимальный незарегулированный		м	128		20.5	
	зарегулированный		м	128		21.2	
	IV. Энергетические показатели						
7	Число установленных агрегатов		шт.	3		4	
8	Расчетный расход		м ³ /с				
	незарегулированный		м ³ /с	124		200	
	зарегулированный		м ³ /с	124		200	
9	Установленная мощность		МВт	150		50.0	
10	Номинальная мощность агрегата		МВт	50.0		12.5	
11	Гарантиро- ванная мощ- ность (де- кабрьская)	незарегули- рованная	МВт	80.2		10.2	
		зарегулиро- ванная	МВт	80.2		17.7	
12	Средняя много- летняя выработка	незарегу- лированная	млн.кВтч	50%	90%	50%	90%
				856	630	215	170
		зарегули- рованная	млн.кВтч	854	630	217	170
13	Суммарная много-летняя выработка	незарегу- лированная	млн.кВтч	50%			
				1 287			
		зарегули- рованная	млн.кВтч	1 321			

Следует отметить, что приведенные расчетные водноэнергетические характеристики сугубо предварительные.

На следующей стадии проектирования необходимо выполнить съемку для обоснования проектной документации в соответствии с СНиП РК 1.02-18-2004.

По материалам полевых исследований и измерений уточнить местоположение намеченных к проектированию створов ГЭС. Уточнить кривые объемов и площадей водохранилищ $F=f(Z)$, $W=f(Z)$, кривые расходов $Q=f(Z)$ в нижних бьефах ГЭС.

2.7. ТИПЫ И КОМПОНОВКА ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГЭС КАСКАДА

2.7.1. ГЭС-3 (Карагужихинская ГЭС)

ГЭС-3 является деривационной гидроэлектростанцией (компоновка сооружений приведена ниже). В состав сооружений входят:

- земляная насыпная плотина;
- энергетический тракт, состоящий из входного оголовка, напорного туннеля с уравнильным резервуаром и здания ГЭС;
- строительный водосброс, совмещенный с катастрофическим водосбросом и эксплуатационным водосбросом.

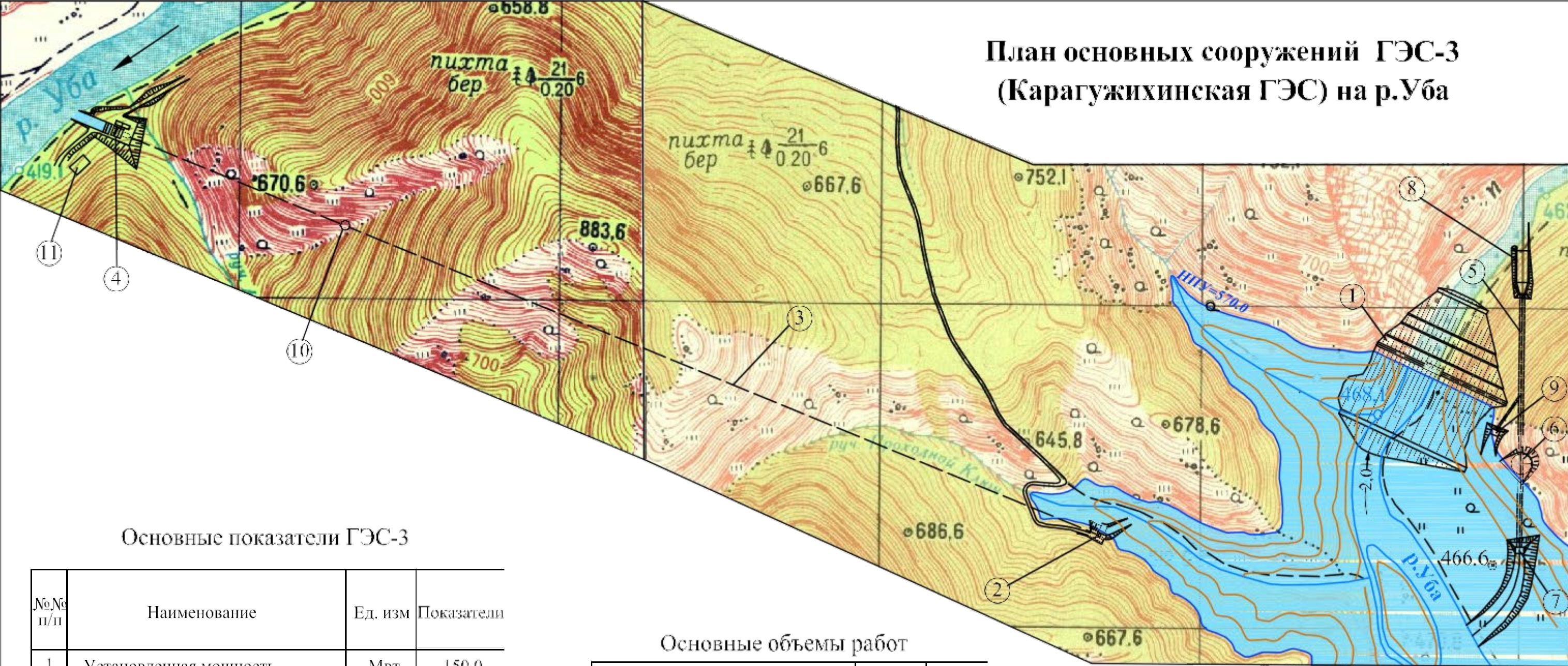
Земляная плотина. Створ земляной плотины расположен в 3.8км вниз по течению от с.Карагужиха. В этом месте ширина долины реки уменьшается. Долина реки имеет форму ущелья со скальными бортами. Крутизна бортов изменяется от 25° в нижней части до 70° в верхней части.

В соответствии с высотой плотины ($H=113$ м, разница отметок гребня плотины и естественного русла реки в створе) и типом грунтов основания плотины, сооружения гидроузла относятся к I классу.

Плотина принята земляной насыпной с центральным ядром из суглинка, переходными слоями обратного фильтра, боковыми призмами из гравийно-галечника и креплением откосов горной массой. Отметка гребня плотины 578.0м с запасом над НПУ в 8.0м и на ФПУ- 3м. Длина плотины по гребню – 444.5м, ширина 12м, ширина по основанию (вдоль русла) – 532.5м. Заложение верхового откоса 1:2.5 и низового 1:2 приняты по аналогу с Бестюбинской плотинной. На низовом откосе приняты три бермы для установки и обслуживания контрольно-измерительной аппаратуры.

В основании плотины предусматривается двухрядная глубинная цементационная завеса с устройством транспортной потерны, цементационной потерны, цементационной штольни, которые необходимы и по условиям производства работ, и на время эксплуатации (для выполнения, в случае необходимости, повторных цементаций). С нижнего бьефа земляная плотина ограничена банкетом из горной массы, необходимым для перекрытия реки, с верхнего бьефа - перемычкой из горной массы с противοфильтрационными элементами под защитой которой производится отсыпка тела и ядра плотины.

План основных сооружений ГЭС-3
(Карагужихинская ГЭС) на р.Уба



Основные показатели ГЭС-3

№№ п/п	Наименование	Ед. изм	Показатели
1	Установленная мощность	Мвт	150.0
2	Гарантированная мощность	Мвт	80.2
3	Среднегодовая выработка *	млн.квт.ч.	856/854
4	Количество агрегатов	шт.	3.0
5	Тип турбины - РО 170/803-В-224		
6	Максимальный сбросной расход Q _{max}	м³/сек	3570.0
7	Отметки: НПУ УМО	м м	570.0 555.0
8	Напоры: геодезический расчетный	м м	150.0 135.0
9	Расчетный расход ГЭС	м³/сек	140.0
10	Емкость водохранилища: полная полезная	млн. м³ млн. м³	3716.0 1199.0
11	Площадь зеркала водохранилища	км²	89.8

Основные объемы работ

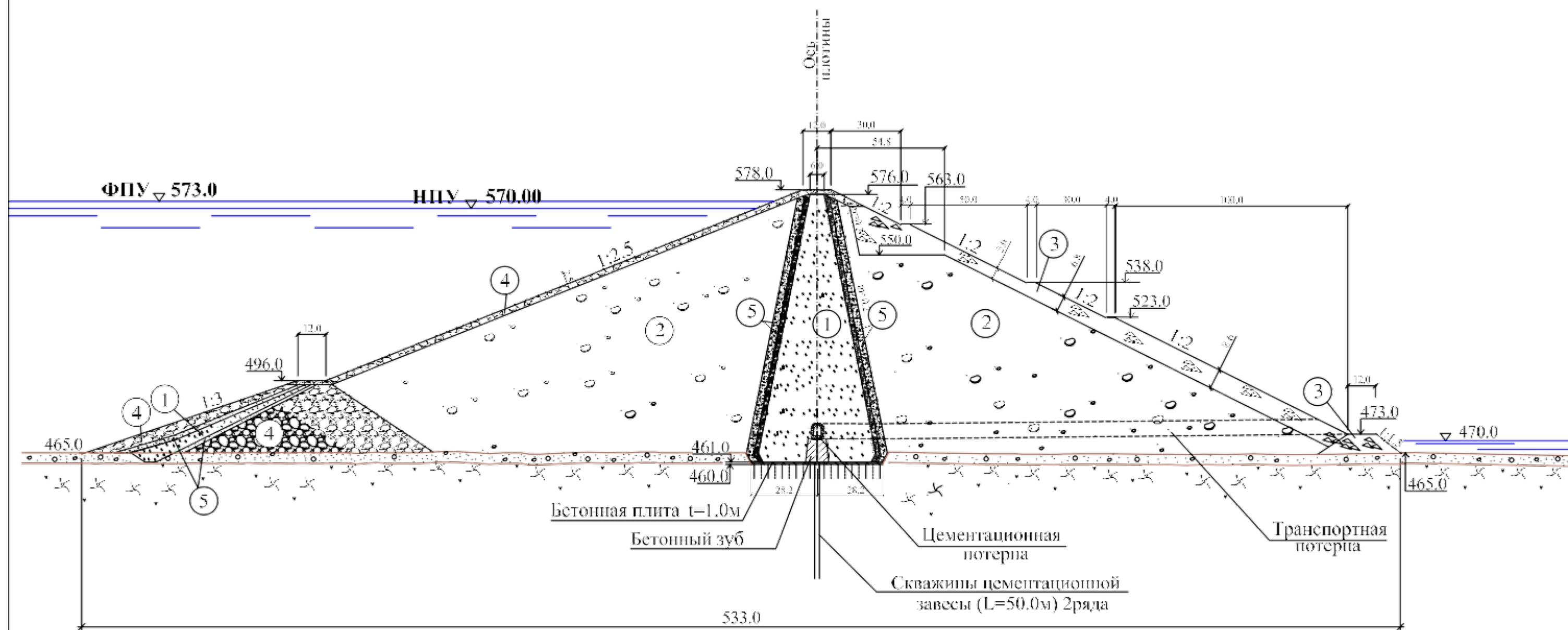
Наименование	Ед. изм.	ГЭС-3
Выемка: мягкого грунта	тыс. м³	395.0
скального грунта	тыс. м³	804,5
Насфыль:гравийно-галечника	тыс. м³	7378.0
горной массы	тыс. м³	1335.0
Ядро :суглинок	тыс. м³	1017.0
фильтр	тыс. м³	634.0
Железобетон :	тыс. т	307,95
в т.ч.монолитный	тыс. т	306,58
сборный	тыс. т	1.37
Арматура	тыс. т	18.9
Мехоборудование	тыс. т	2.34
Гидросиловое оборудование	тыс. т	1.79

Экспликация

Обозн.	Наименование
1	Земляная плотина
2	Водоприёмник ГЭС
3	Подводящий напорный туннель
4	Здание ГЭС
5	Туннель строительно-эксплуатационного водосброса
6	Шахтный водосброс
7	Входной оголовок строительного водосброса
8	Водобойный колодец
9	Входной оголовок эксплуатационного водосброса
10	Уравнительный резервуар
11	ОРУ-110 кв

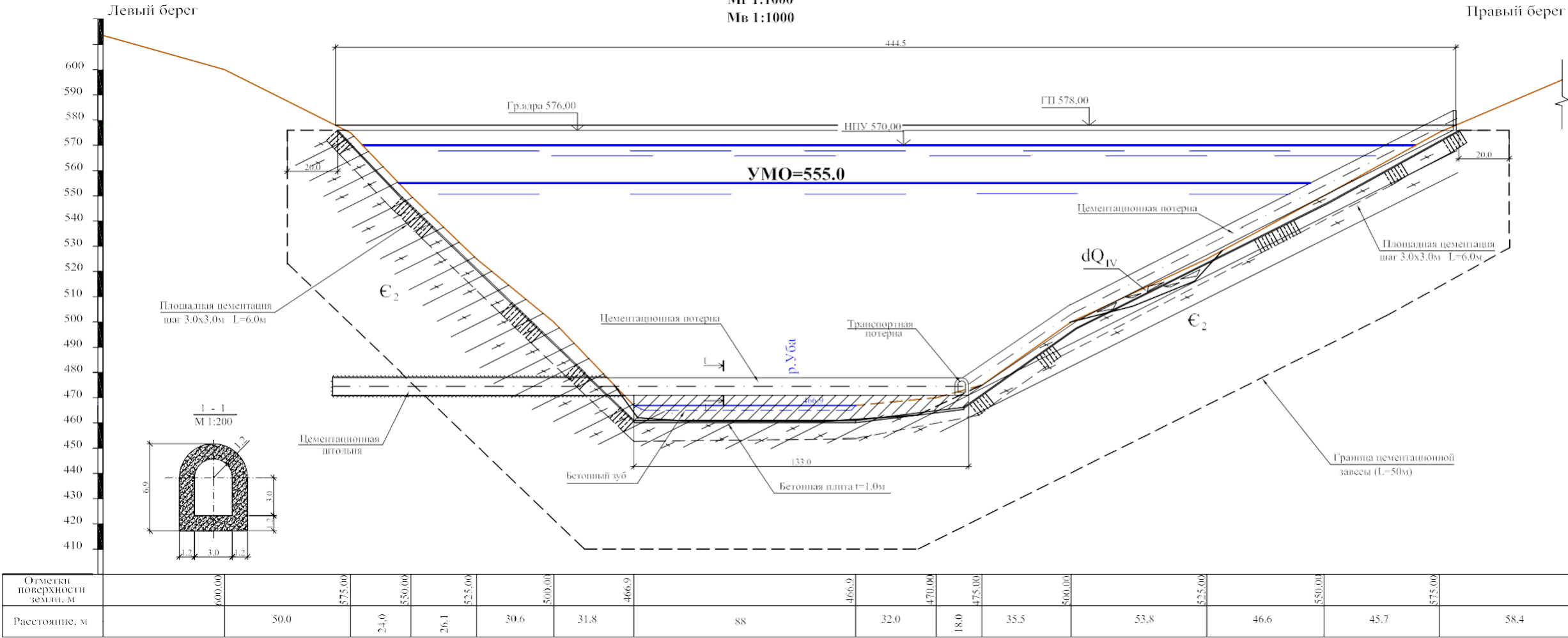
*Незарегулированная / зарегулированная

ГЭС-3 (Карагужихинская ГЭС) на р.Уба
Конструктивный профиль земляной плотины
М 1:1000



- ① Суглинок
- ② Гравийно-галечник
- ③ Рядовая горная масса
- ④ Горная масса из фракции $D \geq 350\text{мм}$
- ⑤ Обратный фильтр

ГЭС-3 (Карагужинская ГЭС) на р.Уба
Поперечник по створу плотины
Мг 1:1000
Мв 1:1000



Основные объемы работ по земляной плотине ГЭС-3

№№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Количество
I. Подготовка основания под плотину			
1	Оборка склонов	тыс.м³	1.2
2	Разработка грунта в русле реки	тыс.м³	20.0
3	Разработка грунта под ядро	тыс.м³	159.0
4	Бетон (открытый)	тыс.м³	15.2
5	Арматура	т	152.0
II. Глубинная цементация и укрепительная цементация			
1	Разработка скального грунта (подземная)	тыс.м³	4.0
2	Бурение скважин L=6.0м, d=105мм по схеме 3.0x3.0 (м)	шт./п.м	2592/15552
3	Бурение скважин d=105мм	шт./п.м	322/16100
4	Цементация скважин	п.м	31652.0
5	Бетон монолитный	тыс.м³	13.1
6	Бетон (подземный)	тыс.м³	2.5
7	Арматура	т	780.0
III. Отсыпка тела плотины			
1	Суглинок	тыс.м³	1077.0
2	Песчано-гравийная смесь D < 20мм обратный фильтр	тыс.м³	634.0
3	Гравийно-галечник	тыс.м³	7343.0
4	Рядовая горная масса	тыс.м³	635.0
5	Горная масса из фракции D > 35мм	тыс.м³	700.0

Строительно-эксплуатационный водосброс. Водосброс подземного типа с напорным туннелем расположен на правом берегу р.Уба. Общая длина туннеля 800м. Сечение строительного туннеля рассчитано на пропуск строительного расхода $Q_{1\%}=2\ 310\text{м}^3/\text{с}$, и имеет круглое сечение диаметром 15м. Максимальный паводковый расход $Q_{0.01\%}=3\ 580\text{м}^3/\text{с}$ пропускается через катастрофический шахтный водосброс, совмещенный со строительным, с форсировкой уровня водохранилища на 5м до ФПУ=875.0м. и отводящую часть строительного туннеля. В конце туннеля предусмотрен гаситель в виде водобойного колодца. На входе в строительный туннель устраивается входной оголовок с двумя водопропускными пролетами по 9м, оборудованными сороудерживающими решётками и плоскими скользящими затворами.

Эксплуатационный водосброс предназначен для сброса паводковых вод $Q_{0.1\%}=2\ 950\text{м}^3/\text{с}$ и санитарных попусков для обеспечения водой участка реки Уба от створа плотины до впадения в неё р.Белопорожная Уба. Туннель эксплуатационного водосброса совмещен с туннелем строительного водосброса. Входной оголовок имеет два водопропускных пролета по 9.0м каждый. Пролеты имеют по три линии пазов:

- пазы аварийно-ремонтного затвора;
- совмещенные пазы решеток и ремонтного затвора;
- пазы грейфера.

Подъём и опускание аварийно-ремонтных затворов производится канатным механизмом. В связи с суровыми зимами входной оголовок имеет верхнее строение с мостовым краном для обслуживания решёток, ремонтных затворов и грейфера.

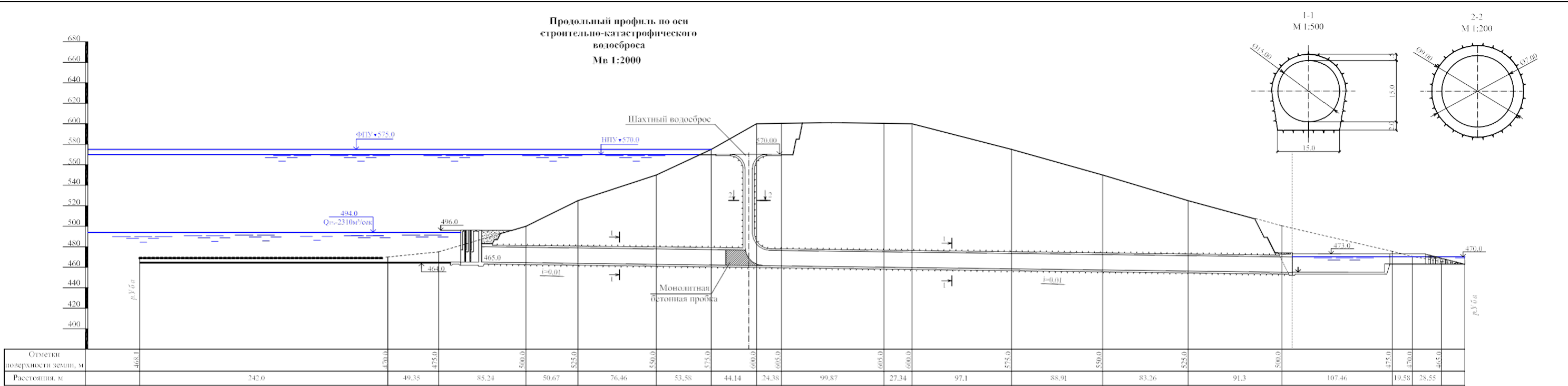
Энергетический тракт. Энергетический тракт расположен на левом берегу. В него входят:

- водоприемник ГЭС;
- подземный турбинный водовод, состоящий из напорной шахты, деривационного напорного туннеля и напорного водовода с участком развилок;
- уравнильный резервуар;
- здание ГЭС.

Водоприемник ГЭС башенной конструкции высотой 35м, имеет два водозаборных пролета по 9м каждый, оборудованные тремя линиями пазов:

- пазы аварийно-ремонтного затвора;
- совмещенные пазы решеток и ремонтного затвора;
- пазы грейфера.

Подъём и опускание аварийно-ремонтных затворов производится канатным механизмом. Входной оголовок имеет верхнее строение с мостовым краном для обслуживания решёток, ремонтных затворов и грейфера. От водоприемника через переходный участок вода поступает в вертикальную напорную шахту глубиной 63м, а затем в напорный

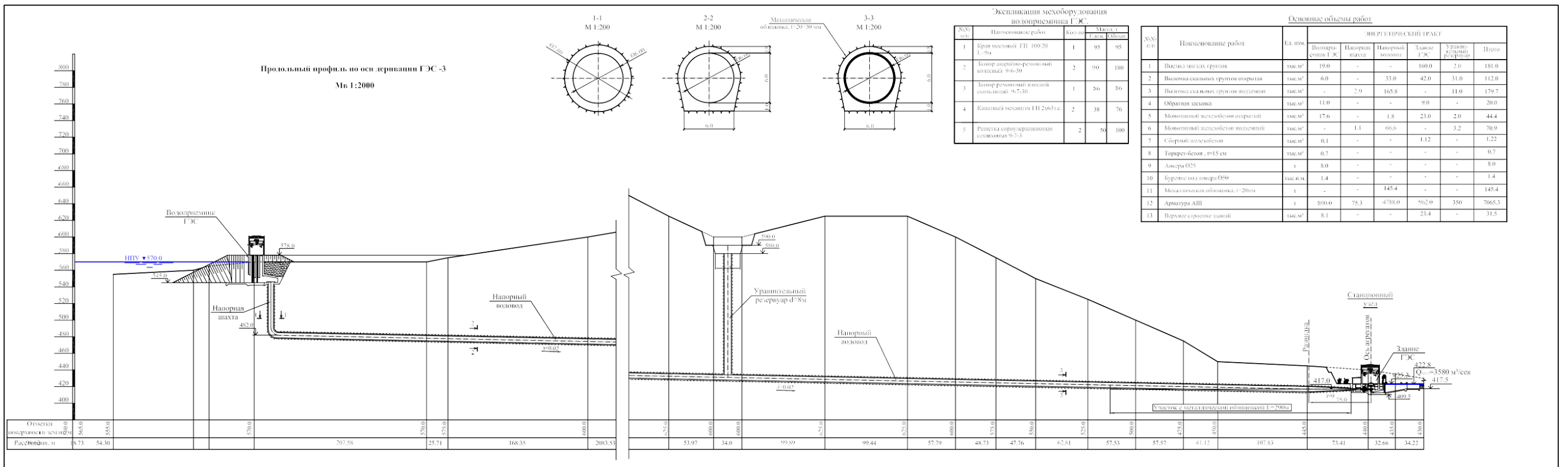


Экспликация оборудования.

№№ п/п	Наименование работ	Кол-во	Масса, т	
			Един.	Общая
1	Затвор плоский скользящий 9-10-20	2	71.0	142.0
2	Решетка сороудерживающая	2	20.0	40.0
3	Канатный механизм	2	38.0	76.0

Основные объемы работ

№№ п/п	Наименование работ	Ед. изм	Входной оголовок		Туннель		Шахтный водоброс	Гаситель	Итого
			Строит. водоброс	Эксплуат. водоброс	Строит. водоброс	Эксплуат. водоброс			
1	Выемка мягких грунтов	тыс.м³	12.0	-	-	-	-	23.0	35.0
2	Выломка скальных грунтов открытая	тыс.м³	14.0	65.0	-	-	56.0	99.0	234.0
3	Выломка скальных грунтов подземная	тыс.м³	-	-	256.0	11.6	6.0	-	273.6
4	Обратная засыпка	тыс.м³	6.0	8.6	-	-	-	9	23.0
5	Монолитный железобетон открытый	тыс.м³	12.0	14.0	-	-	6.0	33.6	65.6
6	Монолитный железобетон подземный	тыс.м³	-	-	87.0	4.7	3.0	-	94.7
7	Сборный железобетон	тыс.м³	0.05	0.1	-	-	-	-	0.15
12	Арматура АII	т	565.0	700.0	6800.0	1060.0	488.0	1678.0	11291.0



туннельный водовод диаметром 6м и длиной 3 230м, который заканчивается участком развилки. Шахта и туннель выполнены в железобетонной обделке. Кроме того, учитывая высокие напоры в турбинном водоводе, его концевой участок и развилка усиливается металлической облицовкой толщиной 20мм. В концевой части туннель разветвляется на три турбинных водовода диаметром 2.0м. На турбинных водоводах устанавливаются предтурбинные шаровые затворы.

Уравнительный резервуар шахтного типа выполняется в 700м до начала развилки. Высота шахты – 75м. Над шахтой расположен резервуар глубиной 10м и диаметром 32м.

Здание ГЭС.

Оценка установленной мощности ГЭС выполнена на диапазон напоров, обеспечиваемых отметкой НПУ и глубиной сработки водохранилища при выбранной полезной емкости 1199млн.м³. Глубина сработки составляет 15м. Отметка нижнего бьефа ГЭС продиктована топографическими условиями. Диапазон напоров составил 19÷33м. После анализа гидрологии реки с учетом ее перераспределения в водохранилище, расчетный расход определен как 200м³/с.

На параметры $H_{расч}=135.0$ м и $Q_T=46.7$ м³/с по номограммам проведен подбор оборудования, выпускаемого на территории СНГ. Для установки рекомендуются гидроагрегат с гидротурбиной типа РО 170/803-В-224 с диаметром рабочего колеса 2.24м. Для нашего диапазона напора и расходов необходимо установить четыре таких гидроагрегата, которые будут покрывать весь располагаемый диапазон расходов.

При этом установленная мощность ГЭС будет равна 150МВт. В дальнейших проработках необходимо уточнить величину установленной мощности путем проведения оптимизационных расчетов для вероятного диапазона значений напоров и расходов, и окончательно подобрать оборудование.

Здание ГЭС надземного типа, общим размером в плане (с монтажной площадкой) 21.5×48.0м. В здании ГЭС устанавливаются три вертикальных агрегата с радиально-осевыми турбинами РО 170/803-В-224.

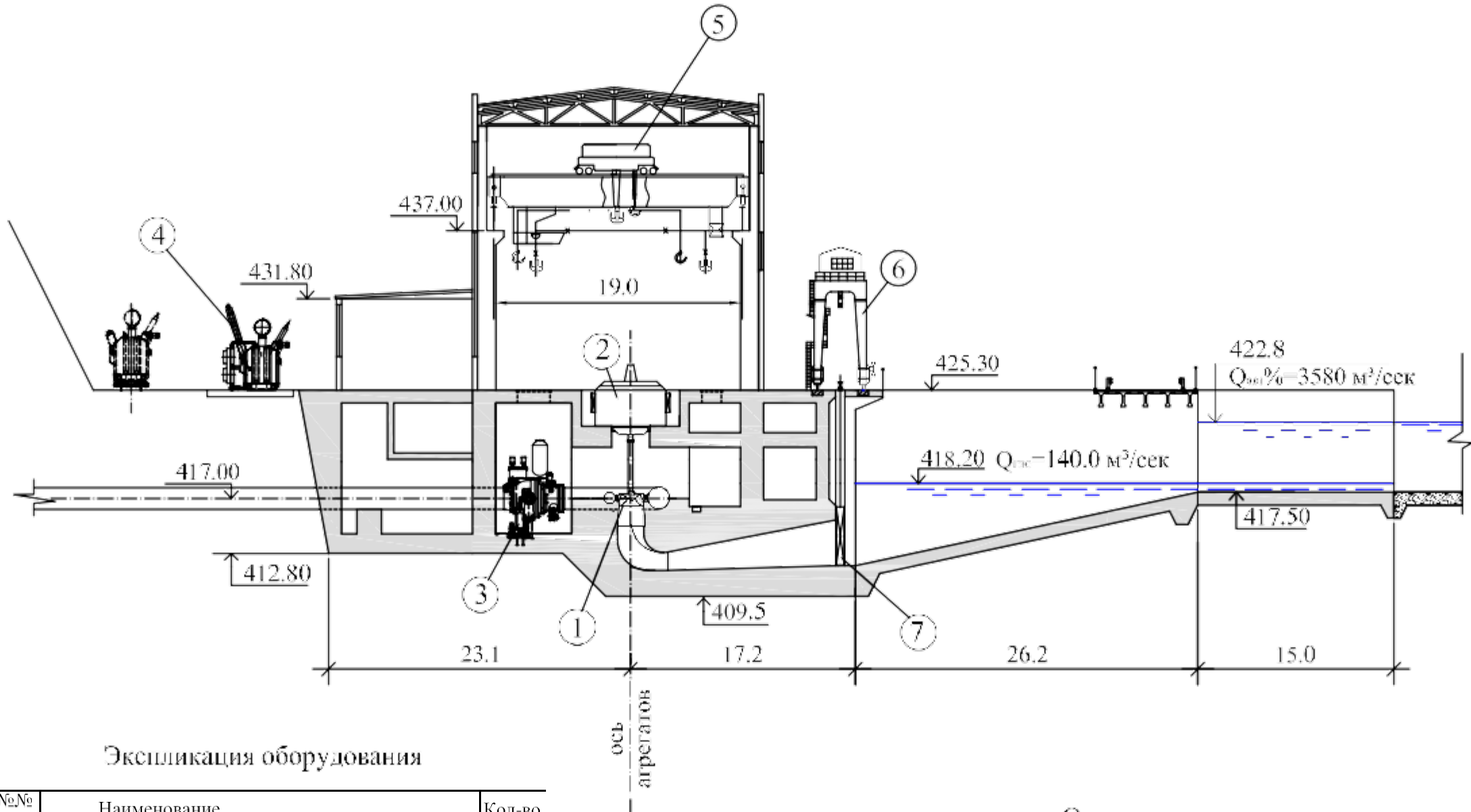
Установленная мощность ГЭС - 3×50=150МВт. Генераторы синхронные вертикальные. Для монтажа и обслуживания гидроагрегатов используется мостовой кран г.п. 200/32т. Для обслуживания затворов отсасывающих труб используется козловый кран г.п. 10тс. Разрез здания ГЭС приведен ниже.

Перечень механического оборудования приведен в таблице 2.21.

Повышающие трансформаторы типа ТДТН 63000/110 – У1 располагаются за зданием ГЭС и имеют пути выкатки трансформаторов на монтажную площадку машзала ГЭС. Распределительное устройство повышенного напряжения (повышающая подстанция) выполняется открытого типа (ОРУ 110кВ). От повышающих трансформаторов ГЭС к ОРУ

ГЭС-3 (Карагужихинская ГЭС) на р.Уба

М 1:400



Экспликация оборудования

№№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Турбина РО 170/803-В-224	3
2	Генератор СВ	3
3	Шаровой (сферический) затвор Ø2000мм	3
4	Трансформатор ТДТН-63000/110 кВ	3
5	Мостовой кран 200 /32 т	1
6	Козловой кран ГП 10 т	1
7	Затвор плоский скользящий 2.5-3.5	2

Основные показатели

№№ п/п	Наименование	Ед. изм	Показатели
1	Установленная мощность	МВт	150.0
2	Среднегодовая выработка электроэнергии	млн. кВт.ч.	856.0
3	Напор ГЭС : геодезический расчётный средневзвешенный	м м	150.0 136.0
4	Расчётный расход ГЭС	м³/сек	140.0

напряжение подается по трем одноцепным ВЛ. От ОРУ 110кВ электроэнергия передается по двух цепной ВЛ 110кВ до ЛЭП идущей от ГЭС-4 (в случае её более раннего строительства).

Таблица 2.21.

Перечень механического оборудования по ГЭС-3.

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Вес един. т	Общий вес, т
	<i>I. Водозабор ГЭС</i>			
1	Аварийно-ремонтный затвор плоскостной колесный 9-6-30	2	90	180
2	Ремонтный затвор 9-7-30 плоский скользящий	1	86	86
3	Решетка сороудерживающая 9-7-3	2	50	100
4	Грейфер плоскочелюстной	1	12	12
5	Канатный механизм г/п 2×63тс	2	38	76
6	Захватная балка	1	4	4
7	Закладные части (аварийно-ремонтного, ремонтного затворов грейфера), комплект	2	68	136
8	Затвороохранилище	1	10	10
9	Площадка для канатного механизма	2	20	40
10	Подхваты	4	4	16
11	Тележка саморазгружающаяся	1	6	6
12	Кран мостовой г/п 100/20 тс	1	95	95
13	Пути мостового крана, п.м.	90	0,118	10,62
14	Приспособление для испытания крана	1	2,4	2,4
15	Вспомогательное оборудование			50
	Итого:			824,02
	<i>II. Здание ГЭС</i>			
1	Кран мостовой г/п 200/32 тс	1	158	158
2	Кран козловой г/п 10тс	1	38	38
3	Ремонтный затвор плоский скользящий отсасывающих труб 2.5-3.5-2	2	5	10
4	Закладные части ремонтного затвора, комплект	3	2	6
5	Захватная балка	1	1,5	1,5
6	Затвороохранилище	1	3	3
7	Пути козлового крана, п.м.	80	0,118	9,44
8	Пути мостового крана, п.м.	90	0,118	10,62
9	Приспособление для испытания кранов	2	2,4	4,8
10	Шаровой затвор ø2000, п.м.	3	50	150
11	Вспомогательное оборудование			100
	Итого:			491,36
	<i>III. Эксплуатационный водосброс</i>			
1	Аварийно-ремонтный затвор плоский колесный 9-6-28	2	85	170
2	Ремонтный затвор 9-6-28 плоский скользящий	1	78	78
3	Решетка сороудерживающая 9-7-3	2	50	100

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Вес един. т	Общий вес, т
4	Грейфер плоскочелюстной	1	12	12
5	Канатный механизм г.п. 2×63тс	2	38	76
6	Кран мостовой г.п 100/20тс	1	95	95
7	Пути мостового крана, п.м.	90	0,118	10,62
8	Закладные части (аварийно-ремонтного, ремонтного затворов грейфера), комплект	2	68	136
9	Захватная балка	1	4	4
10	Затворохранилище	1	10	10
11	Площадка для канатного механизма	2	20	40
12	Подхваты	4	4	16
13	Тележка саморазгружающаяся	1	6	6
14	Приспособление для испытания крана	1	2,4	2,4
15	Вспомогательное оборудование			50
	Итого:			806,02
	<i>IV. Строительный водосброс</i>			
1	Затвор плоский скользящий секционный 9-10-24, комплект	2	71	142
2	Решетка сороудерживающая секционная 9-10-2, комплект	2	20	40
3	Закладные части, комплект	2	18	36
	Итого:			218
	Всего:			2 339,4

Водохранилище. Возведение земляной плотины высотой 113.0м (отметка гребня 578.0м) позволяет создать водохранилище со следующими показателями:

- Отметка НПУ – 570.0м;
- Отметка ФПУ – 575.0м;
- Отметка УМО – 555.0м;
- Полная ёмкость водохранилища – 3716млн.м³;
- Полезная ёмкость водохранилища – 1199млн.м³;
- Площадь зеркала водохранилища – 89.9км²;
- Длина водохранилища – 41.25км.

Наличие полезной ёмкости с таким запасом воды в водохранилище дает возможность в меженный период более эффективно использовать установленные мощности на ГЭС-4. Наполнение Карагужихинского водохранилища займет довольно-таки продолжительный период времени. При этом надо будет учитывать необходимость сброса части паводковых расходов, как во время наполнения, так и во время эксплуатации в расположенное на Иртыше Шульбинское водохранилище, которое ежегодно обязано производить обводнительные попуски нижележащей Иртышской поймы.

По данным полученным с помощью карт М 1:25000 в зону затопления попадает: лесных угодий – 1217га; сенокосов – 3862га; пастбищ - 2019га. Также подлежит переселению население выносимых из зоны затопления жилых домов с надворными постройками сёл Карагужиха, Новостройка, Верхняя Сакмариха, Абрамиха и отдельно стоящих заимок (эти данные отсутствуют). На последующих стадиях проектирования все данные, касающиеся зоны затопления, должны быть уточнены. В связи с удаленностью площадки строительства потребуется строительство около 40км новых автомобильных дорог и около 40км новых ЛЭП, поселка эксплуатационников, временного поселка строителей и временных производственных баз.

2.7.2. ГЭС-4 (Зимихинская ГЭС)

ГЭС-4 является русловой приплотинной ГЭС с правобережной пойменной компоновкой (Компоновка сооружений приведена ниже). Пойменная компоновка позволяет производить строительство бетонных сооружений и части земляной плотины под защитой невысокой ограждающей перемычки. Створ сооружений расположен в 1.2км от с.Зими́ха вверх по течению р.Уба. Все сооружения гидроузла находятся в одном створе. Бетонные сооружения располагаются на правом берегу в примыкании к скальному борту.

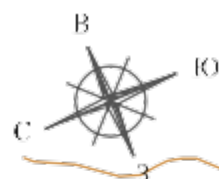
В состав сооружений входят:

- земляная насыпная плотина;
- водосбросная плотина с донным водосбросом;
- здание ГЭС с монтажной площадкой;
- глухая бетонная плотина;
- сопрягающие сооружения;
- ОРУ-110кВ.

Земляная плотина. Створ земляной плотины расположен в 1.1км от устья р.Зими́ха вверх по течению р.Уба. В этом месте ширина долины реки около 1 000м. Крутизна скальных бортов изменяется от 25° до 70°.

В соответствии с высотой плотины $H=40\text{м}$, и типом грунтов основания плотины, сооружения гидроузла относятся ко II классу.

Плотина принята земляной насыпной с центральным ядром из суглинка, переходными слоями обратного фильтра, боковыми призмами из гравийно-галечника и креплением откосов горной массой. Отметка гребня плотины 425.0м с запасом над НПУ в 5.0м и на ФПУ- 3.5м. Длина плотины по гребню – 952.5м, ширина по гребню 12м, ширина по основанию (вдоль русла) – 224.0м. Заложение верхового откоса 1:2.5 и низового 1:2. Со стороны низового откоса земляная плотина ограничена банкетом из горной массы, необходимым для перекрытия реки, с верхнего бьефа – упорной призмой из горной массы с противοфильтрационными элементами под защитой которой производится отсыпка тела и ядра плотины. Противο-фильтрационный элемент плотины – вертикальное ядро трапецеидальной



ГЭС-4 (Зимихинская ГЭС) на р. Уба

ГЕНПЛАН ГИДРОУЗЛА

Экспликация

№№ по генплану	Наименование сооружений
1	Здание ГЭС
2	Монтажная площадка
3	Подводящий канал
4	Отводящий канал
5	Воловросная плотина
6	Земляная плотина
7	Служебно-производственный корпус
8	Сопрягающий устой
9	Затворохранилище
10	Глухая бетонная плотина
11	Площадка ОРУ
12	Технологический корпус

Основные показатели ГЭС-4

№№ п/п	Наименование	Ед.изм	Показатели
1	Установленная мощность	МВт	50,0
2	Гарантированная мощность*	МВт	10,2/17,7
3	Среднегодовая выработка*	млн.квт.ч	215/217
4	Количество агрегатов	шт.	4,0
5	Тип турбины - ПЛ 30/8576-В-280		
6	Максимальный сбросной расход Q	м³/сек	3250,0
7	Отметки: ППУ	м	420,0
	УМО	м	406,0
8	Папоры: геодезический	м	34,0
	расчетный	м	29,0
9	Расчетный расход ГЭС	м³/сек	200,0
10	Емкость водохранилища: полная	млн.м³	242,7
	полезная	млн.м³	156,2
11	Площадь зеркала водохранилища	км²	17.86

*Пезарегулированная/зарегулированная

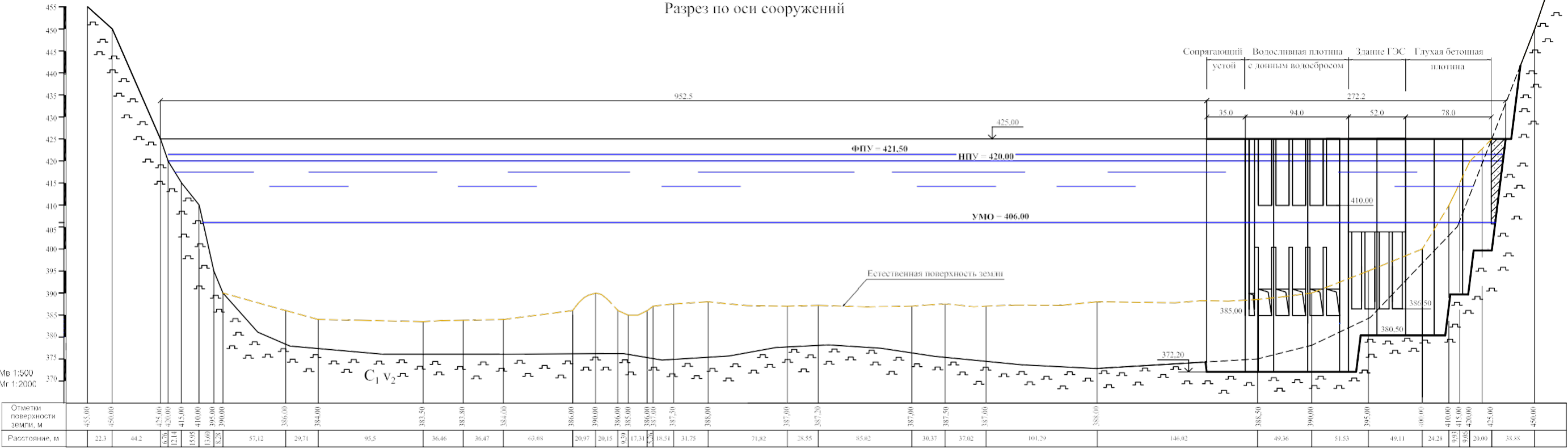
река Уба

ОРУ

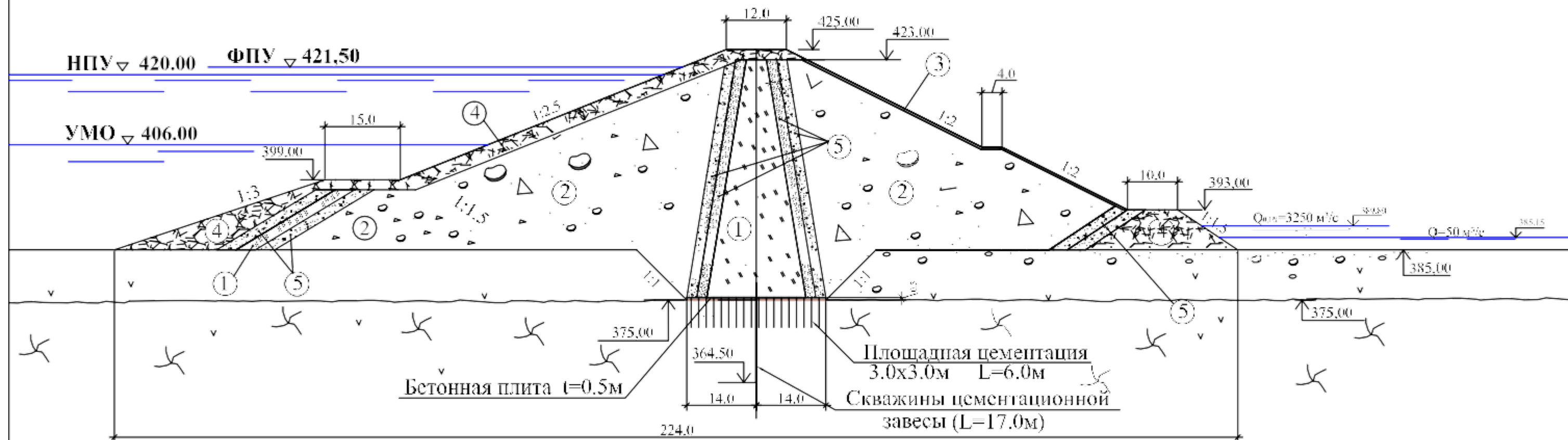
Левый берег

ГЭС-4 (Зимихинская ГЭС) на р. Уба
Разрез по оси сооружений

Правый берег



ГЭС-4 (Зимихинская ГЭС) на р.Уба
Конструктивный профиль земляной плотины
М 1:1000



- ① Суглинок
- ② Гравийно-галечник
- ③ Рядовая горная масса
- ④ Горная масса из фракции $D \geq 350\text{мм}$
- ⑤ Обратный фильтр

формы отсыпается из суглинка. Верховая и низовая часть тела плотины выполняется из гравийно-галечникового грунта. Переходные зоны между телом плотины и ядром, между телом плотины и верховой, и низовой упорными призмами выполняется из сортированного гравийно-песчаного материала. Для обеспечения надежного примыкания противофильтрационного ядра к левому скальному борту, в нем на ширину ядра с переходными зонами выполняется врезка в скалу для снятия верхнего слоя, подверженного выветриванию. По всей площади основания ядра устраивается площадная цементация глубиной до 6м, которая в русловой части делается под защитой бетонной плиты толщиной 0.5м, а в бортах – под защитным покрытием набрызг-бетона. По оси ядра в основании и бортах предусмотрена глубинная цементация глубиной до 17м. Верховой откос крепится отсыпкой горной массы из фракций ≥ 350 мм, а низовой - рядовой горной массой. Сопряжение земляной плотины с водосбросными сооружениями выполняется в виде центрального устоя ячеистой конструкции и подпорных стен в верхнем и нижнем бьефах. По гребню плотины устраивается дорога.

Водосбросная плотина с донным водосбросом. Водосбросная плотина с левой стороны примыкает к сопрягающему устою, а с правой непосредственно к зданию ГЭС. В основании плотины залегают скальные породы. Общая длина плотины 94м. Плотина состоит из пяти пролетов по 12м с водосливом практического профиля. Конструктивно плотина разделена на три секции деформационными швами с водонепроницаемыми уплотнениями. Деформационные швы проходят по бычкам плотины (каждый второй бычок). Секция, примыкающая к зданию ГЭС и средняя секция, имеют по два водосбросных пролета. Секция, примыкающая к сопрягающему устою совмещена с донным водосбросом и имеет один водосбросной пролет.

Отметка порога водослива в 410.0м, определилась из условия пропуска основного расчетного расхода $Q=2\ 630\text{м}^3/\text{с}$, при верхнем бьефе равном НПУ(420.0м). Поверочный расход $Q=3\ 250\text{м}^3/\text{с}$, пропускается с форсировкой УВБ при ФПУ=421.5м.

Конструкция водобоя обеспечивает поверхностный режим сопряжения бьефов (принята по аналогу водобойного колодца Крапивинского гидроузла на р.Томь). Учитывая большие пульсационные нагрузки, при сбросе паводковых расходов, на плиты водобоя, принята конструкция с анкерным креплением их. Отметка дна водобойного колодца равна 374.2м.

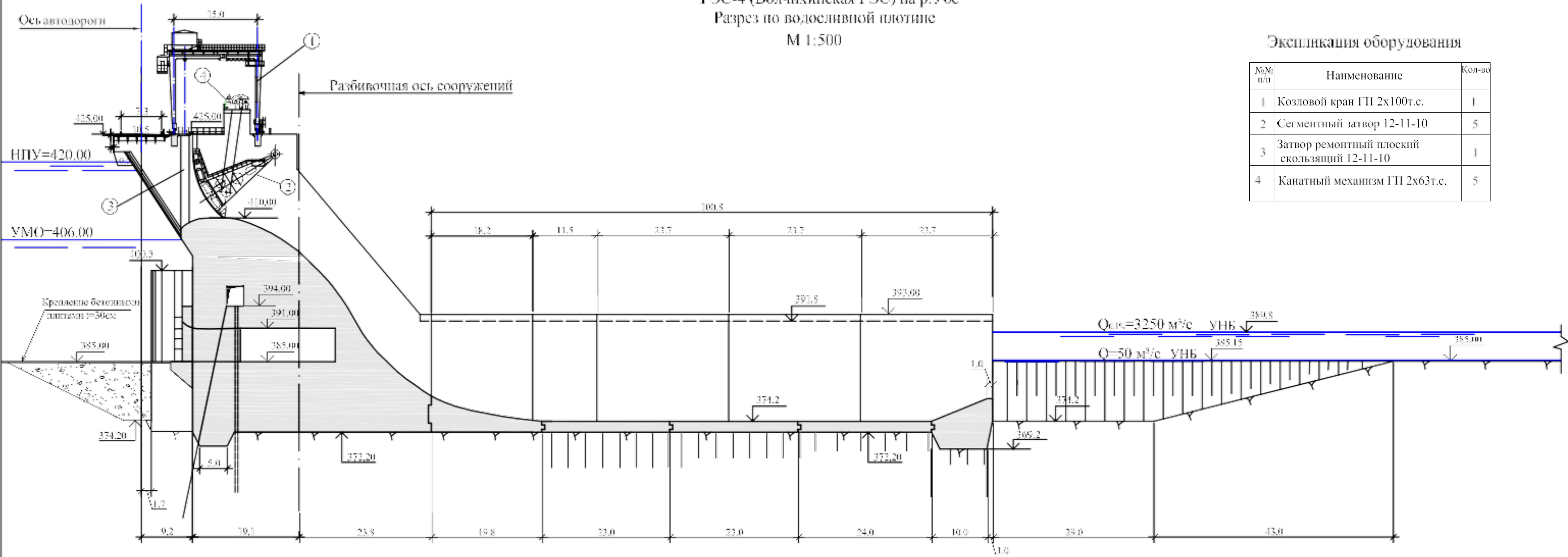
Водобойный колодец отделен от отводящего канала гидроэлектростанции отдельной стенкой с отметкой верха 391.8м.

Водосбросные пролеты оборудованы рабочими сегментными затворами и пазами ремонтных затворов. Маневрирование рабочими затворами осуществляется индивидуальными канатными механизмами г/п $2\times 63\text{т.с.}$. Обслуживание рабочих, ремонтных затворов и подъемных механизмов

ГЭС-4 (Волчихинская ГЭС) на р.Убе
Разрез по водосливной плотине
М 1:500

Экспликация оборудования

№№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Козловой кран ГП 2х100т.с.	1
2	Сегментный затвор 12-11-10	5
3	Затвор ремонтный плоский скользящий 12-11-10	1
4	Канатный механизм ГП 2х63т.с.	5



осуществляется козловым краном г/п 2×100 т.с.

Донный водосброс расположен между водосливом и левобережным сопрягающим устоем и конструктивно соединен с правым блоком водосливной плотины. Водосброс имеет одно отверстие 5.0×5.0 м. Оборудование донного водосброса состоит из рабочего глубинного сегментного затвора, ремонтного колесного затвора и теплоизолирующей шторы со стороны нижнего бьефа. Теплоизолирующая штора предназначена для защиты основного затвора от обмерзания. Маневрирование сегментным затвором осуществляется гидроподъемником. Обслуживание ремонтного затвора осуществляется козловым краном водосливной плотины, теплоизолирующей шторы – индивидуальным канатным механизмом г/п 2×10 т.с.

По бычкам со стороны верхнего бьефа выполняется автодорожный мост.

Для осуществления пропуска строительных расходов во время перекрытия русла и возведения земляной плотины в секциях водосливной плотины предусмотрены пять временных донных отверстий размером 12×6 м рассчитанные на пропуск расхода $Q_{3\%} = 2\,370 \text{ м}^3/\text{с}$. После завершения строительства земляной плотины донные отверстия поочередно перекрываются шандорами и под их защитой заделываются бетонными пробками. Бетонирование пробок донных отверстий водосливной плотины осуществляется в меженный период при работающем донном водосбросе.

Наличие донного водосброса позволяет производить санитарные пуски при остановках агрегатов ГЭС и при необходимости опорожнить водохранилище. Вдоль верхней грани водосливной плотины выполняется глубинная цементационная завеса и бурятся дренажные скважины.

Здание ГЭС с монтажной площадкой.

Оценка установленной мощности ГЭС выполнена на диапазон напоров, обеспечиваемых отметкой НПУ и глубиной сработки водохранилища при выбранной полезной емкости 156.2 млн. м^3 . Глубина сработки составляет 14 м. Отметка нижнего бьефа ГЭС продиктована топографическими условиями. Диапазон напоров составил $19 \div 34$ м. После анализа гидрологии реки с учетом ее перераспределения в водохранилище, расчетный расход определен как $200 \text{ м}^3/\text{с}$.

На параметры $H_{расч} = 29.0$ м и $Q_T = 50 \text{ м}^3/\text{с}$ по номограммам проведен подбор оборудования, выпускаемого на территории СНГ. Для установки рекомендуются гидроагрегат с гидротурбиной типа ПЛ 40/857а-В-280 с диаметром рабочего колеса 2.8 м. Для нашего диапазона напора и расходов необходимо установить четыре таких гидроагрегата, которые будут покрывать весь располагаемый диапазон расходов $30 \div 50 \text{ м}^3/\text{с}$.

При этом установленная мощность ГЭС будет равна 50 МВт. В дальнейших проработках необходимо уточнить величину установленной мощности путем проведения оптимизационных расчетов для вероятного диапазона значений напоров и расходов, и окончательно

подобрать оборудование.

Здание ГЭС приплотинного типа размещено между водосливной и глухой плотиной. Конструктивно выполнено на единой фундаментной плите с водоприемником и турбинными водоводами. Длина станционного узла вдоль потока составляет 64.9м. Станционный узел состоит из двух агрегатных секций и секции монтажной площадки по 26м каждая. В каждой агрегатной секции размещено по два гидроагрегата типа ПЛ 40/587а-В-280. Такой размер секции определился шириной спиральных камер агрегата и бычками, разделяющими агрегаты.

Подвод к спиральной камере осуществлен коротким наклонным водоводом сечением 9×4.5м. Железобетонная спиральная камера принята таврового сечения с горизонтальным потолком. Конструктивное решение водоприемника ГЭС определилось условиями размещения механического оборудования. Водоприемник оборудован тремя линиями пазов аварийно-ремонтного, ремонтного затворов и паза грейфера. Пазы сороудерживающих решёток совмещены с пазами ремонтного затвора. Маневрирование аварийно-ремонтным затвором производится канатным механизмом г/п 2×100т.с. Обслуживание ремонтного затвора и сороудерживающих решёток выполняется козловым краном с помощью захватной балки. Козловый кран г/п 2×100+2×10т.с. оборудован плоским челюстным грейфером для очистки решёток и поворотной консолью с грейфером типа «Полип» для очистки акватории от плавающего мусора. По бычкам, со стороны верхнего бьефа, устраивается автодорожный мост. Вдоль верховой грани водоприемника из дренажной потерны выполняется глубинная цементационная завеса и бурятся дренажные скважины.

Здание ГЭС закрытого типа, общим размером в плане (с монтажной площадкой 18×78м). В здании ГЭС устанавливаются четыре вертикальных агрегата с поворотно-лопастными турбинами ПЛ 40/587а-В-280 и генераторами типа СВ. Установленная мощность ГЭС - 4×12.5=50МВт. Генераторы синхронные вертикальные. Для монтажа и обслуживания гидроагрегатов используется мостовой кран г/п 125/20т.с. Со стороны нижнего бьефа отсасывающие трубы перекрываются глубинными ремонтными затворами. Подъём и опускание затворов производится козловым краном г/п 2×32т.с. с помощью захватной балки. Разрез здания ГЭС приведен ниже.

Повышающие трансформаторы типа ТДН 16000/110 – У1 располагаются перед зданием ГЭС со стороны нижнего бьефа и имеют пути выкатки трансформаторов на монтажную площадку машзала ГЭС. Монтажная площадка обеспечивает возможность и необходимые удобства для монтажа и демонтажа основного и вспомогательного оборудования. На монтажной площадке находится устройство для испытания крана, хранятся приспособления для подъёма ротора генератора и рабочего колеса турбины, предусмотрена трансформаторная яма для ремонта трансформаторов.

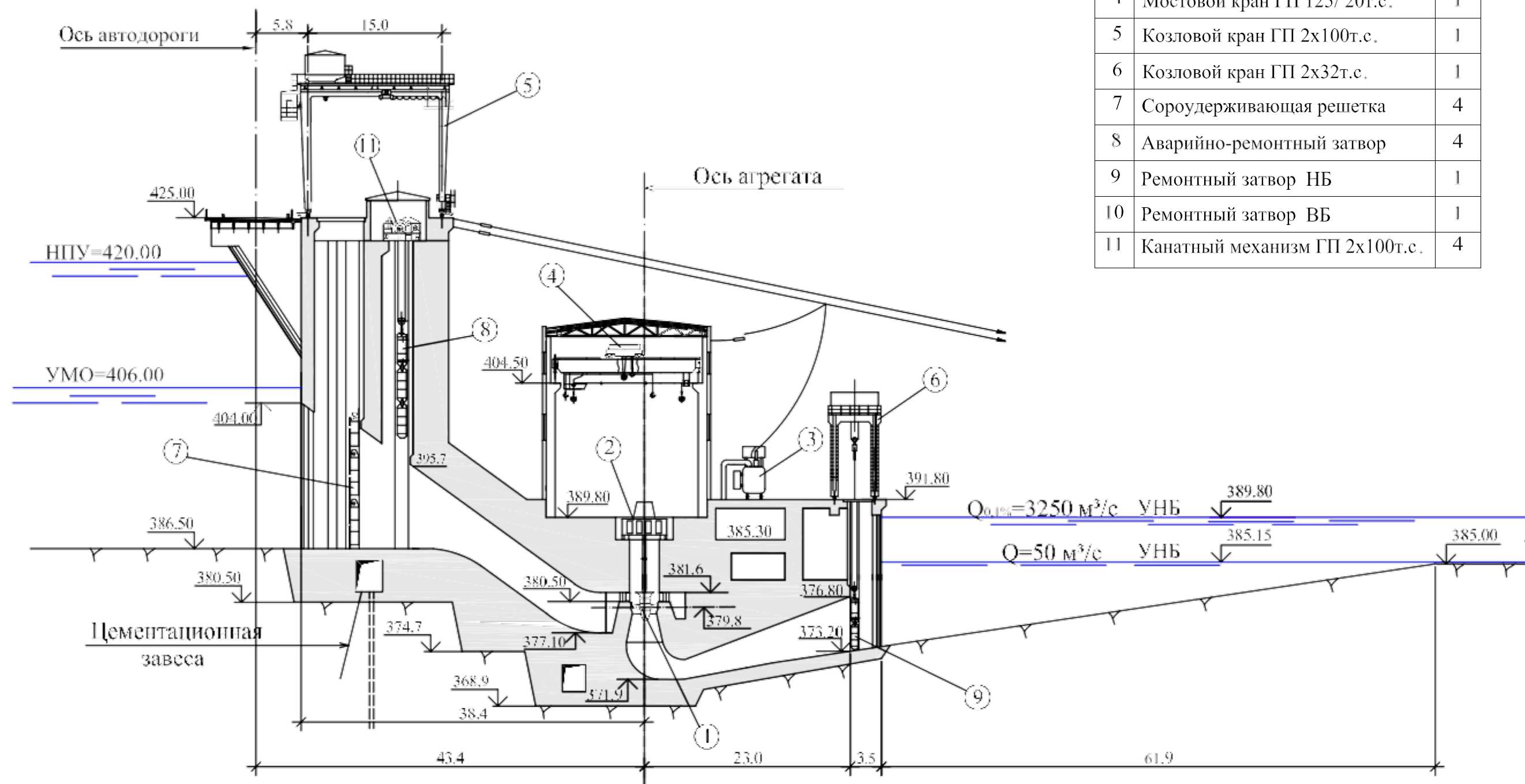
Экспликация оборудования

ГЭС-4 (Зимихинская ГЭС) на р.Убе

Поперечный разрез по оси агрегата.

М 1:500

№№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Турбина ПЛ40/587а-В-280	4
2	Генератор	4
3	Трансформатор ТДН-1600/110 кВ	4
4	Мостовой кран ГП 125/ 20т.с.	1
5	Козловой кран ГП 2х100т.с.	1
6	Козловой кран ГП 2х32т.с.	1
7	Сороудерживающая решетка	4
8	Аварийно-ремонтный затвор	4
9	Ремонтный затвор НБ	1
10	Ремонтный затвор ВБ	1
11	Канатный механизм ГП 2х100т.с.	4



Распределительное устройство повышенного напряжения (повышающая подстанция) выполняется открытого типа (ОРУ 110кВ). От повышающих трансформаторов ГЭС к ОРУ напряжение подается по двум двухцепным ВЛ. От ОРУ 110кВ электроэнергия передается по двухцепной ВЛ 110кВ до ЛЭП идущей проходящей в районе села Волчиха.

Перечень мехоборудования по ГЭС-4 приведен в таблице 2.22.

Таблица 2.22.

Перечень механического оборудования ГЭС-4

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Масса, т	
			единицы	общая
	Водосливная плотина ГЭС			
1	Основной затвор сегментный, с опорой, 12-11-10, комплект	5	98	490
2	Закладные части сегментного затвора, комплект	5	30	150
3	Затвор ремонтный плоский скользящий, секционный, 12-11-10,5, комплект	1	43	43
4	Закладные части ремонтного затвора, комплект	5	16	80
5	Канатный механизм для обслуживания сегментного затвора г.п. 2×63тс, комплект	5	38	190
6	Кран козловой г.п. 2×50тс, L=15м, шт.	1	150	150
7	Пути козлового крана, п.м	210	0,064	14
8	Затворохранилище, комплект	1	80	80
	Донный водосброс			
9	Основной затвор сегментный 5,0-5,0-34,5 комплект	1	60	60
10	Закладные части основного затвора, комплект	1	25	25
11	Гидроподъемник основного затвора, комплект	1	70	70
12	Ремонтный затвор, плоский, скользящий 5,0-7,0-43,3, комплект	1	37	37
13	Закладные части ремонтного затвора, комплект	1	24	24
14	Балка захватная, комплект	1	4	4
15	Канатный стационарный механизм г.п. 2×10тс, комплект	1	8	8
16	Штора, комплект	1	13	13
17	Закладные части шторы, комплект	1	10	10
18	Металлическая облицовка затворной камеры, комплект	1	50	50
19	Вспомогательное оборудование			200
	<i>Итого:</i>			1698
	Оборудование строительного периода			
1	Плоский скользящий затвор донного строительного водосброса 12-7-10, комплект	2	60	120
2	Закладные части плоского скользящего затвора ВБ донных строительных водосбросов, комплект	5	7	35
3	Канатный механизм г.п 2×63тс, комплект	2	38	76
4	Шандоры нижнего бьефа 12-3-2, комплект	1	25	25

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Масса, т	
			единицы	общая
5	Закладные шандор, комплект	5	2	10
	<i>Итого:</i>			266
	Здание ГЭС			
1	Затвор плоский, скользящий, ремонтный 9-6,2-16,5	1	50	50
2	Закладные части ремонтного затвора, комплект	4	23	92
3	Затвороохранилище НБ	1	3	3
4	Захватная балка НБ	1	2	2
5	Кран козловый 2×32тс	1	80	80
6	Пути козлового крана, п.м	150	0,064	9,6
7	Пути выпятки трансформаторов, п.м	170	0,053	9,01
8	Приспособление для испытания крана	1	2,5	2,5
9	Кран мостовой машзала г.п. 125/20 L=16м	1	97	97
10	Пути мостового крана, п.м	156	0,118	18,408
11	Траверса	1	12	12
12	Приспособление для испытания мостового крана	1	2,6	2,6
13	Вспомогательное оборудование			100
	<i>Итого:</i>			478,118
	Водоприемник			
1	Затвор плоский колесный, аварийно-ремонтный 9-9,5-32	4	105	420
2	Затвор плоский скользящий ремонтный 9-13,5-32	1	97	97
3	Решетка сороудерживающая 9-13,5-3	4	54	216
4	Закладные части аварийно-ремонтного затвора, ремонтного затвора, сороудерживающих решеток, плоско-челюстного грейфера	4	77	308
5	Подхваты	1	34	34
6	Кран козловой 2×100тс+2×10тс с поворотной стрелой L=15м	1	203	203
7	Грейфер плоско-челюстной с электроприводом	1	12	12
8	Грейфер «Полип» шести-челюстной	1	2,3	2,3
9	Балка захвата. Пролет в свету 9м	1	9	9
10	Канатный механизм 2×100тс	4	50	200
11	Контейнер для мусора	1	5	5
12	Затвороохранилище	1	20	20
13	Рама под канатный механизм	4	16	64
14	Труба аэрационная	4	15	60
15	Перекрытие металлическое над пазами ремонтного затвора	4	3	12
16	Пути козлового крана, п.м	260	0,064	16,64
17	Оборудование помещения антикоррозионной защиты	1	10	10
18	Закладные части помещения антикоррозионной защиты	1	3	3

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Масса, т	
			единицы	общая
19	Металлоконструкции помещения антикоррозионной защиты	1	20	20
20	Оборудование антикоррозионной защиты закладных частей	1	15	15
21	Лестницы и площадки	3	5	15
22	Хранилище плоско-челюстного грейфера	1	3	3
23	Хранилище грейфера «Полип»	1	1	1
24	Вспомогательное оборудование			100
	<i>Итого:</i>			1845,94
	Всего:			4288

Глухая бетонная плотина, примыкающая непосредственно к правому берегу, состоит из трех секций длиной по 26м каждая. Для снятия фильтрационного давления предусмотрена дренажная потерна, которая является естественным продолжением галереи всего напорного фронта бетонных сооружений. В секции глухой плотины, примыкающей к водоприемнику, устроено затворохранилище ремонтных затворов водоприемника. Полости ячеек глухой бетонной плотины заполняются грунтом.

Сопрягающие сооружения. Учитывая значительную ширину и высоту земляной плотины, сопрягающий устой запроектирован как отдельное сооружение, отрезанное от водосливных пролетов бетонной плотины.

В устой размещено затворохранилище водосливной плотины и донного водосброса. Устой представляет собой ячеистую конструкцию размером в плане 35×35м. Ячейки конструкции засыпаются гравийно-галечниковым грунтом. Верховая и низовая грани устоя служат для сопряжения с откосами земляной плотины по типу обратных стенок. В верхнем бьефе нижняя часть откоса земляной плотины сопрягается с водосливной плотиной при помощи криволинейной подпорной стенки. В основании устоя со стороны верхнего бьефа устраивается дренаж, аналогичный дренажу водосливной плотины.

Водоохранилище. Возведение земляной плотины высотой 40.0м (отметка гребня 425.0м) позволяет создать водохранилище со следующими показателями:

- Отметка НПУ - 420.0м;
- Отметка ФПУ - 421.5м;
- Отметка УМО - 406.0м;
- Полная ёмкость водохранилища - 242млн.м³;
- Полезная ёмкость водохранилища - 156.2млн.м³;
- Площадь зеркала водохранилища - 17.9км²;
- Длина водохранилища - 30км.

По данным, полученным с помощью карт М 1:25000 в зону затопления попадает: лесных угодий – 273.6га; сенокосов – 868га;

пастбищ – 453.8га. На последующих стадиях проектирования все данные, касающиеся зоны затопления должны быть уточнены.

В связи с удаленностью площадки строительства потребуется строительство около 16км новой автомобильной дороги, с необходимыми мостовыми переходами, до существующей дороги Волчиха – Карагужиха.

Для передачи электроэнергии потребуется около 20км двухцепной ВЛ 110кВ от ГЭС-4 до с.Волчиха, при условии возможности врезки в проходящую там ЛЭП. Необходимость реконструкции и объёмы работ по существующим сетям, и подстанциям (строительству новых) определяются на следующей стадии проектирования специализированными организациями. Временный посёлок строителей и временные производственные базы желательно разместить вблизи строительной площадки. Жилые дома эксплуатационников можно построить на территории с.Волчиха.

2.8. ВЛИЯНИЕ ПРОЕКТА НА ИНФРАСТРУКТУРУ И РАЗВИТИЕ РЕГИОНА

Строительство ГЭС окажет положительное влияние на инфраструктуру и развитие района ее расположения по следующим основным направлениям:

- достигается снижение дефицитов мощности и электроэнергии, повышение надежности энергоснабжения и качества электроэнергии у потребителей региона Восточно-Казахстанской области, что инициирует ускоренное развитие сельскохозяйственного и промышленного производства, позволит повысить занятость местного населения;
- достигается экономия органического топлива и снижение выбросов парниковых газов;
- строительство подъездных автодорог улучшит транспортные связи;
- повышается занятость местного населения в период строительства и эксплуатации ГЭС.

2.9. ИНЖЕНЕРНАЯ И ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Развитие инфраструктуры для строительства и эксплуатации проекта предусматривает строительство подъездной автодороги, эксплуатационных автодорог (для подъезда к сооружениям ГЭС), а также временных автодорог строительного периода.

Постоянная инженерная инфраструктура вновь создаваемого предприятия - электроснабжение, водоснабжение, теплоснабжение и канализация, сооружения по выдаче мощности ГЭС.

Электроснабжение всех зданий и сооружений ГЭС будет осуществляться электроэнергией, производимой на самой станции, от трансформатора собственных нужд. На период полного останова станции, ее электроснабжение будет обеспечено от энергосистемы, по ВЛ-110 для выдачи мощности. В случае отключения линий для пуска станции «с нуля» служит дизель-генератор.

Водоснабжение (хозпитьевое и противопожарное) будет производиться из отводящего тракта нижнего бьефа ГЭС.

Канализация. Должны быть предусмотрены две системы канализации: хозбытовая с отводом стоков на очистные сооружения полной биологической очистки с прудом-испарителем и производственная - замасленных стоков с промежуточной емкостью и перекачкой на очистные сооружения замасленных стоков.

Теплоснабжение (отопление, горячее водоснабжение) здания ГЭС будет осуществляться от электростанции (электробойлеров).

Подъездные пути. Непосредственно к станционной площадке будет построена автодорога IV протяженностью около 11 км.

Эксплуатационный поселок. Учитывая, что ГЭС расположена на небольшом расстоянии от населенных пунктов, постоянное проживание эксплуатационного персонала ГЭС и членов их семей предусмотрено в селе Верхуба. Сменный эксплуатационный и ремонтный персонал будет иметь необходимые бытовки и жилые помещения в производственно-служебном корпусе, расположенном рядом со зданием ГЭС.

Сооружения по выдаче мощности. В соответствии с нормативами Республики Казахстан, а именно «Электросетевыми правилами РК», раздел 3, глава 3, §8, пункт 162: «...для вновь вводимых проектируемых электропроизводящих организаций (ЭПО), коммерческая граница находится на стороне высокого напряжения цепей повышающих трансформаторов генераторов». Отсюда следует, что затраты по сооружениям выдачи мощности, включая выводы на ОРУ, само ОРУ и ВЛ выдачи мощности должны быть отнесены к электросетевому строительству и сооружаться за счет средств РЭК или KEGOC.

3. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Источниками воздействия на окружающую природную среду будут являться водохранилище, сооружения ГЭС и процесс строительства.

В общем виде воздействия заключаются в следующем:

- создание водохранилища вызывает затопление, подтопление, переработку берегов, изменение естественного режима реки (перераспределение стока в годовом разрезе, изменение температурного режима, потери стока на испарение и повышенную фильтрацию);
- плотина перекрывает пути миграции местным видам рыб (необходимо провести научно-исследовательскую работу по уточнению ущербов и получения определенных рекомендаций);
- процесс строительства оказывает воздействие на почвенно-растительный слой, эрозионные процессы, места проживания животных.

Основными природоохранными мероприятиями при подготовке ложа водохранилища к затоплению являются:

- полная лесосводка и лесочистка территории, подлежащей затоплению;
- санитарная очистка территории населенных пунктов, предприятий, зданий и сооружений подлежащих выносу.
- очистка от древесной и кустарниковой растительности;
- сбор и вынос строительного и бытового мусора;
- рекультивация территорий сносимых строений и сооружений;

Основные мероприятия по компенсации ущербов и по улучшению экологической ситуации:

- возмещение потерь за изъятие сельхозугодий и лесных угодий при создании водохранилищ;
- возмещение потерь за изъятие земель под строительство здания и сооружений ГЭС, включая дороги, ЛЭП, временные поселки и базы;
- возмещение потерь рыбному хозяйству;
- рекультивация карьеров и отвалов горных пород;
- мероприятия по рациональному природопользованию и мониторинг.

С точки зрения экологической выгоды Проект предлагает важные средства снижения зависимости от производства электроэнергии на базе сжигания угля и замены его чистой возобновляемой энергией. Строительство ГЭС будет способствовать снижению выделений парниковых газов (ПГ) в Казахстане.

Можно отметить положительное влияние (в целом) проектируемых мероприятий на ситуацию в районе. Положительные результаты сводятся к следующему:

- получение дополнительных мощностей в Шемонаихинском районе Восточно-Казахстанской области и дополнительная выработка экологически чистой электроэнергии;
- создание дополнительных рабочих мест, как в период строительства ГЭС, так и в период эксплуатации за счёт развития местной промышленности;
- возможность использования автодорог, построенных для ГЭС, для социальных и хозяйственных нужд района;
- негативные последствия не носят принципиального характера и могут быть устранены или компенсированы комплексом мероприятий при строительстве.

4. СОЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Строительство каскада ГЭС на р.Уба будет иметь положительное социальное значение для жителей не только для Шемонаихинского района, но и для всей Восточно-Казахстанской области.

По степени социальной важности необходимо отметить следующее:

1. Каскад ГЭС повысит область покрытия нагрузок собственными источниками, будет способствовать поддержанию качества электроэнергии и надежности снабжения потребителей.
2. На долю топливно-энергетического комплекса Казахстана приходится 0.5% от мировых выбросов CO₂, поэтому снижение показателей выбросов парниковых газов для Казахстана является актуальной проблемой.

Атмосферный воздух – одна из сред обитания человека. От его качества во многом зависит здоровье человека, уровень физического развития, репродуктивные возможности, подверженность заболеваниям и продолжительность жизни.

В связи с этим строительство объектов гидроэнергетики на возобновляемых водных ресурсах становится приоритетным. Сооружение каскада ГЭС на р.Уба позволит предотвратить количество выбросов CO₂. Кроме того, сократится количество таких выбросов, как NO₂, SO₂ и твердых частиц, выделяемых тепловыми электростанциями.

В конечном итоге, это позволит улучшить качество атмосферного воздуха, а значит, снизить антропогенную нагрузку на население и улучшить экологическую обстановку.

3. Объекты инфраструктуры, создаваемые для строительства и эксплуатации ГЭС (подъездные дороги, линии электропередач и связи) улучшат транспортное и информационное обеспечение региона расположения ГЭС и инициируют их ускоренное экономическое развитие.
4. Строительство таких энергетических объектов, как ГЭС-3, ГЭС-4, в определённой степени решает проблему занятости населения.
5. Реализация проекта даст импульс к развитию образования в части подготовки квалифицированных кадров в области энергетики, повысит интерес молодежи к освоению инженерных специальностей: гидротехников, электроэнергетиков, монтажников и строителей сложных энергетических объектов.

6. Строительство ГЭС создаст предпосылки для дальнейшего освоения водноэнергетических ресурсов реки Уба, коллектив строителей сможет приступить к строительству следующих, расположенных выше по реке, двух ГЭС каскада.
7. Таким образом, реализация социально важного проекта строительства ГЭС в Шемонаихинском районе Восточно-Казахстанской области, позволит обеспечить возрастающие потребности в электроэнергии, повысить надежность и качество его электроснабжения, улучшить экологическую обстановку, создать новые рабочие места, повысить занятость, уровень благосостояния и комфортность проживания населения региона.

5. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

• В процессе рассмотрения схемы использования среднего участка реки Уба были выбраны два створа, наиболее отвечающие требованиям размещения гидроэлектростанций.

ГЭС-3 (Карагужихинская ГЭС) является головной станцией каскада. Через створ 3, где предусматривается строительство земляной плотины, проходит около 60% всего стока р.Уба. 40% стока приходится на её правобережный приток р. Белопорожная Уба. Это позволяет уменьшить сбросные расходы на водосбросах ГЭС-3.

Прохождение больших весенне-летних паводков и небольших меженных расходов по р.Уба требует создания водохранилищ с большими полезными ёмкостями для получения гарантированной работы гидроэлектростанций. В то же время существует необходимость сброса части паводковых вод, из которых в Шульбинском водохранилище формируется объём для обводнительных попусков низовий Иртыша. Строительство водосбросных сооружений, на пропуск больших расходов, при существующих топографических условиях, получается материалоёмким и требующим больших капитальных затрат.

Создание больших водохранилищ ведет к затоплению больших площадей, занятых лесными угодьями, пастбищами и сенокосами, а частично и населенных пунктов (ГЭС-3). С уменьшением ёмкости водохранилищ показатели ГЭС понижаются, но остаются требования к водосбросным сооружениям, которые в значительной степени приводят к удорожанию (ГЭС-4).

При разработке следующих этапов необходимо будет выполнить следующие работы по зоне затопления:

- Археологическое обследование зоны затопления водохранилища;
- -Оценку влияния строительства гидроэлектростанций на рыбное хозяйство и рыбные запасы р.Уба;
- Определить количество сельскохозяйственных и лесных угодий, жилых и хозяйственных построек, количество переселяемого населения затрагиваемого создаваемыми водохранилищами. Определить ущербы и компенсационные выплаты;
- Разработать природоохранные мероприятия при подготовке зоны водохранилища к затоплению.

• *По данным, полученным с помощью карт М 1:25000, в зону затопления ГЭС-3 попадает: лесных угодий – 1217га; сенокосов – 3862га; пастбищ - 2019га. Также подлежит переселению население выносимых из зоны затопления жилых домов с надворными постройками сёл Карагужиха, Новостройка, Верхняя Сакмариха, Абрамиха и отдельно стоящих заимок (эти данные отсутствуют). На последующих стадиях проектирования все данные, касающиеся зоны затопления, должны быть уточнены. В связи с удаленностью площадки строительства потребуется строительство около 40км новых автомобильных дорог и около 40км*

новых ЛЭП, поселка эксплуатационников, временного поселка строителей и временных производственных баз.

• По данным, полученным с помощью карт М 1:25000, в зону затопления ГЭС-4 в зону затопления попадает: лесных угодий – 273.6га; сенокосов – 868га; пастбищ – 453.8га. На последующих стадиях проектирования все данные, касающиеся зоны затопления должны быть уточнены.

В связи с удаленностью площадки строительства потребуется строительство около 16км новой автомобильной дороги, с необходимыми мостовыми переходами, до существующей дороги Волчиха – Карагужиха.

Для передачи электроэнергии потребуется около 20км двухцепной ВЛ 110кВ от ГЭС-4 до с.Волчиха, при условии возможности врезки в проходящую там ЛЭП. Необходимость реконструкции и объёмы работ по существующим сетям, и подстанциям (строительству новых) определяются на следующей стадии проектирования специализированными организациями. Временный посёлок строителей и временные производственные базы желательно разместить вблизи строительной площадки. Жилые дома эксплуатационников можно построить на территории с.Волчиха.

• Итоговые зоны затопления составили:

1. По ГЭС-3 – 89,88 км²;
2. По ГЭС-4 – 17,86 км².

• Суммарно по двум ГЭС: 107,74 км².