



Общество с ограниченной ответственностью «ЭнергоСеть»
СРО-П-006-28052009 «Гильдия Проектировщиков»

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗОЛОТВАЛА № 1 СЕКЦИЙ 1, 2 ГУСИНООЗЁРСКОЙ ГРЭС

Проектная документация

Раздел 4

Конструктивные решения

8-ГУС-24-КР

Том 4



Томск 2024



Общество с ограниченной ответственностью «ЭнергоСеть»
СРО-П-006-28052009 «Гильдия Проектировщиков»

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗОЛОТВАЛА № 1
СЕКЦИЙ 1, 2 ГУСИНООЗЁРСКОЙ ГРЭС**

Проектная документация

Раздел 4

Конструктивные решения

8-ГУС-24-КР

Том 4

Заместитель генерального директора
по кап. строительству и инжинирингу

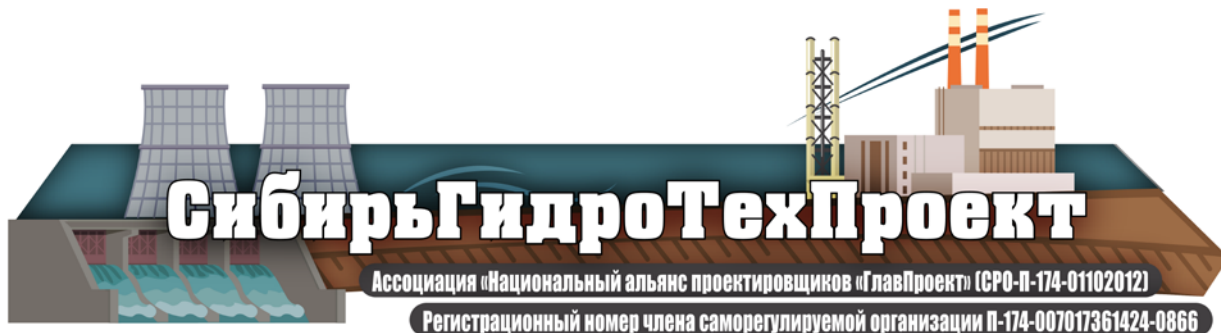
Главный инженер проекта



А.М. Польгуль

И.В. Берестовский

Томск 2024



Заказчик – ООО «Интер РАО – Управление электрогенерацией»

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗОЛОТВАЛА № 1 СЕКЦИЙ 1, 2 ГУСИНООЗЁРСКОЙ ГРЭС

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4

Конструктивные решения

8-ГУС-24-КР

Том 4

<i>Изм</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

Директор/ГИП



А.В. Татарников
НОПРИЗ ПИ-075246

2024



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Главный инженер проекта

А.В. Татарников

Главный технолог ОГС

Е.В. Басинова

Нач. группы

Н.Д. Гачкайло

Вед. инженер

Ю.А. Дубинина

Вед. инженер

М.Н. Морозова

Инженер III категории

Р.И. Табурчинов



СОДЕРЖАНИЕ

1	Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства	5
2	Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства	16
3	Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании объекта капитального строительства	18
4	Уровень грунтовых вод, их химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте подземной части объекта капитального строительства	20
5	Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчётов строительных конструкций	23
6	Описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость зданий и сооружений объекта капитального строительства в целом, а также их отдельных конструктивных элементов, узлов, деталей в процессе изготовления, перевозки, строительства и эксплуатации объекта строительства.....	27
7	Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства	32
8	Характеристика и обоснование конструкций полов, кровли, потолков, перегородок.....	32
9	Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения.....	32
10	Описание инженерных решений и сооружений, обеспечивающих защиту территории объекта капитального строительства, отдельных зданий и сооружений объекта капитального строительства, а также персонала (жителей) от опасных природных и техногенных процессов	32
11	Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности к конструктивным решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений.....	33
12	Описание и обоснование принятых конструктивных, функционально-технологических и инженерно-технических решений, направленных на повышение энергетической эффективности объекта капитального строительства, в том числе в отношении наружных и внутренних систем электроснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха помещений (включая обоснование оптимальности размещения отопительного оборудования, решений в отношении тепловой изоляции теплопроводов, характеристик материалов для изготовления воздухопроводов), горячего водоснабжения, оборотного водоснабжения и повторного использования тепла подогретой воды	33
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	35
	Приложения.....	37
	ТАБЛИЦА РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ	62

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕКСТОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Обозначение	Наименование	Стр.
Приложение А	Обзорная схема	35
Приложение Б	Сводная таблица физико-механических свойств грунтов	36
Приложение В	Расчёт устойчивости и фильтрации ограждающей дамбы	37

ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ



Обозначение	Наименование	Лист
8-ГУС-КР	Ситуационный план	1
8-ГУС-КР	План золоотвала М: 1:2000	2.1-2
8-ГУС-КР	Продольный профиль по оси ограждающей дамбы	3.1-3
8-ГУС-КР	Продольный профиль по оси разделительной дамбы	4
8-ГУС-КР	Разрезы по ограждающей дамбе	5
8-ГУС-КР	Разрез по выпуску золошлакопровода	6
8-ГУС-КР	Продольный профиль по канаве осветлённой воды	7
8-ГУС-КР	Продольный профиль по оси шахтного водосброса	8
8-ГУС-КР	Разрез по оси обслуживающих мостиков шахтных колодцев	9



1 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства

Гусиноозерская ГРЭС расположена в южной части Забайкалья в пределах Селенгинского района Бурятии, в 1,5-2,0 км западнее г. Гусиноозерска.

В геоморфологическом отношении район представляет глубокую (до 450 м) и сравнительно узкую (2-8 км) Гусино-Улундинскую межгорную долину тектонического происхождения, по долине протекают реки Загустай и Тэли, сформировавшие террасовый рельеф долины. Центральную часть долины занимает озеро Гусиное. К северу от озера расположена плоская низменная равнина – Загустайская низменность в пределах которой расположена Гусиноозерская ГРЭС. Абсолютные отметки рельефа 551-583 м с уклоном в сторону озера.

Промплощадка и гидротехнические сооружения системы охлаждения и технического водоснабжения Гусиноозерской ГРЭС расположены на северном берегу озера Гусино, используемого в качестве водоёма-охладителя, и занимают прибрежную часть озера между городом Гусиноозёрском и железной дорогой Улан-Удэ-Наушки.

Гидротехнические сооружения системы гидрозолоудаления располагаются по другую сторону железной дороги, с северо-западной стороны от промплощадки ГРЭС. Между золоотвалами № 1, № 2 и железной дорогой проходит спрямленное русло реки Тэли. Далее река Тэли огибает промплощадку ГО ГРЭС с западной стороны, проходит под насыпью железной дороги и впадает в озеро Гусиное.

Золоотвал № 1 двухсекционный (секции 1 и 2), косогорного типа, с трёх сторон образован ограждающими дамбами. Секция 1 отделена от секции 2 разделительной дамбой, абсолютные отметки которой колеблются в пределах 574,52-574,84 м в системе высот Балтийская, 1977 г. С северной, северо-западной, юго-западной сторон золоотвал № 1 примыкает к коренному склону, здесь отсыпана ограждающая дамба, совмещенная с технологической дорогой.

Юго-восточная часть ограждающей дамбы состоит из первичной дамбы и трёх ярусов дамб наращивания. Дамбы наращивания оснащены трубчатым дренажем с колодцами. На гребне ограждающей и разделительной дамб проложены золошлакопроводы с выпусками, а также водоводы осветлённой воды.

С западной стороны вдоль золоотвала № 1 проходят высоковольтная линия электропередач ВЛ-500 кВ и ВЛ-10 кВ. Опоры ЛЭП расположены за границами земельного участка золоотвала № 1.

Параллельно восточной части золоотвала № 1 протекает р. Тэли (Загустайка). Минимальное расстояние от русла реки до основания ограждающей дамбы составляет 30 м.



Территория за пределами золоотвала № 1 заросла луговой и влаголюбивой растительностью. Вдоль берега р. Тэли имеются заросли тальника.

Топографические сведения

Гусиноозерская ГРЭС расположена в южной части Забайкалья в пределах Селенгинского района Бурятии, в 3,0 км западнее г. Гусиноозерска.

В географическом отношении территория относится к Забайкальской горной стране.

На территории края четко прослеживается взаимосвязь между крупными формами рельефа и геолого-тектоническим строением.

Рельеф исследуемой территории сформировался на древнем складчатом палеозойском фундаменте, осложненном напряженной тектоникой.

Гидрографическая сеть района сформировалась в девонское время, о древности её формирования свидетельствуют хорошо разработанные долины, наличие высоких террас, значительная извилистость рек и глубокий эрозионный врез их русел. Строение и рисунок речной сети тесно связан с расположением хребтов и межгорных котловин, которые вытянуты в основном в северо-восточном направлении.

Орографически территория относится к Гусино-Убукунской межгорной впадине тектонического происхождения. С северо-запада впадину обрамляет Хамбинский хребет – южный отрог Большого Хамар-Дабана, с юго-востока – хребет Моностой, один из горных массивов Селенгинского среднегорья, охватывающего значительную часть бассейна реки Селенги.

Центральную часть занимает озеро Гусиное, имеющее овальную форму и вытянутое с юго-запада на северо-восток. Длина его 24,5 км, ширина – 5,0-8,0 км, средняя глубина – 15 м, максимальная – 28 м.

В геоморфологическом отношении район работ представляет глубокую Загустайско-Убукунскую межгорную долину тектонического происхождения, по долине протекают реки Загустай и Тэли, сформировавшие террасовый рельеф долины. Поймы обеих рек узкие, часто не выраженные, врезанные на глубину до 1 м.

Первая надпойменная терраса представляет собой Загустайскую низменность, характеризуется равнинным рельефом. Вторая надпойменная терраса ограничивает золоотвал с северо-запада и севера. Имеет выпуклый склон с чётко выраженной подошвой и размытой, округленной бровкой. Терраса является цокольной. Цоколь её обнажается в откосах грунтовых карьеров и представлен осадочными породами безугольной свиты верхнеюрского-нижнемелового возраста алевролитового горизонта (переслаивание алевролитов, аргиллитов, песчаников и их рухляков), местами сильно дислоцированный в мелкие складки. Породы цоколя перекрыты аллювиальными отложениями, представленными гравийно-галечниковыми отложениями, песками, супесями и суглинками.

Судя по полого-увалистому и всхолмлённому рельефу, аллювий второй террасы на значительной площади её поверхности перекрыт отложениями делювиально-пролювиального шлейфа.



В геоморфологическом отношении площадка золоотвала расположена в западной окраинной части Загустайской низменности, в долине р. Тэли (Загустайка), на первой надпойменной террасе.

Пойма реки представляет равнинную местность, с техногенно-измененными формами рельефа (золоотвал с ограждающими дамбами).

Золоотвал № 1 косогорного типа, двухсекционный, с трех сторон образован ограждающими дамбами, четвертой стороной примыкает к естественному склону возвышенности.

Абсолютные отметки поверхности изменяются в пределах:

- поверхности заполнения золоотвала:
 - 1 секция – 573,11-574,20 м;
 - 2 секция – 573,10-574,41 м;
- разделительная дамба – 574,21 – 575,27 м;
- ограждающие дамбы 3 яруса наращивания:
 - 1 секция – 574,58-575,94 м;
 - 2 секция – 574,10-574,90 м;
- подножье дамб – 559,02-561,51 м;
- урез р. Тэли выше золоотвала № 1 – 561,98 м, ниже золоотвала – 555,13 м.

Инженерно-геологические условия

Геолого-тектоническое строение района определяется его расположением в юго-западной части Забайкальской складчатой страны.

Согласно схеме инженерно-геологического районирования Забайкалья, территория исследования относится к Селенгинской инженерно-геологической области.

Геологическое строение района своей сложностью обязано напряженной тектонике палеозойского фундамента, конечным результатом которой явилось образование глубокого одностороннего грабена. Юго-восточный борт грабена испытал большее опускание, чем северо-западный.

Приподнятые крылья грабена, представленные Моностойским и Хембинским хребтами, сложены изверженными и метаморфическими породами палеозойского возраста. Опущенная зона грабена выполнена осадочными породами мезозоя.

Территория представляет собой древнюю складчатую область, поверхность которой, сложенная древними кристаллическими породами, в тектонических впадинах перекрыта сравнительно небольшой (до 0,5-2 км) толщиной мезозойских и кайнозойских отложений. В горных долинах и на хребтах (Хамар-Дабан) распространены отложения четвертичного оледенения. Следы оледенения можно проследить по троговым долинам, бараньим лбам, ригелям, карам и другим ледниковым формам рельефа. Ледниковые отложения здесь представлены моренами (боковыми,



донными, конечными), часто с хорошо сохранившимися формами аккумулятивного рельефа, которые сложены грубовалунным материалом с песчаным или глинисто-песчаным заполнением мощностью до 100-200 м (в долинах рек).

В пределах Селенгинского среднегорья четвертичные отложения представлены преимущественно песками, супесями и мелкозернистыми лессовидными породами. Песчаные отложения приурочены к долинам рек и межгорным впадинам (мощность их от 20 до 500 м.) Низкие речные террасы и поймы рек сложены аллювиальными отложениями.

В геологическом строении района Гусиноозерской ГРЭС и гидротехнических сооружений принимают участие палеозойские, мезозойские породы и четвертичный комплекс отложений.

Палеозойские отложения представлены изверженным и метаморфическим комплексом пород – гранитами, сиенитами и кварцитами.

На размытой поверхности кристаллического фундамента залегают континентальные отложения мезозоя, представленные среднеюрской изверженной формацией (γJ_2) и верхнеюрской-нижнемеловой угольной формацией – гусиноозерской серией сангинской свитой (J_3-K_1sn), внутри которой выделяются нижняя безугольная подсвита ($J_3-K_1sn_1$) и верхняя – угленосная подсвита ($J_3-K_1sn_2$).

В пределах рассматриваемой территории в основном распространена нижняя безугольная подсвита ($J_3-K_1sn_1$), которая, в свою очередь, подразделяется на конгломератовый, алевролитовый и песчаниковый горизонты.

В районе Гусиноозерской ГРЭС и гидротехнических сооружений распространен алевролитовый горизонт, представленный переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов, маломощных прослоев (от 1-2 см до 2-5 м) бурого угля.

Вся толща мезозоя на контакте с четвертичными отложениями выветрена до состояния глин, суглинков, супесей, песков с прослойками рухляковых и скальных песчаников и алевролитов. Скважины глубиной 50 м из выветрелой зоны не вышли. По литературным данным общая мощность алевролитового горизонта около 200 м. Верхнеюрские-нижнемеловые отложения имеют наклонное залегание на юго-запад. Угол падения не превышает 8-12°.

Все коренные породы повсеместно перекрыты чехлом рыхлых четвертичных отложений мощностью от 1,0 до 7,0 м.

Четвертичные отложения состоят из плохо окатанных не отсортированных песчано-галечниковых отложений с включением валунов, с прослоями песков, суглинков, супесей; суглинков гравелистых (содержание обломочного материала не равномерное по слою).

В геологическом строении участка работ принимают участие современные биогенные (bQ_{IV}), верхнечетвертичные – современные аллювиальные (aQ_{III-IV}), и элювиальные отложения безугольной свиты алевролитового горизонта ($eJ_3-K_1sn_1$), перекрытые современными техногенными образованиями (tQ_{IV}) ограждающих дамб и намывными грунтами – золошлаковыми материалами.



Геолого-литологический разрез исследованной территории на разведанную глубину 5-25 м имеет следующее строение:

- с поверхности до глубины 1,2-19,0 м залегают современные техногенные отложения, по условиям образования представлены:
 - насыпными грунтами – планомерно возведённая насыпь тела дамб, сложены грунтами неоднородного состава: суглинок тяжёлый твёрдый с примесью органических веществ до 6% (ИГЭ t1нс), суглинок лёгкий твёрдый гравелистый (разной степени окатанности) (ИГЭ t1нс^р); с поверхности до глубины 1,6-9,0 м;
 - намывными грунтами – неоднородного состава: золовый материал – песок пылеватый рыхлый водонасыщенный с примесью органического вещества, по степени плотности среднеуплотненный (ИГЭ t1нм), золошлаковый материал - песок гравелистый рыхлый с прим. орг. вещ. незасоленный (ИГЭ t1н^{зм});
 - под техногенными образованиями встречены погребённые почвы, мощностью до 0,1-0,3 м, имеют ограниченное распространение;
 - под техногенными образованиями с глубины 1,2-19,0 м, а также с поверхности залегают верхнечетвертичные – современные аллювиальные отложения, представленные суглинками твёрдыми с примесью органического вещества (ИГЭ а5тп), супесями твёрдыми гравелистыми (ИГЭ абгр), песком гравелистым (ИГЭ а7гр) и гравийным грунтом (ИГЭ а8о);
 - в нижней части разреза, с глубины 2,6-19,6 м до разведанной глубины, залегают элювиальные образования верхней юры-нижнего мела – гусиноозерской серией безугольной подсвиты алевролитового горизонта: алевролиты рухляковые сильновыветрелые до состояния суглинка твёрдого с линзами и прослоями дресвы алевролитов; песчаники рухляковые сильновыветрелые до состояния песка средней крупности с прослоями и линзами песчаников разной степени выветрелости, прослой угля и суглинка твёрдого углистого.

Нормативная глубина сезонного промерзания:

- для глин и суглинков – 2,16 м,
- для супеси, песков пылеватых и мелких – 2,63 м,
- для песков средних, крупных и гравелистых – 2,82 м,
- для крупнообломочных грунтов – 3,19.

За счёт высокого стояния грунтовых вод грунты в зоне аэрации:

- сильнопучинистые – ИГЭ t1нм, ИГЭ t1нм^{зм};
- слабопучинистые – ИГЭ а7гр, ИГЭ е7ср;
- практически непучинистые – ИГЭ а5тп, ИГЭ а6^р, ИГЭ а8о, ИГЭ е5тп, ИГЭ е5у.

Грунты, слагающие тело дамб:

- практически непучинистые – ИГЭ t1нс, ИГЭ t1нс^р.

Согласно табл. 4.1 к СП 14.13330.2018 грунты по сейсмическим свойствам относятся:



- ИГЭ t1нсгр, ИГЭ t1нс, ИГЭ а5тп, ИГЭ абгр, ИГЭ а7гр, ИГЭ а8о, ИГЭ е5тп, ИГЭ е7ср, ИГЭ е5у, ИГЭ 10АЛ, ИГЭ 10ПЧ, ИГЭ 13у – ко II категории;
- ИГЭ t1нм, ИГЭ t1нмзш – к III категории.

На исследуемой территории вскрыты маломощные пласты бурого угля, не выдержаны по мощности, часто выклиниваются, переходят в породы с повышенной углистостью по слою. Угли неоднородны по составу. Местами угольные пласты имеют сложное строение за счёт тонкого переслаивания углистых суглинков и угля. В естественном залегании сохраняют естественную форму – строение. На воздухе распадаются в угольную сажу, пыль.

Гидрогеологические условия

В гидрогеологическом отношении исследуемая территория относится к Гусиноозерскому артезианскому бассейну, который расположен в Западно-Забайкальской гидрогеологической складчатой области (Селенгинская Даурия).

Гусиноозерский артезианский бассейн разделен антиклинальным поднятием на две мульды: Загустайско-Убукунскую в северо-восточной части и юго-западную – Гусиноозерскую.

Исследуемая территория расположена в пределах Загустайско-Убукунского гидрогеологического района. Распространены водоносные горизонты, приуроченные к верхнеюрским-нижнемеловым отложениям безугольной подсвиты алевролитового горизонта и воды четвертичных отложений.

В гидрогеологическом отношении в районе гидротехнических сооружений золоотвала № 1 Гусиноозерской ГРЭС выделено три основных горизонта:

- напорные пластово-трещинные воды коренных пород;
- грунтовые воды четвертичных отложений;
- техногенный водоносный горизонт золошлаковых отложений.

Геологический разрез коренных пород характеризуется неоднородным литологическим составом в горизонтальном и вертикальном направлениях с моноклиным залеганием пластов. Такое геологическое строение благоприятствует накоплению в водопроницаемых породах подземных вод пластово-трещинного типа.

Гидрологические условия

Река Тэли (Загустайка) берёт свое начало с юго-восточного склона Хамар-Дабанского хребта, с верхового болота Загустайского, расположенного на высотах 1 160-1 180 м БС, имеющего мощность до двух метров. Расчётная площадь водосбора реки составила 202 км², а протяжённость реки от истока до расчётного створа составила 28 км. В своём верхнем течении река имеет полугорный характер и протекает по весьма пересеченной местности, средневзвешенный уклон реки, при этом, на данном участке составляет 18,40 %, однако в среднем и нижнем течении река выходит на равнинный участок и, соответственно, принимает равнинный характер течения со средними уклонами на данном участке, равными уже около 7,00 %. Средневзвешенный уклон реки от истока до расчётного створа принят равным 18,40 %, однако в среднем и нижнем течении



река выходит на равнинный участок и, соответственно, принимает равнинный характер течения со средними уклонами на данном участке равными уже около 7,00 ‰. Средневзвешенный уклон реки от истока до расчётного створа принят равным 18,40 ‰.

Участок русла р. Загустайка от моста до автодороги: станция Загустай – городок Заозерск (бывший) и до устья реки носит местное название – река Тэли.

В районе расположения золоотвала № 1 русло р. Тэли (Загустайка) выведено в спрямленный канал, поперечный профиль трапецеидальный, превышение отметок бровок берега над средним межженным уровнем составляет от 1 до 3 м.

С восточной стороны золоотвала № 1 в основании ограждающей дамбы выполнена технологическая (дренажная) канава осветлённой воды. Канава глухая, начало канавы в районе угла поворота дамбы. Канава в поперечном сечении трапецеидальная, общей протяженностью 1,7 км. На момент проведения изысканий отметка уреза воды вдоль канавы изменялась от 556,82 до 566,80 м БС, уклон составляет 5,87 ‰.

Долина реки Тэли (Загустайка) в створе рассматриваемой площадки строительства имеет ящикообразный профиль поперечного сечения, ширина долины на данном участке составляет более 21 км, ширина дна долины – около 4,5 км. Долина реки ассиметричная, склоны крутые, крутизна склонов долины в среднем составляет от 33 ‰, по левому борту, до 135 ‰ – по правому. Поперечный профиль ложа долины реки не террасирован, а имеет множественные русла (пойменная многоруканность).

Основное русло реки Тэли (Загустайка) на участке строительства каменисто-галечниковое, устойчивое, прямолинейное, шириной в межень около 10-15 м. Русло реки, на рассматриваемом участке антропогенно изменено.

Расчётные уровни заданных обеспеченностей р. Тэли (Загустайка) по трём расчётным створам сняты с кривых зависимости расходов от уровней, которые вычислены по морфостворам гидравлическим способом по формуле Шези.

Средние скорости течения потока (V_{cp}) для вычисления расходов воды (Q) определены по формуле Шези, справедливой в большом диапазоне глубин потока и коэффициентов шероховатости.

Отметки максимальных расчетных уровней по каждому морфоствору представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчётные уровни воды в расчётном створе



Водоток	створ	Максимальные уровни 0,1 % обеспеченности, м.Б.С.	Максимальные уровни 1 % обеспеченности, м.Б.С.	Максимальные уровни 2 % обеспеченности, м.Б.С.	Максимальные уровни 3 % обеспеченности, м.Б.С.	Максимальные уровни 5 % обеспеченности, м.Б.С.	Максимальные уровни 10 % обеспеченности, м.Б.С.	Максимальные уровни 25 % обеспеченности, м.Б.С.
р. Тэли (Загустайка)	Морфоствор № 1	558,22	557,85	557,72	557,64	557,52	557,35	557,11
р. Тэли (Загустайка)	Морфоствор № 2	561,96	561,68	561,60	561,55	561,47	561,37	561,23

Оценка влияния водного объекта на сооружение. Отметка бровки ограждающей дамбы золоотвала № 1 в створе морфоствора № 1 составляет 574,80 м БС, расчётный максимальный уровень воды 0,1 % вероятности превышения в этом створе составил 558,22 м БС. Превышение отметки гребня существующих дамб над расчётной отметкой максимального уровня воды составляет 16,58 м.

Отметка бровки ограждающей дамбы золоотвала № 1 в створе морфоствора № 2 составляет 574,86 м БС. Расчётный максимальный уровень воды 0,1 % вероятности превышения в этом створе составил 561,96 м БС. Превышение отметки гребня существующей дамбы над расчётной отметкой максимального уровня воды составляет 12,90 м.

Расчётная зона затопления р. Тэли (Загустайка) при максимальном уровне воды 0,1 % обеспеченности нанесена на топографическую съемку и представлена на чертеже 8-ГУС-ИГМИ-Г-003.

Водоохранная зона реки Тэли (Загустайка). Ширина водоохранных зон и прибрежных защитных полос установлена на основании ст. 65 Водного кодекса РФ.

Длина реки Тэли (Загустайка) от истока до устья составляет 32 километра. Ширина водоохранной зоны реки Тэли (Загустайка) составляет, в соответствии с действующим законодательством, для рек длиной до 50 км, равной 100 м на всем её протяжении. Граница водоохранной зоны приведена на чертеже 8-ГУС-ИГМИ-Г-003.

В соответствии с п. 16 ст. 65 Водного кодекса РФ в границах водоохранных зон допускаются проектирование, размещение, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация хозяйственных и иных объектов при условии оборудования таких объектов сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения и истощения вод в соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды.

Природно-климатические условия

Климат характеризуется средними и экстремальными величинами, пределами изменения метеорологических элементов, их режимом в течение сезона, года и в среднем многолетнем разрезе. Наиболее важными метеорологическими элементами являются температура и влажность воз-



духа, скорость и направление ветра, осадки, облачность. Характеристику климата дополняют такие сведения, как температура поверхности почвы, характеристика снежного покрова, сведения об атмосферных явлениях и др. Основные климатические параметры приведены по многолетним данным наблюдений на МС Новоселенгинск.

Температура воздуха. Средняя годовая температура воздуха в районе расположения объекта строительства за многолетний период составила минус 0,3°С. Средняя месячная температура наиболее холодного месяца (января) – минус 19,1°С, наиболее тёплого (июля) – плюс 26,7°С. Годовая амплитуда среднемесячных значений – 43,4°С. Абсолютный наблюдаемый минимум температуры воздуха – минус 49°С (1940 г.), абсолютный максимум – плюс 40°С (2004, 2010 гг.). Средняя дата первого заморозка в воздухе приходится на 16 сентября, последнего – на 23 мая. Продолжительность безморозного периода в воздухе составляет в среднем 115 дней.

Влажность воздуха. Влажность воздуха характеризуется тремя основными показателями: парциальным давлением водяного пара (упругостью), относительной влажностью и дефицитом насыщения. Рассматриваемый район относится к III зоне влажности (сухая).

Парциальное давление водяного пара увеличивается от зимы к лету, повторяя ход температуры воздуха, и в среднем за год составляет 5,5 гПа. Максимальное в году среднемесячное значение парциального давления водяного пара (14,0 гПа) наблюдается в июле, минимальное (0,8 гПа) – в январе.

Относительная влажность воздуха в большей степени, чем упругость водяного пара, зависит от местных условий, близости морей, высоты пункта и т.д. Среднегодовое значение относительной влажности составляет 65 %, зимой и осенью она увеличивается до 73-76 %. Минимальное среднемесячное значение относительной влажности наблюдаются в мае и составляют 48 %. Среднегодовое значение дефицита насыщения составляет 4,3 гПа.

Ветровой режим. В соответствии с общими циркуляционными условиями в течение всего года вблизи земной поверхности в районе строительства преобладают северо-западные и северные ветры с общей повторяемостью 47 %. Зимой преобладают ветры северного и западного направлений, совместная повторяемость которых увеличивается до 55 %. Летом чаще наблюдаются ветры северного и северо-восточного направлений. Очень редко (3 %) наблюдается ветер юго-восточного направления.

Среднегодовая скорость ветра в районе строительства составляет 2,4 м/с. Средняя скорость ветра зимой минимальная в году, она составляет 1,1-1,4 м/с. Селенгинский район – это район с наибольшими скоростями ветра в Республике Бурятия. Наибольшие скорости ветра и наибольшее число дней с сильным ветром (скорость 15 м/с и более) отмечаются весной (апрель, май). Среднее число дней в год со скоростью ветра более 15 м/с составляет 19 дней. Наблюдённая максимальная скорость ветра, осреднённая за 10-минутный интервал, составляет 28 м/с, при порывах – 40 м/с. Нередко наблюдаются пыльные позёмки, иногда пыльные бури.

Максимальная скорость ветра вероятностью превышения 5 % составляет 9 м/с.



По ветровому давлению участок строительства расположен в районе III согласно обязательному приложению Е (карта 2) актуализированной редакции СП 20.13330.2016. В соответствии с таблицей 11.1 нормативное ветровое давление составляет 0,38 кПа [11].

Промерзание грунтов. Почвы Бурятии в основном имеют легкий механический состав. Средняя годовая температура поверхности почвы составляет 0°C. Наиболее низкая средняя месячная температура почвы наблюдается в январе – минус 27°C, наиболее высокая в июле – плюс 24°C. Абсолютный годовой максимум температуры почвы за многолетний период наблюдался в июле – плюс 65°C, абсолютный минимум – минус 50°C наблюдался в январе. Расчётные глубины промерзания для суглинков и глин составляет 2,06 м, для песков мелких и супесей – 2,51 м, для песков гравелистых – 2,69 м.

Осадки. Участок строительства находится в зоне недостаточного увлажнения. Среднегодовое годовое количество осадков составляет 241 мм, из них большая часть (70 %) приходится на летние месяцы.

Летние осадки связаны с атмосферными фронтами, возникающими в циклонических системах. Характер летних осадков преимущественно ливневый. Максимальных месячных и суточных значений осадки достигают в июле и в августе, в отдельные годы могут наблюдаться критически опасные значения осадков. Максимальное суточное количество осадков отмечено 12 августа 1967 года – 61 мм.

Снежный покров. Первый (временный) снежный покров образуется в среднем 27 октября. Как правило, он сразу же сходит, поскольку почва ещё недостаточно промерзла. Образование устойчивого снежного покрова, отмечается не везде и не ежегодно, в среднем приходится на 21 ноября, сход – на 6 апреля. Однако даты появления, установления и схода снежного покрова сильно варьируют из года в год. Первый снег может выпасть и в третьей декаде сентября и в первой декаде декабря. Устойчивый снежный покров может установиться и раньше – в конце второй декады октября или позже – в конце декабря. Сход снежного покрова в отдельные годы может произойти раньше – в конце февраля или позже – в середине мая. Число дней со снежным покровом составляет 121 день. Высота снежного покрова незначительна, наибольшее значение средней высоты снежного покрова – 7 см. Небольшая высота снега, ветер, лёгкий механический состав почв – это факторы, которые обуславливают отсутствие в некоторые годы устойчивого снежного покрова. В отдельные годы максимальная высота за зиму может достигать 20-25 см. Наибольшая максимальная высота снежного покрова за период наблюдений составляет 25 см. Значения плотности снега за период со снежным покровом находятся в пределах 0,16-0,19 г/см³. Максимальная плотность снега наблюдается в первой-второй декаде февраля. Запас воды в снежном покрове 8, 9 мм.

Суммарное испарение с поверхности речного бассейна в районе проектирования составляет 370 мм в год.



Атмосферное давление. Среднее месячное и годовое атмосферное давление на уровне станции и на уровне моря приведены по данным метеостанции Улан-Удэ, абсолютная высота барометра на уровне станции 514,6 м. Среднее годовое значение атмосферного давления составляет 957 гПа. Максимальное атмосферное давление на уровне станции составляет 965,7 гПа, минимальное – 946,6 гПа. Максимальное атмосферное давление на уровне моря составляет 1036,2 гПа, минимальное – 1004,6 гПа.

Гололёдно-изморозевые явления. Процессы образования гололёдно-изморозевого обледенения в районе проектирования в основном наблюдаются с октября по март. В среднем за год наблюдается три дня с обледенением всех видов по визуальным наблюдениям. Наибольшее число дней – 10. Наибольшее число дней с обледенением всех видов наблюдается в марте и ноябре. По толщине стенки гололёда территория проектирования расположена во II районе. Толщина стенки гололёда (превышаемая 1 раз в 5 лет) на элементах кругового сечения диаметром 10 мм, расположенных на высоте 10 м над поверхностью земли для II района составляет 5 мм.

Атмосферные явления

Облачность и атмосферные явления. Облачность оказывает большое влияние на суточное распределение потоков радиации, ограничивая приток её в дневные часы и уменьшая выхолаживание земной поверхности в ночное время. В таблице 2 даны средние за месяц и год значения общей и нижней облачности в баллах, среднее число дней с туманом, метелью, грозой и градом на участке изысканий.

Туманы. За год среднее количество дней с туманом составляет 10 дней. Наибольшее число дней с туманом наблюдается в сентябре и составляет 18 дней.

Метели. В зимний период при наличии снежного покрова и скоростях ветра более 6 м/с возникают метели. В среднем за год на участке проектирования наблюдается четыре дня с метелью. Наиболее часто метели наблюдаются в январе.

Грозы. В летний период в связи с нагреванием подстилающей поверхности увеличивается конвекционная облачность и возрастает число гроз, особенно в июне и июле. Среднегодовое количество дней с грозой на участке проектирования составляет 21 день.

Град. Град обычно выпадает при прохождении фронтов, большей частью холодных. Выпадение града наблюдается обычно при сильных грозах. Град наносит большой ущерб хозяйственной деятельности, на участке изысканий наблюдается редко. Среднегодовое количество дней с градом на исследуемой территории составляет 0,5 дня, наибольшее – два дня.

Таблица 2 – Характеристики облачности и атмосферных явлений по данным МС Новоселенгинск

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя месячная и годовая общая облачность, баллы												
5	4,9	5,4	6,4	6,5	6,6	6,8	6,1	5,8	5,8	6	5,6	5,9
Средняя месячная и годовая нижняя облачность, баллы												
0,2	0,2	0,4	1,1	1,4	2	2,3	2,2	1,9	1,3	0,9	0,4	1,2



I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее число дней с туманом												
1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4	1	3	2	2	0,2	10
Наибольшее число дней с туманом												
6	3	2	2	2	2	2	3	9	6	7	2	18
Среднее число дней с метелью												
1	0,3	1	0,3	-	-	-	-	-	0,2	1	0,3	4
Наибольшее число дней с метелью												
8	3	5	2	-	-	-	-	-	1	4	3	11
Среднее число дней с грозой												
-	-	-	2	1	5	8	6	1	-	-	-	21
Наибольшее число дней с грозой												
-	-	-	1	7	13	15	13	3	-	-	-	32
Среднее число дней с градом												
-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,1	0,1	-	-	-	0,5
Наибольшее число дней с градом												
-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	2

2 Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства

Особые природные климатические условия территории – это территории, пребывание на которых оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека.

По категории опасных природных процессов, согласно СП 115.13330.2016 (СНиП 22-01-95) [17], площадка строительства относится к категории «**весьма опасных**» по сейсмичности, «**опасных**» по морозному пучению и «**умерено опасных**» по подтоплению (при принятии конструктивных решений).

Население и экономика Забайкалья постоянно подвергаются воздействиям опасных природных гидрометеорологических явлений (ОЯ), которые наносят значительный ущерб, нарушают нормальные условия жизнедеятельности людей, создают угрозу их здоровью, приносят вред окружающей природной среде. На территории Забайкалья количество опасных явлений из года в год колеблется от 17 до 35. При этом за последние годы их повторяемость увеличилась на 7-10 случаев.

Чрезвычайные ситуации нередко возникают также под влиянием комплексов неблагоприятных явлений (КНЯ), каждое из которых не обязательно носит экстремальный характер. В течение года отмечается от 6 до 8 случаев КНЯ, при этом одно или два явления могут достигнуть критериев ОЯ. Наибольшее количество опасных явлений (35 и 32) наблюдались в 2002 и 2003 годах.



К числу наиболее часто повторяющихся ОЯ относятся: очень сильный ветер (6-11 случаев за год), очень сильные осадки и сильные ливни (3-7 случаев за год), заморозки (2-5 случаев за год).

Почти ежегодно в Забайкалье наблюдались условия, благоприятные для возникновения засухи и суховеев, чрезвычайной пожарной опасности при длительном периоде отсутствия эффективных осадков и высоком фоне дневных температур. Лесные и степные пожары в последние годы возникают в основном в ранний весенний период и создают чрезвычайную ситуацию в течение всего пожароопасного сезона. Леса горят на площади до 23 тыс. га. В 2002, 2004 и 2010 гг. наблюдалась сильная жара, вызвавшая возникновение опасных агрометеорологических явлений.

В периоды жаркой погоды часто максимальная температура воздуха превышала абсолютные значения за весь период наблюдений и составляла плюс 35-41°C. Сильные морозы и аномально холодная погода наблюдалась в течение 10 дней в 2001, 2003 и 2005 годах. Низкие температуры устанавливались на большей территории Забайкалья.

Наибольшее отрицательное воздействие на природную среду и хозяйственные объекты оказывают сильные ветры, метели, снегопады и резкие понижения температур в сочетании с налипанием снега, снежными заносами, гололедными явлениями, когда нарушается работа хозяйственных и жизненно важных объектов, гибнет скот, разрушаются опоры линий электропередач и связи. Такие явления чаще наблюдаются в южной половине Забайкалья.

Сильные продолжительные дожди формируют новые опасные явления, такие, как селевые потоки, дождевые паводки. Как правило, катастрофические паводки являются результатом выхода на Забайкалье серии южных циклонов, следующих друг за другом с небольшими промежутками времени. В таких случаях сильные дожди выпадают на 50-80 % территории. Наибольший ущерб экономике был причинен наводнениями в 1990 и 1991 гг. В Забайкалье от высоких паводков периодически страдают более 20 % населённых пунктов во всех районах.

Особую опасность паводки представляют из-за стремительности их формирования и резкого подъёма уровней воды в реках, что определяется сочетанием географических и погодных условий Забайкалья, территория которого охватывает верховья трех великих бассейнов. Горный рельеф, большие уклоны и малые площади водосборов, близкое залегание водонепроницаемых пород, хорошо развитая речная сеть способствуют быстрому формированию поверхностного стока от осадков. Интенсивность и повторяемость сильных ливней с грозами, градом, шквалом, иногда со смерчем, за последние годы увеличились. В отдельных пунктах один раз в 2-3 года порывы ветра достигают 35-40 м/с. Шквалы наблюдаются 4-6 раз в году, и эти данные недостаточно точные, так как шквалы, охватывающие небольшую территорию, часто остаются незафиксированными. Разрушительное действие ветра часто сопровождается градом.

На территории республики Бурятия ежегодно 1-2 раза наблюдается крупный град диаметром от 20 до 40-50 мм, уничтожающий посевы на значительной площади, повреждающий строения и хозяйственные объекты.



3 Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании объекта капитального строительства

По критериям текстурно-структурных особенностей, генезиса, числа пластичности и показателя текучести для глинистых грунтов в соответствии с ГОСТ 25100–2020 и на основании характера пространственной изменчивости характеристик грунтов в соответствии с ГОСТ 20522–2012, грунты основания разделены на 16 инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

t1нс	Насыпной грунт неоднородного состава: суглинок тяжелый твердый с прим. орг. вещ-в до 6 %
t1нс ^{рп}	Насыпной грунт: суглинок легкий твердый гравелистый (разной степени окатанности)
t1нм	Намывной грунт неоднородного состава: золотый материал - песок пылеватый рыхлый водонасыщенный с примесью органического вещества, по степени плотности среднеуплотненный
t1нм ^{зш}	Намывной грунт неоднородного состава: золошлаковый материал - песок гравелистый рыхлый с прим. орг. вещ. незасоленный
2	Почвенно-растительный слой
2а	Почвенно-растительный слой - погребенная почва
а5тп	Суглинок аллювиальный тяжелый пылеватый твердый с прим. орг. вещ. до 5,9%
а6 ^{рп}	Супесь аллювиальная твердая гравелистая (обломочный материал разной степени окатанности)
а7гр	Песок аллювиальный плотный гравелистый средней степени водонасыщения
а8о	Гравийный грунт с песчаным заполнителем, с редкими прослоями с суглинистым заполнителем
е5тп	Суглинок элювиальный тяжелый твердый песчанистый с прим. орг. вещ. до 7,3%, с вкл. дресвы рухляковых алевролитов
е7ср	Песок элювиальный средней крупности плотный средней степени водонасыщения с включением дресвы и щебня рухляковых песчаников
е5у	Суглинок элювиальный тяжелый пылеватый твердый, углистый (содержание орг. вещ-ва 9,4 %)
10АЛ	Алевролиты рухляковые средней плотности сильнопористые сильновыветрелые с редкими маломощными прослоями суглинков и сапролитов с углистыми примазками
10ПЧ	Песчаники сильновыветрелые от низкой прочности до малопрочных с прослоями песчаников средней прочности средневыветрелых с линзами и маломощными прослоями песков, редко алевролитов с углистыми примазками



13у

Уголь низкой плотности сильнопористый сильноветрелый с прослоями суглинков и глин

Основные показатели физических свойств приведены в таблице 3.

По результатам изученности материалов настоящих изысканий и материалов изысканий прошлых лет выполнен сопоставительный анализ физических свойств грунтов.

Таблица 3. Сопоставительная таблица физических свойств грунтов

Наименование показателя	Номер ИГЭ				арх.№56529 ТомТЭП Гидротехнические сооружения, 1980 г.	арх.№88169 ТомТЭП ЗШО №1, наращивание, 1991 г.	арх.№8497276-ИИ.ПЗ ТомТЭП, СибЭНТЦ, ЗШО№1, наращивание дамб, 2009 г.	ООО "Сибирьгидротех- проект", 2024 г.
	1980	1991	2009	2024				
Природная влажность, W, %	16	16	t1nc ^{np}	T1ncгр	-	0,173	0,167	0,169
		16a	t1nc	T1nc	-	0,122	0,184	0,186
	18a	18a	t1nm	T1nm	0,24	0,396	0,316	0,481
	18в	18в	t1nm ^{zm}	T1nmзш	0,21	0,188		0,375
	4	4	a5 ^{np}	A5гп	0,186	0,193	0,183	0,195
	5	5		A6гр	0,18	0,15	-	0,101
	3	3	a7	A7гр	-	0,09	-	0,131
	2	2	a80	A80	-	0,16	0,112	0,118
	6	6	e5	E5гп	0,13	0,16	0,164	0,173
	11	11	10AJ	10AJ	0,14	0,15	0,15	
	7	7	e7	E7ср	0,15	0,141	0,141	0,139
	9	9	10ПЧ	10ПЧ	0,16	0,09	0,09	0,126
	13	13	13у	13у	0,35	0,28	-	0,281
		13a	E5y	-	0,21	-	0,213	
Показатель текучести, П, д.е.	16	16	t1nc ^{np}	T1ncгр	-	-0,1	-0,26	-0,15
		16a	t1nc	T1nc	-	-0,22	-0,17	-0,16
	18a	18a	t1nm	T1nm	-	-	-	
	18в	18в	t1nm ^{zm}	T1nmзш	-	-	-	
	4	4	a5 ^{np}	A5гп	<0	-0,19	-0,15	-0,06
	5	5		A6гр	<0	0,6	-	-0,61
	3	3	a7	A7гр	-	-	-	
	2	2	a80	A80	-	-	-	
	6	6	e5	E5гп	<0,0	0,59	-0,51	-0,30
	11	11	10AJ	10AJ	-	-	-	
	7	7	e7	E7ср	-	-	-	
	9	9	10ПЧ	10ПЧ	-	-	-	
	13	13	13у	13у	-	-	-	
		13a	E5y	-	-0,53	-	-0,24	

Наименование показателя	Номер ИГЭ				арх.№56529 ТомТЭП Гидротехнические сооружения, 1980 г.	арх.№88169 ТомТЭП ЗШО №1, наращивание, 1991 г.	арх.№8497276-ИИ.ПЗ ТомТЭП, СибЭНТЦ, ЗШО№1, наращивание дамб, 2009 г.	ООО "Сибирьгидротех- проект", 2024 г.
	1980	1991	2009	2024				



Коэффициент пористости, e , д.е.	16	16	$t_{нс}^{np}$	$T_{нсгр}$	-	0,556	0,591	0,598
		16а	$t_{нс}$	$T_{нс}$		0,588	0,623	0,623
	18а	18а	$t_{нм}$	$T_{нм}$	1,12	0,875		1,218
	18в	18в	$t_{нм}^{зм}$	$T_{нмзм}$	0,76	0,680*	0,732	0,992
	4	4	$a5^{np}$	A5гп	0,544	0,604	0,598	0,633
				A6гр	0,464	0,464		0,431
	3	3	a7	A7гр	-	0,65	-	0,440
	2	2	a80	A80	-	0,55	0,55	
	6	6	e5	E5гп	0,45	0,543	0,551	0,576
	11	11	10АЛ	10АЛ	0,475	0,501	0,501	
	7	7	e7	E7ср	0,503	0,5	0,493	0,492
	9	9	10ПЧ	10ПЧ	0,51	0,417	0,417	0,298
	13	13	13у	13у	0,725	0,647	-	0,647
		13а	E5у		0,629		0,695	
Степень влажности, S_g , д.е.	16	16	$t_{нс}^{np}$	$T_{нсгр}$	-	0,83	0,76	0,76
		16а	$t_{нс}$	$T_{нс}$		0,84	0,8	0,81
	18а	18а	$t_{нм}$	$T_{нм}$	0,84	1		0,88
	18в	18в	$t_{нм}^{зм}$	$T_{нмзм}$	0,65	1	0,98	0,90
	4	4	$a5^{np}$	A5гп	0,78	0,87	0,83	0,83
				A6гр	1	1		0,63
	3	3	a7	A7гр	-	0,37		0,79
	2	2	a80	A80	-	0,76	0,54	
	6	6	e5	E5гп	0,81	0,81	0,81	0,81
	11	11	алевролит рухл.	10АЛ	-	0,75	0,75	0,92
	7	7	e7	E7ср	0,65	0,75	0,76	0,75
	9	9	песчанник рухл.	10ПЧ	-	0,57	0,57	1,00
	13	13	13у уголь	13у	0,97	0,85	0,84	0,85
			E5у		0,84		0,80	

Примечания:

Наименования грунтов

Техногенные грунты: ИГЭ $t_{нс}^{np}$ - насыпной грунт с дресвой;

ИГЭ $t_{нс}$ - насыпной грунт;

ИГЭ $t_{нм}$ - намывной грунт;

ИГЭ $t_{нм}^{зм}$ - намывной грунт золошлаковый;

Аллювиальные грунты: ИГЭ $a5^{np}$ - суглинок;

ИГЭ $a6гр$ - супесь гравелистая;

ИГЭ $a7гр$ - песок пылеватый;

ИГЭ $a80$ - гравийный грунт;

Элювиальные грунты: ИГЭ $e5гп$ - суглинок твердый;

ИГЭ $e7ср$ - песок пылеватый;

ИГЭ 10ал - алевролиты рухляковые;

ИГЭ 10пч - песчаники разной степени выветрелости;

ИГЭ $e5у$ - суглинок углистый;

ИГЭ 13у - угли.

Как видно из приведенной таблицы, значения характеристик физических свойств грунтов находятся в сопоставимых пределах.

Проектный уровень техногенного водоносного горизонта, при проектировании 4-го яруса наращивания зависит от условий эксплуатации станции и интенсивности атмосферных осадков.

Изменений инженерно-геологических и инженерно-гидрогеологических условий не выявлено.

4 Уровень грунтовых вод, их химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве,



реконструкции, капитальном ремонте подземной части объекта капитального строительства

В гидрогеологическом отношении в районе гидротехнических сооружений золоотвала № 1 Гусиноозёрской ГРЭС выделено три основных горизонта:

- напорные пластово-трещинные воды коренных пород;
- грунтовые воды четвертичных отложений;
- техногенный водоносный горизонт золошлаковых отложений.

Геологический разрез коренных пород характеризуется неоднородным литологическим составом в горизонтальном и вертикальном направлениях с моноклиным залеганием пластов. Такое геологическое строение благоприятствует накоплению в водопроницаемых породах подземных вод пластово-трещинного типа.

Напорные пластово-трещинные воды коренных пород приурочены к элювиальным отложениям безугольной подсветы алевролитового горизонта.

В районе золоотвала № 1 воды коренных пород встречены:

- в западной части, за внешним откосом дамб на глубине 2,7 м, абс. отм. 573,07 м (скв. 7), в юго-восточной части – на глубине 3,5 м, абс. отм. 556,05 м (скв. 12);
- в пределах чаши золоотвала – на глубинах 17,0 м, абс. отм. 557,70 м (скв. 13) – 21,7 м, абс. отм. 552,63 м (скв. 3).

Водовмещающими отложениями служат рыхляковые сильновыветрелые алевролиты и песчаники, углистые суглинки, водоупором служат в основном алевролиты, выветрелые до состояния суглинка (сапролиты).

Воды обладают напором, величина напора зависит от глубины залегания водоносного горизонта и равна 2-10 м, устанавливались в скважинах на отметках близких или равных уровню грунтовых вод. На отдельных участках пьезометрическая поверхность пластово-трещинных вод коренных пород устанавливается выше дневной поверхности с самоизливом. Высота напора над землей составляет 0,45-1,0 м. пьезометрические уровни на абс. отм. 556,05-573,07 м.

Пластово-трещинные воды малодобитные. Питание и разгрузка этих вод происходит, в основном, в голове пластов и зависит от водопроницаемости и мощности четвертичного покрова.

По химическому составу воды коренных пород сульфатные кальциевые, сульфатные магниевые-кальциевые, сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые, от с относительно повышенной минерализацией до солоноватых (минерализация 0,58-1,04 г/дм³), от жёстких до очень жёстких (общая жесткость 8,5-28,2°ж), активная реакция от нейтральной до слабощелочной рН=6,6-8,0.

Грунтовые воды четвертичных отложений приурочены к аллювиальным песчано-гравийным отложениям с песчано-суглинистым заполнителем. Эти отложения повсюду залегают с поверхности, только на отдельных участках перекрыты супесью и суглинком. Мощность водоносного горизонта зависит от времени года и изменяется от долей метра до 7,0 м. Воды безнапорные



или обладают слабым местным напором на участке расположения золошлакоотвала и на участках, перекрытых супесью и суглинком, величина напора до 1,0-2,5 м. Уровни появления зафиксированы на глубинах 12,0 м (абс. отм. 564,42 м), 16,4 м (абс. отм. 558,16 м). Уровни установления на абс. отм. 561,80-565,89 м (в пределах чаши золошлакоотвала), за пределами чаши золошлакоотвала на глубинах 1,5 м, абс. отм. 558,05 м, на глубинах 5,4 м, абс. отм. 562,78 м.

Питание грунтовых вод атмосферное, поэтому воды обладают значительным колебанием уровня. В летнее время, особенно в период интенсивных дождей, уровень грунтовых вод повышается до 1,0 м. Кроме атмосферного питания грунтовые воды подпитываются за счёт коренных пород, особенно на участках, где гравийные грунты залегают на песчаниках и элювиальных песках.

Питание грунтовых вод в районе золоотвала происходит также за счёт ливневых стоков со стороны Хамбинского хребта. В результате слабого поверхностного стока ливневые воды инфильтруются в песчано-галечниковые отложения, что благоприятствует интенсивному заболачиванию и образованию осоковой растительности.

В зимнее время уровень грунтовых вод понижается до глубины промерзания грунтов до 3,5-4,0 м, местами полностью перемерзает. Наличие неравномерной мощности песчано-галечниковых отложений и подстилающих слабопроницаемых суглинков способствует образованию бугров пучения и наледей.

Общее направление потока грунтовых вод в районе золошлакоотвала в сторону р. Тэли, с общим направлением к озеру Гусиное, уклон потока равен 0,006-0,004.

По химическому составу грунтовые воды сульфатные кальциевые, сульфатные магниевые-кальциевые, соленоватые (минерализация 1,02-1,12 г/дм³), очень жёсткие (общая жёсткость 21,3-22,9°ж), активная реакция от нейтральной до слабощелочной рН=6,9-8,2.

В результате строительства и эксплуатации золоотвала выделяется еще один тип вод – *техногенный водоносный горизонт золошлаковых отложений*.

Техногенный водоносный горизонт золошлаковых отложений образовался за счёт сброса золошлаковой пульпы в чашу золоотвала. Режим горизонта зависит от условий эксплуатации станции и интенсивности атмосферных осадков.

Техногенный водоносный горизонт ограничивается в плане: с восточной и юго-восточной стороны ограждающими дамбами, с западной и северо-западной стороны – коренным склоном.

Подошвой техногенного горизонта являются суглинки твёрдые, супеси гравелистые, песчано-гравийные грунты. В последнем случае происходит смешение техногенных вод с грунтовыми водами.

Разгрузка техногенного водоносного горизонта выполняется в дренажные каналы, устроенные в основаниях дамб наращивания, далее техногенный водоносный горизонт поступает в канал осветлённой воды.

Положение уровня техногенного горизонта воды в теле дамб тесно связано с уровнем воды в чаше золоотвала.



Грунтовые воды аллювиальных отложений и воды золошлаковых отложений гидравлически связаны между собой.

Грунты основания первичной дамбы – суглинки, супеси гравелистые, пески разномерные, гравийно-галечниковые грунты. Дамбы наращивания возведены на основании из золошлакового материала.

По химическому составу воды золошлаковых отложений сульфатные кальциевые, соленоватые (минерализация 2,19-2,32 г/дм³), очень жесткие (общая жесткость 24,6-25,4°ж), активная реакция – от слабодислой до слабощелочной pH=6,4-7,7.

По результатам химических анализов:

– напорные пластово-трещинные воды коренных пород по отношению к бетону марки W4 *слабоагрессивные* по содержанию сульфатов (SO₄²⁻), *среднеагрессивные* по отношению к металлоконструкциям;

– грунтовые воды четвертичных отложений по отношению к бетону марки W4 *слабоагрессивные* по показателю бикарбонатной щелочи (HCO₃⁻), *слабоагрессивные* по содержанию сульфатов (SO₄²⁻), *среднеагрессивные* по отношению к металлоконструкциям;

– техногенный водоносный горизонт золошлаковых отложений по отношению к бетону марки W4 *слабоагрессивные* по показателю бикарбонатной щелочи (HCO₃⁻) и по водородному показателю (pH), *сильноагрессивные* по содержанию сульфатов (SO₄²⁻), *среднеагрессивные* по отношению к металлоконструкциям;

грунты *неагрессивны* по отношению к бетону марки W4 (за исключением пробы ш-3, гл. 1,0 м – грунты среднеагрессивные по показателю SO₄²⁻); неагрессивны по отношению к стальной арматуре ж/б конструкций; слабоагрессивные по отношению к металлоконструкциям выше и ниже уровня грунтовых вод; по результатам определения удельного электрического сопротивления коррозионная агрессивность грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали – высокая.

5 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчётов строительных конструкций

Объект проектирования настоящей проектной документации – наращивание ограждающей дамбы реконструируемого золоотвала № 1 секций 1, 2 Гусиноозерской ГРЭС.

В настоящее время на Гусиноозерской ГРЭС работает шесть энергоблоков.

Проектная установленная электрическая мощность станции составляла 1 190 МВт. В период 2021-2023 гг. благодаря президентской программе модернизации объектов тепловой генерации были модернизированы энергоблоки №№ 1,2,3 установленная электрическая мощность электростанции увеличилась на 54 МВт до 1 244 МВт. Установленная тепловая мощность станции – 224,5 Гкал/ч, в том числе мощность турбоагрегатов – 221 Гкал/ч.



С первой очередью ГРЭС установлено четыре котла БКЗ–640–140ПТ1 паропроизводительностью 640 т/час и четыре турбины типа К-210-130 мощностью по 210 МВт. Со второй очередью установлено два котла ТПЕ–215 паропроизводительностью 670 т/час и две турбины типа К–210–130 мощностью по 210 МВт.

Золоотвал № 1 двухсекционный (секции 1 и 2), косогорного типа, с трёх сторон образован ограждающими дамбами. Секция 1 отделена от секции 2 разделительной дамбой, абсолютные отметки которой колеблются в пределах 574,52-574,84 м в системе высот Балтийская, 1977 г. С северной, северо-западной, юго-западной сторон золоотвал № 1 примыкает к коренному склону, здесь отсыпана ограждающая дамба, совмещенная с технологической дорогой.

Юго-восточная часть ограждающей дамбы состоит из первичной дамбы и трёх ярусов дамб наращивания. Дамбы наращивания оснащены трубчатым дренажем с колодцами. На гребне ограждающей и разделительной дамб третьего яруса проложены золошлакопроводы с выпусками, а также водоводы осветлённой воды.

С западной стороны вдоль золоотвала № 1 проходят высоковольтная линия электропередач ВЛ-500 кВ и ВЛ-10 кВ. Опоры ЛЭП расположены за границами земельного участка золоотвала № 1.

Параллельно восточной части золоотвала № 1 протекает р. Тэли (Загустайка). Минимальное расстояние от русла реки до гребня первичной дамбы 100 м.

Полезная площадь на уровне третьего яруса наращивания 1 секции – 29,5 га, 2 секции – 34,0 га. Высота ограждающих дамб составляет 8-14,5 м. Золоотвал № 1 введён в эксплуатацию в 1976 году.

В 2013 г. была проведена реконструкция секции 2 золоотвала № 1, в 2016 г. – реконструкция секции 1 золоотвала № 1 путём наращивания ограждающих дамб до отметки 574,5 м.

Настоящим проектом предусмотрено наращивание дамб секций 1, 2 золоотвала № 1. Свободная ёмкость секций золоотвала № 1 составит 2 538,941 тыс. м³ при наращивании дамб с отметки 574,5 м до отметки 579,0 м. Необходимость наращивания обусловлена заполнением секций золоотвала № 1 (свободная ёмкость на 01.01.24 – 326,445 тыс. м³, в том числе: в 1 секции – 203,724, во 2 секции – 122,721 тыс. м³). Основанием для вновь проектируемых дамб наращивания является намытый пляж из золошлаков.

Конструктивные параметры дамб (ширина гребня ограждающих дамб – 6,0 м, разделительной – 10,0 м) приняты в связи с необходимостью размещения золошлакопроводов и водоводов пылеподавления на гребне дамбы, а также из условий обслуживания сооружений золоотвала.

По материалам съёмки, выполненной ООО «Сибирьгидротехпроект» в августе 2024 года, максимальная отметка заполнения секции 1 золоотвала № 1 у гребня разделительной дамбы составила 573,88 м, в центральной части – 572,29 м. Максимальная отметка заполнения секции 2 золоот-



вала № 1 у гребня разделительной дамбы составила 574,00 м, в центральной части – 573,19 м. Параметры проектируемой ограждающей дамбы наращивания составляют: ширина по гребню – 6,0 м, заложение верхового откоса (внутреннего) – 1:3,0, заложение низового откоса (наружного) – 1: 2,5, отметка гребня – 579,0 м. Длина ограждающей дамбы секции 1 – 1 695,59 м, секции 2 – 1 959,50 м. Параметры разделительной дамбы: ширина по гребню – 10,0 м, заложение откосов – 1:2,5, отметка гребня – 579,0 м. Длина разделительной дамбы составит 491,61 м.

Ограждающие дамбы отсыпаются по периметру секций золоотвала № 1 с четырёх сторон со смещением внутрь чаши. Смещение оси дамбы четвёртого яруса наращивания от оси дамбы третьего яруса наращивания принято на расстояние до 16,6 м.

Данные с учётом наращивания ограждающей дамбы приведены в Таблица 1.

Таблица 1 - Данные по ограждающей и разделительной дамбам

Дамба	Высота наращивания, м	Отметка гребня дамбы, м	Длина по гребню, м	Объём грунта с учетом осадки тыс. м ³	Ёмкость золоотвала № 1 секции 1, 2 тыс.м ³
Ограждающая: 1 секция	5,00	579,00	1 695,59	168,300	1 259,724
2 секция	5,00	579,00	1 959,50	194,100	1 279,217
Разделительная	5,00	579,00	491,61	50,750	

Намыв пляжа выполнялся по технологии, когда осаждение наиболее крупных фракций золошлаковой пульпы происходит у внутреннего откоса дамбы, что обеспечивает устойчивость существующих дамб и служит надёжным основанием для ограждающих дамб наращивания последующих ярусов. Максимальное заполнение золоотвала предусматривается с превышением гребня дамбы на 0,5 м над уровнем золошлакового пляжа и не менее 1,0 м над уровнем воды в отстойном прудке. Длину надводного пляжа необходимо поддерживать в соответствии с инструкцией по эксплуатации СО 34.27.509-2005 «Типовая инструкция по эксплуатации золошлакоотвалов» и Критериями безопасности, не менее 20 м. Допустимые размеры пляжной зоны и превышений гребня подтверждены расчётом (приложение В).

Для возведения тела дамб используются грунты карьера, расположенного вблизи золоотвала № 1. Представленные суглинками аллювиального и элювиального генезиса твёрдыми, плотными, группа по трудности разработки согласно ГЭСН 2001-01 – 35в.

Суглинки, согласно ГОСТ 25100-2012 [24] относятся к практически непучинистым, так как показатель текучести отрицательный, суглинки твердые.

Плотность грунта: 2,01 г/см³.

Модуль общей деформации: 25 МПа.

Удельное сцепление: 35 кПа.

Угол внутреннего трения: 25 °.



По результатам радиационной оценки грунты карьера относятся к первому классу стройматериалов и могут использоваться для нужд строительства без ограничений, а также не относятся к классу радиационно-опасных грузов и могут транспортироваться на общих основаниях.

В соответствии с требованиями СП 58.13330-2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» [7], СП 39.13330-2012 «Плотины из грунтовых материалов» [13] для обоснования надёжности и безопасности сооружений золошлакоотвала выполнены фильтрационные расчёты и расчёты на устойчивость ограждающих дамб секции 1, 2 золоотвала № 1.

Нормативный коэффициент устойчивости по СП 39.13330.2012 [13] для ГТС III класса для точных методов расчета ($\gamma_c=1,0$) при основном сочетании составит 1,15, при особом сочетании 1,035.

Результаты расчёта устойчивости дамбы приведены Таблица 2.

Таблица 2 - Результаты расчета устойчивости дамбы

Участок	Метод расчета	Коэффициент устойчивости		
		Без пляжа	С пляжем	МРЗ
1-1	SRM	2,10	1,95	-
	SAM	2,46	2,31	
2-2	SRM	1,5	1,70	-
	SAM	2,81	3,06	
3-3	SRM	1,71	1,96	-
	SAM	2,27	2,40	
4-4	SRM	2,02	2,16	-
	SAM	2,13	2,23	
5-5	SRM	1,40	1,30	-
	SAM	1,81	1,92	

Коэффициент устойчивости дамб III класса согласно СП 58.13330.2019 [7] должен быть не менее 1,15. Коэффициенты устойчивости откосов ограждающей дамбы 1, 2 секций золоотвала № 1, включая первичную дамбу и дамбы наращивания с учётом дамбы наращивания четвёртого яруса, на основании выполненных расчётов составляют: для основного сочетания нагрузок – от 1,30 до 2,40, для особого сочетания нагрузок – от 1,40 до 2,46, с учётом сейсмичности 8баллов – 1,89 что удовлетворяет требованиям СП [7].

Расчётные схемы с нанесением расчётных кривых обрушения, депрессионных кривых и полученных коэффициентов устойчивости откосов с учётом четвёртого яруса наращивания приведены в приложении В. Расчёты выполнены по программе Расчёты выполнены в программном комплексе «Midas GTS NX», с использованием метода стадийности, для вычисления устойчивости применялись методы SRM (метод снижения прочности/редукции) и SAM (метод анализа напря-



жения). При расчёте учитываются неблагоприятные условия (учёт водонасыщения грунта, порового давления и т.п.), соответствующие минимальному коэффициенту устойчивости. При моделировании грунтов использовалась модель Мора-Кулона.

Физико-механические характеристики грунтов основания и тела сооружения приведены в приложении Б. Разрезы по наиболее характерным створам представлены на графических приложениях 8-ГУС-КР листы 7, 9. Разрезы по створам с нанесением расчётных кривых депрессии и показаниями пьезометров с учётом наращивания представлены в декларации безопасности и критериях безопасности проектируемого сооружения (том 13.2 и 13.4).

В настоящее время на станции имеется утверждённая декларация безопасности ГТС ГО ГРЭС регистрационный 23-23(05)0029-00-ГРЭС. Срок действия декларации до 17 февраля 2027 г. 21 июля 1922 г было проведено регулярное обследование гидротехнических сооружений Гусиноозёрской ГРЭС. Разрешение на эксплуатацию выдано 24.04.2023 г. Срок действия разрешения до 17 февраля 2027 года.

На станции имеются критерии безопасности, утверждённые 24.11.2023 г. в установленном порядке.

В составе данного проекта разработана «Декларация безопасности...», «Критерии безопасности...» и «Расчёт размера вреда...», где приведены проектные показатели для проектируемого яруса наращивания.

Допускаемая интенсивность намыва и время отдыха пляжа между намывом отдельных слоев нормативными документами на эксплуатацию ЗШО не регламентируется и определяется режимной картой, разрабатываемой на станции.

6 Описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость зданий и сооружений объекта капитального строительства в целом, а также их отдельных конструктивных элементов, узлов, деталей в процессе изготовления, перевозки, строительства и эксплуатации объекта строительства

Золоотвал № 1 делится разделительной дамбой на две секции, площадь секции 1 составляет 29,5 га, секции 2 – 34,0 га.

Настоящими проектными решениями предусматривается наращивание секций золоотвала № 1 для создания свободной ёмкости с целью возможности складирования золошлаков, получаемых при сжигании твёрдого топлива на энергетических котлах Гусиноозёрской ГРЭС. Полная проектная ёмкость секций 1, 2 с учётом наращивания составит 2 538,941 тыс.м³.

Перед началом выполнения работ по реконструкции золоотвала № 1 выполняется разработка золошлаков в северо-западной части золоотвала под основанием ограждающей дамбы.



С восточной стороны золоотвала проектом предусматривается продление канавы осветлённой воды. Параметры канавы: ширина по дну – 1,0 м, максимальная глубина – до 2,5 м, заложение откосов – 1:2,5. Длина продления канавы составит 246 м.

Дамбы наращивания

Конструктивные параметры проектируемой ограждающей дамбы наращивания составляют: ширина гребня 6,0 м, крутизна внутреннего откоса 1:3, наружного – 1:2,5, отметка гребня 579,0 м.

Высота ограждающей дамбы в настоящее время составляет до 14,5 м. Высота сооружения после наращивания составит до 19,5 м, что соответствует согласно СП 58.13330.2019 [7] Приложение Б п. 6 Ограждающие сооружения отвалов и хранилищ жидких отходов (золошлакохранилищ, хвостохранилищ и др.) при высоте от 10 до 20 м III класса ответственности.

Выполненные расчёты на устойчивость сооружения позволяют утверждать об обеспечении необходимой надёжности конструкций нижних ярусов с учётом конечной высоты наращивания. Устойчивость дамб обеспечивается с большим запасом.

Дамбы отсыпаются из суглинков слоями не более 30 см с послойным уплотнением при оптимальной влажности грунта. Оптимальную влажность определяют по методу стандартного уплотнения. Уплотнение осуществляется до достижения 95 % от плотности стандартного уплотнения по ГОСТ 22733-2002 «Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности» [25]. Геотехнический контроль за возведением сооружения должен осуществляться в соответствии с СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» [19] с каждых 500 м³ отсыпанного грунта необходимо проводить отбор проб для определения плотности сухого грунта, с каждой 1 000 м³ отсыпанного грунта – определение гранулометрического состава и физико-механических характеристик для определения качества отсыпки.

В проекте выполнены расчёты осадки тела дамбы наращивания при высоте 5,0 м с учётом зольного основания мощностью до 15,0 м. Максимальная расчётная осадка дамбы составляет 0,40 м. Объёмы на осадку дамбы учтены в смете.

План и поперечники с указанием мест отбора проб и значений контролируемых параметров должны быть указаны в ППР. Объёмы геотехнического контроля учтены в смете.

Проезд осуществляется по гребню дамбы.

Разрушение откосов дамб золоотвала может происходить при сосредоточенном потоке воды по откосу в результате ливневых осадков, таяния снега в весенний период. Для предотвращения разрушения проектом предусмотрено крепление гребня и откосов дамб. Крепление низового откоса дамбы принято посевом трав по слою растительного грунта, крепление гребня и верхнего откоса – гравийным грунтом слоем 20 см.

Для обеспечения устойчивости ограждающей дамбы проектом предусматривается намыв пляжей, шириной не менее 20,0 м.

Противофильтрационные мероприятия



Для сбора и отвода воды, профильтровавшейся через тело дамбы, и снижения кривой депрессии в теле дамбы в основании низового откоса ограждающей дамбы трёх ярусов наращивания выполнен трубчатый дренаж из перфорированных асбестоцементных труб (на третьем ярусе – из полиэтиленовых труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис») диаметром 300 мм.

В дополнение к существующему, проектом предусмотрено устройство трубчатого дренажа в теле дамбы наращивания. Местоположение дренажа – в основании верхового откоса дамбы наращивания на расстоянии 4,0 м от оси дамбы. Дренаж запроектирован из труб полиэтиленовых с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» по ТУ 2248-001-73011750-2005 номинальный наружный диаметр трубы 400 мм, внутренний диаметр – 343 мм. Кольцевая жесткость труб принята из условия глубины заложения G8 (SN8). Максимальный расход дренажной воды по ветвям дренажей – до 20 л/с. Приёмная часть дренажа выполняется в виде двухслойного обратного фильтра, первый слой отсыпается из щебня, крупностью 5-10 мм, второй – из песка крупнозернистого. Щебень оборачивается геотекстилем типа «Тураг».

Для предотвращения фильтрации воды из чаши золоотвала на верховом откосе проектируемых ограждающих дамб, с ПК 13+00 до ПК 17+13,51 секции 1 и, с ПК 11+00 по ПК 19+69,50 – секции 2, устраивается противофильтрационный экран из геомембраны «Промгеопласт» толщиной 1,5 мм. Конструкция укладки геомембраны показана в графическом приложении 8-ГУС-КР (лист 4).

Золошлакопроводы

Равномерное заполнение секции и распределение золошлакового материала внутри ёмкости с обеспечением отвода осветлённой воды достигается системой разводящих золошлакопроводов. Для подачи пульпы на золоотвал № 1 секции 1, 2 проектом предусматривается устройство двух (правый и левый) распределительных золошлакопроводов и двух ниток магистральных золошлакопроводов с подключением последних к существующим магистральным золошлакопроводам. Протяжённость проектируемой левой ветки (1 секция) разводящего пульпопровода составляет 1 952 м, правой (2 секция) – 2 222 м. Протяжённость трассы магистральных золошлакопроводов – 280 м.

Проектируемые разводящие золошлакопроводы укладываются на гребне разделительной и ограждающей дамб в одну нитку (8-ГУС-КР Листы 1-3). Золошлакопроводы выполняются из труб стальных электросварных по ГОСТ 10704-91 диаметром 530 мм с толщиной стенки 12 мм на лежневых опорах. На разводящих золошлакопроводах проектом в среднем через каждые 75,0 м предусмотрено устройство пульповыпусков из стальной трубы диаметром 530 мм с толщиной стенки 12 мм. Выпускная труба, длиной 29 м (на разделительной – 18 и 19 м), укладывается на две опоры из стальных труб диаметром 325×10 мм на монолитных железобетонных фундаментах. Опоры устанавливаются на расстоянии 12,0 м друг от друга. Во избежание подмыва крайней опоры свободный конец трубы выпуска составляет 5,0 м (8-ГУС-КР Лист 3).



В узле подключения золошлакопроводов предусмотрена установка задвижек для возможности перераспределения потока пульпы между секциями. На узлах переключения проектной документацией предусмотрены выпуски для возможности опорожнения золошлакопровода при переключении выпусков.

В месте пересечения пульпопровода с проездами пульпопровод укладывается в стальном кожухе диаметром 820 × 10 мм ГОСТ 10704-91 длиной 5,5 м. Всего предусмотрено устройство пяти переездов.

На прямых участках магистральных трубопроводов через каждые 300 м устраиваются сальниковые компенсаторы. Трубы монтируются на скользящих и анкерных подставках, изготавливаемых из прокатного профиля и металлических листов, которые устанавливаются на монолитные железобетонные опоры из бетона класса В15, F150, W4. Расстояния между опорами в местах установки выпусков – 3,0 м, на разводящих пульпопроводах – 12 м и на магистральных – через 14,0 м.

Сооружения возврата осветлённой воды

Отвод верхнего слоя осветлённой воды из накопительной части золоотвала № 1 секций 1, 2 в канаву осветлённой воды, расположенную вдоль первичной ограждающей дамбы золоотвала № 1, предусматривается осуществлять по четырём (по два в каждой секции) вновь проектируемым водосбросным колодцам, с пропускной способностью 1,5 м³/с каждый. Шахтные водосбросы устанавливаются на расстоянии около 170 м от оси проектируемых ограждающих дамб наращивания четвёртого яруса. Водоотвод от проектируемых водосбросов осуществляется по вновь проектируемым отводящим коллекторам из стальных труб диаметром 620 × 10 мм непосредственно в канаву осветлённой воды.

Стальные трубы приняты по ГОСТ 10704-91, сталь ВстЗсп5 ГОСТ 380-2005. Радиографическим методом контроля следует подвергать 100 % сварных соединений трубопроводов. Также необходимо выполнить гидравлическое испытание коллекторов на прочность и герметичность. Против всплытия коллекторов устанавливается пригруз из бетонных блоков с шагом 4,0 м (8-ГУС-КР Лист 4).

Конструкция шахтных шандорных колодцев типовая. Шахтный водосброс состоит из массивного колодца прямоугольной формы, выполненного из монолитного железобетона, и установленного на нём металлического каркаса. Максимальный суммарный расход пульпы от трёх багерных станций составляет 1,15 м³/с, что полностью обеспечивается пропускной способностью одного колодца.

Высота каркасов водосбросов определяется отметкой 579 м, до которой предусмотрено наращивание дамб. Шахтные водосбросы оборудуются металлическими шандорами, которые по мере заполнения золоотвала наращиваются, увеличивая высоту водосбросного колодца.



Для задержания золы и пены, а также плавающих предметов и мусора вокруг шахтных водосбросов устанавливаются плавающие запаны. С целью исключения попадания посторонних предметов, животных и т.п. в шахту водосбросного колодца предусмотрено устройство сороудерживающих решеток с размером ячейки 100×100 мм.

Для обслуживания шахтных водосбросов проектом предусмотрена установка стационарных металлических мостиков, выполняемых из прокатного профиля и металлических листов. Мостик опирается на стойки из стальных труб, диаметром 219×8 мм (ГОСТ 10704-91), фундамент выполняется из бетона В15 (см. чертеж 8-ГУС-КР лист 9).

Пылеподавление

Для исключения возможного пыления золошлаковых пляжей в сухой ветреный период проектом предусмотрены мероприятия по пылеподавлению. Наиболее эффективным средством оперативного пылеподавления золошлаковых пляжей является смачивание последних. Проектом предусмотрена система орошения пляжей осветлённой водой, подаваемой от существующей насосной станции осветлённой воды высоконапорным насосом 1Д1250-63. Проектируемый водовод пылеподавления подключается к существующему напорному водоводу пылеподавления секции 1 с установкой задвижки типа 30с41нж. Разводящий водовод из стальных труб диаметром 273×6 мм по ГОСТ 10704-91 прокладывается по периметру секций 1, 2 золоотвала № 1, по ограждающей и разделительной дамбам. Протяжённость разводящего водовода пылеподавления левой ветви (1 секция) составляет 1 190 м, правой ветви (2 секция) – 2 255 м. Трубы укладываются на скользящих и анкерных подставках на лежневые опоры на опорные подушки рядом с разводящими золошлакопроводами.

Для орошения используются дальнеструйные дождевальные установки ДД-30. Через каждые 70 м на водоводе предусмотрена установка патрубков из стальных труб по ГОСТ 10704-91 диаметром 108×5 мм, длиной 1,0 м. Для включения и отключения дождевальной установки на каждой трубке устанавливается задвижка типа 30с41нж, патрубок заканчивается фланцем. Проектом предусмотрена одновременная работа трёх насадок ДД-30.

Опорожнение водоводов предусмотрено в золоотвал посредством выпусков из труб диаметром 108×5 мм по ГОСТ 10704-91. В месте пересечения водовода пылеподавления с проездом по дамбе водовод укладывается в защитном стальном кожухе диаметром 530×12 мм по ГОСТ 10704-91 длиной 4,5 м.

Все трубопроводы и металлические части подставок окрашиваются лаком БТ-177 за 2 раза по грунту ГФ-021. Все поверхности железобетонных конструкций, соприкасающихся с грунтом, обрабатываются горячим битумом за 2 раза.

Контрольно-измерительная аппаратура

В настоящее время для наблюдения за состоянием ограждающих дамб 1, 2 секции золоотвала № 1 установлена контрольно-измерительная аппаратура в 4 створах:

- опускные грунтовые пьезометры – 21 шт.;



- поверхностные грунтовые марки (репера) – 5 шт.

Проектом предусматривается установить в дополнение к существующим КИА шесть реперов, двенадцать пьезометров. Местоположение КИА показано на чертеже 8-ГУС-КР (лист 1).

Для защиты золоотвалов от поступления внешних вод с прилегающей возвышенной территории золоотвалы №№ 1 и 2 с западной стороны огорожены существующей нагорной канавой.

7 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства

В проектной документации не предусматриваются объекты с подземной частью.

8 Характеристика и обоснование конструкций полов, кровли, потолков, перегородок

Данной проектной документацией в соответствии с заданием предусматривается реконструкция золоотвала № 1.

9 Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения

Все открытые поверхности стальных закладных изделий и металлоконструкции окрашиваются двумя слоями эмали БТ-177 ГОСТ 5631-79 по грунту ГФ-021 ГОСТ 25129-82*. Для защиты от коррозии стальных труб и конструкций, находящихся в земле, предусмотрена весьма усиленная битумно-полимерная изоляция по ГОСТ 9602-2005.

Для защиты строительных конструкций от разрушения выполняется гидроизоляция бетонных поверхностей. Все бетонные поверхности, соприкасающиеся с грунтом, обмазываются двумя слоями горячего битума. Для защиты бетонных конструкций от агрессии грунтовых и поверхностных вод принята марка бетона по водонепроницаемости W4.

Для рабочей арматуры обеспечивается необходимой толщины защитный слой.

10 Описание инженерных решений и сооружений, обеспечивающих защиту территории объекта капитального строительства, отдельных зданий и сооружений объекта капитального строительства, а также персонала (жителей) от опасных природных и техногенных процессов

Возможность возникновения опасных гидрометеорологических процессов, таких как наводнения, цунами, селевые потоки, снежные лавины в данном районе отсутствует.

Разрушение откосов золоотвала может происходить при сосредоточенном потоке воды по откосу в результате ливневых осадков, таяния снега в весенний период. Для предотвращения разрушения проектом предусмотрено крепление гребня и откосов дамб. Крепление низового откоса



дамбы принято посевом трав по слою растительного грунта, крепление гребня и верхового откоса – гравийным грунтом: гребня – слоем 20 см, откосов – слоем 30 см.

Для защиты от поступления внешних вод с прилегающей возвышенной территории золоотвалы № 1 и № 2 с западной стороны огорожены существующей нагорной канавой.

Для отвода воды, профильтровавшейся через тело дамбы, и снижения кривой депрессии в дополнение к существующему, проектом предусмотрено устройство трубчатого дренажа в теле дамбы четвёртого яруса наращивания. Местоположение дренажа – в основании верхового откоса дамбы наращивания на расстоянии 4,0 м от оси дамбы. Дренаж запроектирован из труб полиэтиленовых с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» по ТУ 2248-001-73011750-2005 номинальный наружный диаметр трубы 400 мм, внутренний диаметр – 343 мм. Кольцевая жесткость труб принята из условия глубины заложения G8 (SN8). Максимальный расход дренажной воды по ветвям дренажей – до 20 л/с.

Для предотвращения фильтрации воды из чаши золоотвала на верховом откосе проектируемых ограждающих дамбы, с ПК 13+00 до ПК 17+13,51 секции 1 и, с ПК 11+00 по ПК 19+69,50 – секции 2, устраивается противофильтрационный экран из геомембраны «Промгеопласт» толщиной 1,5 мм. Конструкция укладки геомембраны показана в графическом приложении 8-ГУС-КР (лист 4.).

В настоящее время для наблюдения за состоянием ограждающих дамб золоотвала № 1 установлена контрольно-измерительная аппаратура в 4 створах:

- опускные грунтовые пьезометры – 21 шт.;
- поверхностные грунтовые марки (репера) – 5 шт.

Проектом предусматривается установить в дополнение к существующим КИА шесть реперов и двенадцать пьезометров. Местоположение КИА показано на чертеже 8-ГУС-КР (лист 1).

Для предотвращения пыления золошлаков проектом предусмотрена система орошения пляжей осветлённой водой, подаваемой от существующей насосной станции осветлённой воды высоконапорным насосом 1Д1250-63.

11 Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности к конструктивным решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений

В данной проектной документации отсутствуют объекты, требующие соблюдения установленных требований энергетической эффективности к конструктивным решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений.

12 Описание и обоснование принятых конструктивных, функционально-технологических и инженерно-технических решений, направленных на повышение энергетической эффективности объекта капитального



строительства, в том числе в отношении наружных и внутренних систем электроснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха помещений (включая обоснование оптимальности размещения отопительного оборудования, решений в отношении тепловой изоляции теплопроводов, характеристик материалов для изготовления воздухопроводов), горячего водоснабжения, оборотного водоснабжения и повторного использования тепла подогретой воды

Система золошлакоудаления на ГО ГРЭС – гидравлическая, обратная с совместным удалением и складированием золошлаков на золоотвалах №1 и №2. Схема ГЗУ работает с водооборотным циклом, без сбросов отработанной воды в природные источники. Вода поступает на золоотвал в составе технологической золошлаковой пульпы. Отдельного водоснабжения золоотвала не требуется и проектом не предусматривается. Подача золошлаков на золоотвалы осуществляется гидротранспортом тремя багерными насосными станциями, расположенными в главном корпусе ГО ГРЭС, по шести стальным золошлакопроводам диаметром 530×10 мм (один рабочий, один резервный от каждой багерной насосной станции). Расход золошлаковой пульпы от каждой багерной насосной станции составляет 1 380 м³/ч. Возврат осветлённой воды осуществляется по двум стальным водоводам диаметром 820×9 мм. Водоводы осветлённой воды проложены на опорах совместно с золошлакопроводами. Кроме того, проектной документацией предусмотрена система пылеподавления намывных золошлаковых пляжей. Для орошения сухих пляжей золоотвала используется осветлённая вода из водоприёмного бассейна, подаваемая специальным насосом, установленным в здании насосной станции осветлённой воды.

Данной проектной документацией сохраняется существующая обратная система гидрзолоудаления. Техническим заданием на проектирование корректировка системы ГЗУ ГО ГРЭС не предусматривается. Водный баланс системы ГЗУ остаётся неизменным.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градостроительный кодекс РФ.
2. Федеральный закон от 3.06.2006 № 74-ФЗ от «Водный кодекс Российской Федерации».
3. Федеральный закон от 21 июля 1997 года № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений».
4. Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
5. Постановление правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 о составе разделов проектной документации.
6. СП 37.13330.2012 Промышленный транспорт. Актуализированная редакция СНиП 2.05.07-91*.
7. СП 58.13330.2019 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003.
8. СП 23.13330.2018 Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85.
9. СП 31.13330.2019 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 04.02-84.
10. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85.
11. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
12. СП 38.13330.2018 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).
13. СП 39.13330.2012 Плотины из грунтовых материалов.
14. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах.
15. СП 103.13330.2012 Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод. Актуализированная редакция СНиП 2.06.14-85.
16. СП 104.13330.2016 Инженерная защита территорий от затопления и подтопления. Актуализированная редакция СНиП 2.06.15-85.
17. СП 115.13330.2016 (СНиП 22-01-95) «Геофизика опасных природных воздействий»
18. СП 131.13330.2020 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99.
19. СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты.
20. Постановление Правительства РФ от 16.10.1997 № 1320 «Об организации государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений».



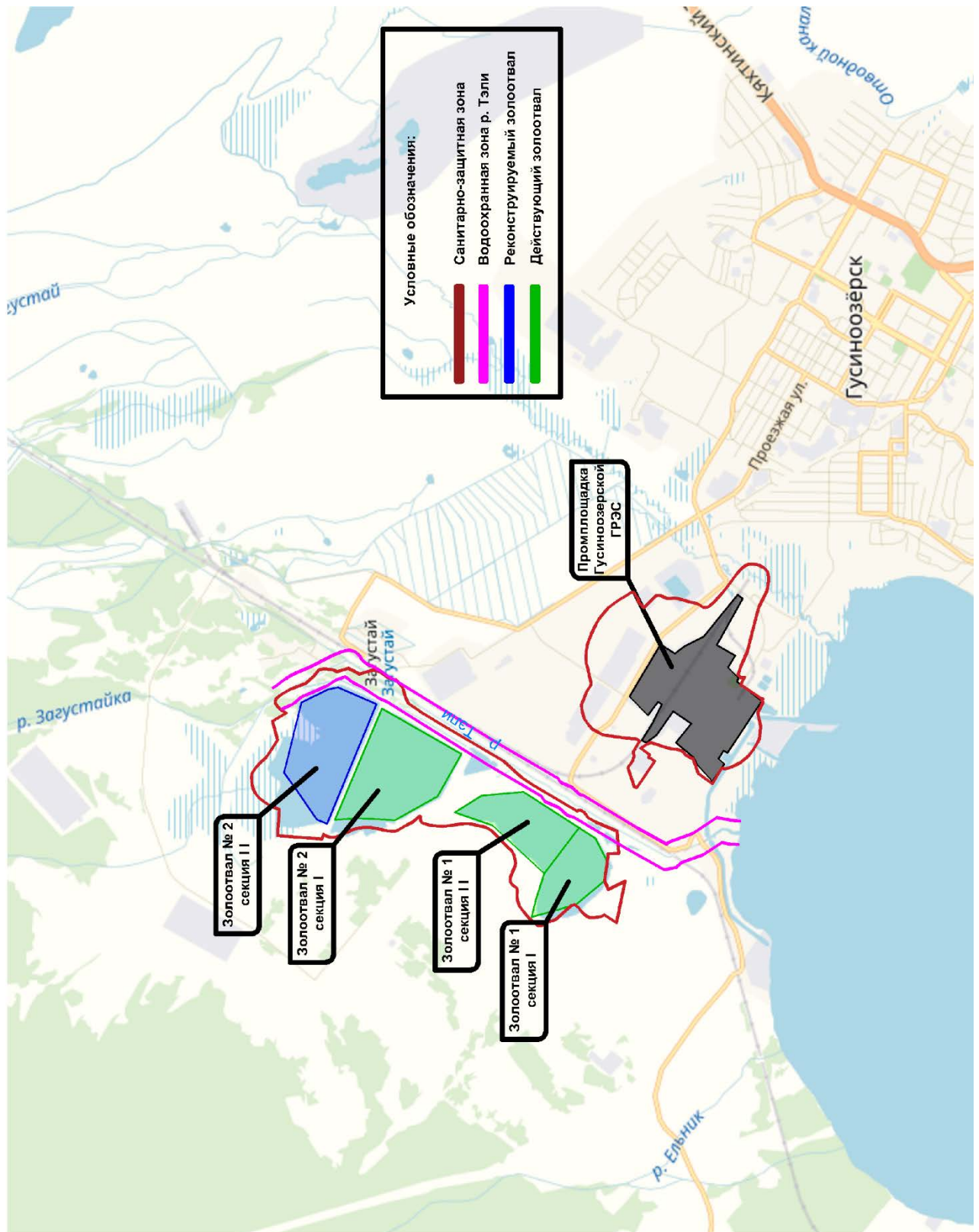
21. Типовая инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений тепловых электростанций РД 153-34.2.21.325-2003.
22. ГОСТ 12.1.004-91* «ССБТ Пожарная безопасность. Общие требования».
23. ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация.
24. ГОСТ 20522–2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
25. ГОСТ 22733-2016 «Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности».
26. Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации № 390 от 25 апреля 2012 года.
27. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве».
28. Правила по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте. Утверждены Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11 декабря 2020 г. № 883н. .06.2015 г. № 883н.



Приложения



Обзорная схема





Сводная таблица физико-механических свойств грунтов

1	2	3 Наименование грунта по ГОСТ 25100-2020	4 Гранулометрический состав, размер фракций в мм, содержание в %									12 Влажность естественная, W, %	13 Влажность на границе		15 Число пластичности, Ip	16 Показатель текучести, Il	17 Плотность частиц грунта	18 Плотность грунта, ρ, г/см ³			21 Плотность сухого грунта ρ _д , г/см ³	22 Пористость, П, %	23 Коэффициент пористости, e	24 Коэффициент водонасыщения, Sr	25 Органическое в-во, q, д.е.	26 Засоленность грунта, %	27 Модуль деформации E _{сес} МПа	28 Удельное сцепление, кПа			29 Угол внутреннего трения, град.			34 Коэффициент выветрелости, K _{вт}	35 Коэффициент размягчаемости, K _{соф}	36 Степень плотности, I _p , д.е.	37 Коэффициент фильтрации	38 Группа грунтов для разработки (ГЭСН-2001-01, пункт таблицы 1-1)
			4 >10	5 10-2	6 2,0-0,5	7 0,5-0,25	8 0,25-0,10	9 0,10-0,05	10 0,05-0,005	11 <0,005	13 W _г		14 W _р	18 нормативное, ρ _н				18 расчетное по деформации	18 расчетное по нес. сп., ρ _д	28 нормативное, C _н								28 расчетное по деформации, C _п	28 расчетное по нес. сп., C _л	29 нормативное, φ _н	29 расчетное по деформации, φ _п	29 расчетное по нес. сп., φ _л						
tQiv	t1nc	Насыпной грунт неоднородного состава: суглинок тяжелый твердый с прим. орг. вещ-в до 6%	0,55	2,71	1,90	2,21	5,80	26,47	43,84	16,52	18,6	33,8	20,7	13,1	-0,16	2,71	1,98			1,67	38,4	0,623	0,81	0,073		18/12	31	31	21	25	25	22				1,7	35в	
	t1ncgr	Насыпной грунт: суглинок легкий твердый гравелистый (разной степени окатанности)	11,53	14,15	15,09	5,31	4,80	21,76	19,40	7,96	16,9	29,3	18,5	10,8	-0,15	2,70	1,98			1,69	37,4	0,598	0,76			19/14	25	25	17	26	26	23				0,13	35г	
	t1nm	Намывной грунт неоднородного состава: золовый материал - песок пылеватый рыхлый водонасыщенный с примесью органического вещества, по степени плотности среднетяжелый	0,0	2,5	2,9	3,4	5,7	14,6	69,4	1,5	48,1						2,24	1,50			1,01	54,9	1,218	0,88	0,064		13/8	6	6	4	26	26	23			0,545	0,7	296
	t1nmzsh	Намывной грунт неоднородного состава: золошлаковый материал - песок гравелистый рыхлый с прим. орг. вещ. незасоленный	3,32	28,36	22,73	9,56	9,00	15,66	10,61	0,76	37,5						2,37	1,63			1,19	49,8	0,992	0,90	0,041	0,125	14/10	4	4	3	30	30	26			0,565	1,3	29в
bQiv	2	Почвенно-растительный слой																																			0,6	9а
	2а	Почвенно-растительный слой - погребенная почва																																			0,6	9а
aQiv	a5tp	Суглинок аллювиальный тяжелый пылеватый твердый с прим. орг. вещ. до 5,9%		10,42	2,80	3,26	2,87	24,77	41,40	14,48	19,5	34,1	20,3	13,8	-0,06	2,71	1,98			1,66	38,7	0,633	0,83	0,059		22/20	30	30	20	24	24	21				0,15	35в	
	a6gr	Супесь аллювиальная твердая гравелистая (обломочный материал разной степени окатанности)	13,25	21,00	18,02	7,39	7,64	24,55	6,07	2,08	10,1	18,8	13,4	5,4	-0,61	2,69	2,07			1,88	30,1	0,431	0,63			25/23	21	21	14	26	26	23				1,3	36г	
	a7gr	Песок аллювиальный плотный гравелистый средней степени водонасыщения	16,96	14,86	27,42	14,24	7,12	11,98	4,78	2,64	13,1						2,65	2,08			1,84	30,6	0,440	0,79			30	4	4	3	32	32	29				5	29в
	a8o	Гравийный грунт с песчаным заполнителем, с редкими прослоями с суглинистым заполнителем	31,34	31,07	14,57	6,79	3,92	5,33	4,75	2,23	11,80	20,3	12,6	7,7	-0,10												40	2	2	1	38	38	35				10-20	66
e3-Ksn	e5tp	Суглинок элювиальный тяжелый твердый песчанистый с прим. орг. вещ. до 7,3%, в кл. дресвы рудяковых алевролитов	0,79	3,16	9,81	3,13	5,49	22,06	39,30	16,26	17,3	33,3	21,0	12,3	-0,30	2,71	2,02			1,72	36,5	0,576	0,81	0,073		25	32	32	21	26	26	23				0,6	35в	
	e7cp	Песок элювиальный средней крупности плотный средней степени водонасыщения с включением дресвы и щебня рудяковых песчаников	0,56	9,61	22,84	27,89	13,34	11,86	11,03	2,87	13,9						2,67	2,04			1,79	33,0	0,492	0,75			30	6	5	4	34	34	31				5	296
	e5y	Суглинок элювиальный тяжелый пылеватый твердый, углистый (содержание орг. вещ-ва 9,4%)			1,40	1,70	3,20	17,30	45,50	30,90	21,3	40,3	25,0	15,3	-0,24	2,61	1,87			1,54	41,0	0,695	0,80	0,094		12	30	24	20	15	15	13				0,6	35в	
	10AJ	Алевролиты рудяковые средней плотности сильнопористые сильноветрелые с редкими маломощными прослоями суглинок и сапролитов с углистыми примазками									12,9						2,67	2,19	2,16	2,14	1,94	27,3	0,376	0,92			Rc _{сст} =9,91 МПа, Rc _{вод} =3,13 МПа			0,77	0,44		0,9	16				
	10ПЧ	Песчаники сильноветрелые от низкой прочности до малопрочных с прослоями песчаников средней прочности средневетрелых с линзами и маломощными прослоями песков, редко алевролитов с углистыми									12,6						2,66	2,31			2,05	22,9	0,298	1,00			Rc _{сст} =9,35 МПа, Rc _{вод} =2,34 МПа			0,77	0,23		5	30а				
	13y	Уголь низкой плотности сильнопористый сильноветрелый с прослоями суглинок и глин									28,1						1,96	1,52			1,19	39,3	0,647	0,85	0,470		9,4	14,0	14	9	26,0	26	23	0,78		2	35в	

Примечания: 1. Значение модуля деформации: 18 - при естественной влажности
12 - при водонасыщении
2. Нормативные значения с, ф даны при водонасыщении
3. Механические свойства грунтов даны по результатам лабораторных испытаний, полевых испытаний, по таблицам СП 22-13330-2016, СП 11-105-97 ч. III (примечание).
4. Физико-механические характеристики ИГЭ 10ПЧ, 10AJ, 13y приняты по материалам изысканий выполненных на площадке ГусГРЭС (I, II очередь строительства, Реконструкция I очереди, главный корпус)

Расчет устойчивости

Расчётная схема с нанесением расчётной кривой обрушения и полученных коэффициентов устойчивости откосов приведены ниже. Расчёты выполнены в программном комплексе «Midas GTS NX», с использованием метода стадийности, для вычисления устойчивости применялись методы SRM (метод снижения прочности/редукции) и SAM (метод анализа напряжения). При расчёте учитываются неблагоприятные условия (учёт водонасыщения грунта, порового давления и т.п.), соответствующие минимальному коэффициенту устойчивости. При моделировании грунтов использовалась модель Мора-Кулона. Расчёты проводились на основное и особое сочетания нагрузок.

Метод предельного равновесия является одним из наиболее часто используемых методов анализа устойчивости существующих откосов. Однако в рамках данного метода невозможно определить историю напряжений существующего откоса или учесть изменения в поведении грунта. С другой стороны, в расчетах устойчивости откосов с использованием метода конечных элементов есть возможность учесть процесс формирования откоса и различные характеристики грунта, но это требует большего времени счета в связи с необходимостью выполнения нескольких нелинейных расчетов.

В последнее время было проведено множество исследований на предмет преимуществ использования метода предельного равновесия в рамках расчета устойчивости откоса. GTS NX предлагает метод расчета устойчивости откоса, в котором используются результаты расчета напряженного состояния методом конечных элементов. Данный метод основан на виртуальной поверхности сдвига метода предельного равновесия и результатах расчета напряженного состояния.

В рамках данного метода коэффициент безопасности вычисляется для нескольких заданных поверхностей сдвига с использованием результатов расчета напряженного состояния методом конечных элементов. По итогам расчетов определяется критическая кривая сдвига и минимальный коэффициент безопасности. При этом может использоваться модель материала Мора-Кулона, Друкера-Прагера и модифицированная модель Мора-Кулона, как и в расчетах методом редукции.

Коэффициент безопасности при расчетах методом конечных элементов определяется следующим образом:

$$F_s = \frac{\int_s \tau_f d\Gamma}{\int_s \tau_m d\Gamma}$$

Здесь τ_m – определенное в результате расчета касательное напряжение; τ_f – сдвиговая прочность, которая для модели материала Мора-Кулона вычисляется следующим образом:

$$\tau_f = c + \sigma_n \tan \phi$$

$$\tau_m = \frac{1}{2}(\sigma_y - \sigma_x) \sin 2\theta + \tau_{xy} \cos 2\theta$$

Здесь нормальные к поверхности сдвига напряжения определяются следующим образом:

$$\sigma_n = \sigma_x \sin^2 \theta + \sigma_y \cos^2 \theta - \tau_{xy} \sin 2\theta,$$

где c – сцепление;

ϕ – угол внутреннего трения грунта;

θ – угол наклона поверхности сдвига к горизонтали;

σ_x, σ_y – нормальные напряжения по направлениям x и y соответственно;

τ_{xy} – касательные напряжения.

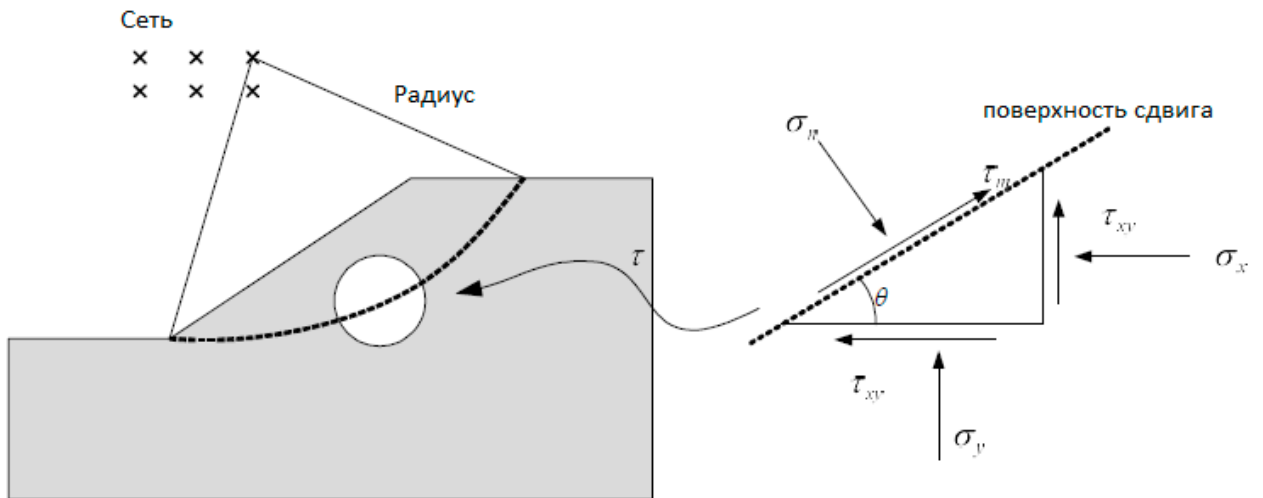


Рисунок 1 – Напряжения в откосе

Для вычисления коэффициента безопасности необходимо вычислить линейный интеграл напряжений вдоль виртуальной поверхности сдвига. Для этого необходимо знать величины напряжений в любой необходимой точке. Напряжения вычисляются как сумма произведений узловых напряжений на функцию формы в данной точке.

$$\sigma = \sum_{i=1}^{node} N_i \sigma_i^{node},$$

где N_i – функция формы в i -м узле;

σ_i^{node} – узловые напряжения в i -м узле;

σ – напряжения в произвольной точке внутри элемента.

Здесь узловые напряжения вычисляются с помощью метода восстановления напряжений, который использует метод осреднения по узлам. Другими словами, GTS NX вычисляет узловые напряжения путем экстраполяции интегральных напряжений в каждом узле элемента, а окончательные узловые напряжения в общих узлах определяются как средние величины вычисленных узловых напряжений.

Интеграл напряжений вдоль виртуальной поверхности сдвига для плоской задачи в глобальной системе координат преобразуется в интеграл в одномерной локальной системе координат и вычисляется с помощью следующего уравнения:

$$\int_{n_1}^{n_2} \tau(x, y) d\Gamma = \frac{L}{2} T \int_{-1}^1 \tau(\xi) d\xi = \frac{L}{2} T \int_{i=1}^{n_{int}} W_i \tau(\xi_i)$$

где ξ – переменная координаты в локальной системе координат;

W_i – константа интегрирования в i -й точке интегрирования;

T – матрица трансформации, которая преобразует напряжения из элементной системы координат в глобальную;

L – длина элемента;

τ – касательные напряжения τ_m или сдвиговая прочность τ_f по виртуальной поверхности сдвига.

Окончательно коэффициент безопасности для заданной виртуальной поверхности сдвига определится следующим образом:

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^{nel} \int_{n_1}^{n_2} \tau_f d\Gamma}{\sum_{i=1}^{nel} \int_{n_1}^{n_2} \tau_m d\Gamma}$$

где nel – число элементов на виртуальной поверхности сдвига;

n_1 – начальная точка в пределах элемента на виртуальной поверхности сдвига;

n_2 – конечная точка в пределах элемента на виртуальной поверхности сдвига.

Метод анализа напряжений, основанный на методе предельного равновесия, использует поле напряжений, вычисленное методом конечных элементов, и виртуальную поверхность сдвига метода предельного равновесия. Поэтому данный метод располагает полем напряжений и деформированной формой откоса, полученной из расчета методом конечных элементов, и оптимизирован для определения критической кривой с использованием метода предельного равновесия. По сравнению с методом редукации, данный метод требует значительно меньшего времени вычислений, при этом в расчете могут быть учтены различные элементы армирования откоса без дополнительных приближений.

Метод снижения прочности (МСП, SRM – shear reduction method) по принципу расчета схож с методом Р. Р. Чугаева, широко применяемым в гидротехническом строительстве. Метод снижения прочности реализован в программах, работающих на основе метода конечных элементов и конечных разностей (Plaxis, GEO5, Phase2, FLAC, Midas GTS NX). Прогноз разрушения осуществляется путем одновременного понижения обоих показателей сдвиговой прочности:

$$c_r = \frac{c}{K_{уст}};$$

$$\varphi_r = \frac{\varphi}{K_{уст}},$$

где $K_{уст}$ – коэффициент снижения прочности, соответствующий коэффициенту устойчивости в момент разрушения.

Последовательность расчета следующая: коэффициенту снижения прочности $K_{уст}$ присваивается значение 1 ($K_{уст}=1$). В ходе расчета $K_{уст}$ увеличивается, при этом сопротивление сдвигу и деформация оцениваются на каждом этапе до наступления разрушения. Результаты вычислений приводятся в виде графиков, на которых показано влияние коэффициента снижения прочности ($K_{уст}$) на смещение контрольной точки (узла сетки конечных элементов). Критерий разрушения модели определяется условием Кулона – Мора. Если в результате конечноэлементного расчета будет получено решение для последнего устойчивого состояния откоса, то график расчетов примет горизонтальное положение и коэффициент снижения прочности будет соответствовать коэффициенту устойчивости $K_{уст}$. Поверхность скольжения при использовании метода конечных элементов (МКЭ) формируется во время расчета.

Существенным преимуществом метода снижения прочности по сравнению с методами предельного равновесия является то, что поверхность скольжения и коэффициент устойчивости определяются одновременно в процессе расчета.

Применение численных методов расчета (МКЭ) регламентируется такими документами, как СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения» (Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003); ОДМ 218.2.006-2010 «Рекомендации по расчету устойчивости оползнеопасных склонов (откосов) и определению оползневых давлений на инженерные сооружения автомобильных дорог»; ОДМ 218.001-2009 «Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учетом региональных условий (дорожно-климатических зон)». Сопоставление результатов расчетов устойчивости методами предельного равновесия и методом снижения прочности для большого количества параметров насыпей с различной конфигурацией показали, что методы Д. Тейлора (с расчетом по недренамированной прочности c_u), А. Бишопа, Н. Моргенштейна (прочность задавалась эффективными характеристиками c' и ϕ'), проверенные временем, не имеют большого расхождения с расчетами методом снижения прочности. Расхождения связаны с тем, что методы предельного равновесия (МПР) используют исключительно круглоцилиндрические поверхности скольжения, а МСП не имеет ограничений по геометрии механизма разрушения.

Критерием обеспечения устойчивости откосов в соответствии с «СП 58.13330.2019. Свод правил. Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003» и «СП 39.13330.2012. Свод правил. Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84*» является соблюдение неравенства:

$$K_s = \frac{R}{F} \geq \frac{\gamma_n \times \gamma_{lc}}{\gamma_c}$$

где R – расчётное значение обобщенной несущей способности системы «сооружение основание»;

F – расчётное значение обобщенного силового воздействия;

γ_n – коэффициент надёжности в соответствии с п.8.17 «СП 58.13330.2019» $\gamma_n = 1,15$ для сооружений III класса;

γ_{lc} – коэффициент сочетания нагрузок (строительный период – 0,95, основное – 1, особое: максимальное расчётное землетрясение (МПЗ) – 0,85, 0,01% уровень воды – 0,90);

$\gamma_{\bar{n}}$ – коэффициент условий работы, определяемый методом расчёта (1,0 – при точных методах расчёта, которым является метод конечных элементов).

$$K_S = \frac{\gamma_n \times \gamma_{lc}}{\gamma_c}$$

$$\text{Строительный период: } K_S = \frac{\gamma_n \times \gamma_{lc}}{\gamma_c} = \frac{1,25 \times 0,95}{1,0} = 1,19$$

$$\text{Основное сочетание нагрузок: } K_S = \frac{\gamma_n \times \gamma_{lc}}{\gamma_c} = \frac{1,15 \times 1,0}{1,0} = 1,15$$

$$\text{Особое сочетание нагрузок (МПЗ): } K_S = \frac{\gamma_n \times \gamma_{lc}}{\gamma_c} = \frac{1,15 \times 0,85}{1,0} = 0,977$$

$$\text{Особое сочетание нагрузок : } K_S = \frac{\gamma_n \times \gamma_{lc}}{\gamma_c} = \frac{1,15 \times 0,90}{1,0} = 1,035$$

Результаты расчёта устойчивости дамбы приведены таблице 1.

Таблица 3 – Результаты расчёта устойчивости

Участок	Метод расчета	Коэффициент устойчивости		
		Без пляжа	С пляжем	МПЗ
1-1	SRM	2,10	1,95	-
	SAM	2,46	2,31	
2-2	SRM	1,5	1,70	-
	SAM	2,81	3,06	
3-3	SRM	1,71	1,96	-
	SAM	2,27	2,40	
4-4	SRM	2,02	2,16	-
	SAM	2,13	2,23	
5-5	SRM	1,40	1,30	-
	SAM	1,81	1,92	

На основании выполненных расчётов можно сделать вывод, что при данном конструктивном исполнении ограждающая дамба будет обладать необходимой устойчивостью.

Таблица 4 – Характеристики грунтов

ИГЭ	Наименование грунта	Естественная влажность, We, %	Удельный вес, г/см ³		Коэффициент пористости, e, дол.ед.	Сцепление, с, кПа	Угол внутреннего трения, φ, град	Модуль деформации, E, МПа	Коэффициент фильтрации, Кф, м/сут
			нормальный, ρ	частиц, ρс					
t1nc	Насыпной грунт неоднородного состава: суглинок тяжелый твердый с прим. орг. вещ-в до 6%	18.6	1.94	2.71	0.623	21	22	18	1.7
t1ncгр	Насыпной грунт: суглинок легкий твердый гравелистый (разной степени окатанности)	16.9	1.94	2.7	0.598	17	23	19	0.13
t1nm	Намывной грунт неоднородного состава: золовый материал - песок пылеватый рыхлый водонасыщенный с примесью органического вещества, по степени плотности среднеуплотненный	48.1	1.47	2.24	1.218	4	23	13	0.7
t1nmзш	Намывной грунт неоднородного состава: золашлаковый материал - песок гравелистый рыхлый с прим. орг. вещ. незасоленный	37.5	1.63	2.37	0.992	3	26	14	1.3
a5тп	Суглинок аллювиальный тяжелый пылеватый твердый с прим. орг. вещ. до 5,9%	19.5	1.92	2.71	0.633	20	21	22	0.15
aбгр	Супесь аллювиальная твердая гравелистая (обломочный материал разной степени окатанности)	10.1	2.01	2.69	0.431	14	23	25	1.3
a7гр	Песок аллювиальный плотный гравелистый средней степени водонасыщения	13.1	2.08	2.65	0.44	3	29	30	5
a8о	Гравийный грунт с песчаным заполнителем, с редкими прослоями с суглинистым заполнителем	11.8	2.05	2.65	0.42	1	35	40	20
e5тп	Суглинок элювиальный тяжелый твердый песчанистый с прим. орг. вещ. до	17.3	1.99	2.71	0.576	21	23	25	0.6

	7,3%, с вкл. дресвы рухляковых алевролитов								
e7cp	Песок элювиальный средней крупности плотный средней степени водонасыщения с включением дресвы и щебня рухляковых песчаников	13.9	1.96	2.67	0.492	4	31	30	5
e5y	Суглинок элювиальный тяжелый пылеватый твердый, углистый (содержание орг. вещ-ва 9,4%)	21.3	1.81	2.61	0.695	20	13	12	0.6
10AJ	Алевролиты рухляковые средней плотности сильнопористые сильновыветрелые с редкими маломощными прослоями суглинков и сапролитов с углистыми примазками	12.9	2.14	2.67	0.376			60	0.9
10ПЧ	Песчаники сильновыветрелые от низкой прочности до малопрочных с прослоями песчаников средней прочности средневыветрелых с линзами и маломощными прослоями песков, редко алевролитов с углистыми примазками	12.6	2.09	2.66	0.298			66	5
13y	Уголь низкой плотности сильнопористый сильновыветрелый с прослоями суглинков и глин	28.1	1.38	1.96	0.647	9	23	9.4	2

Расчёт устойчивости разреза 1-1

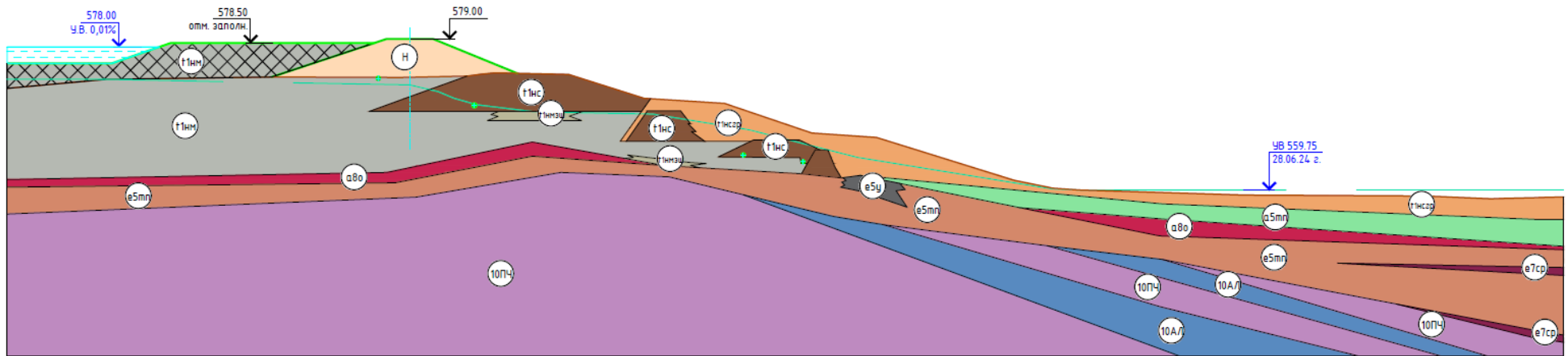


Рисунок 2 – Геологический разрез

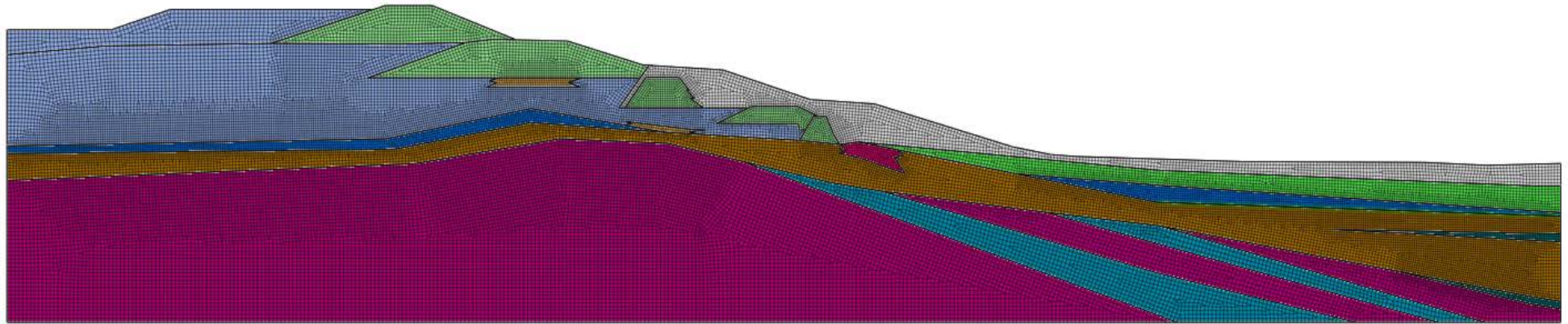
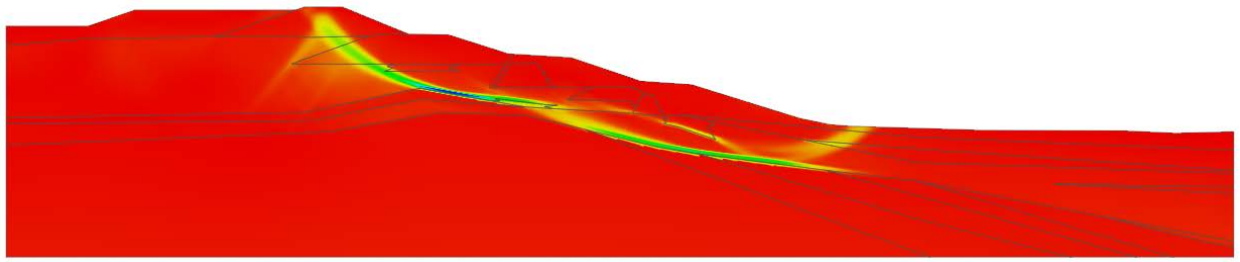
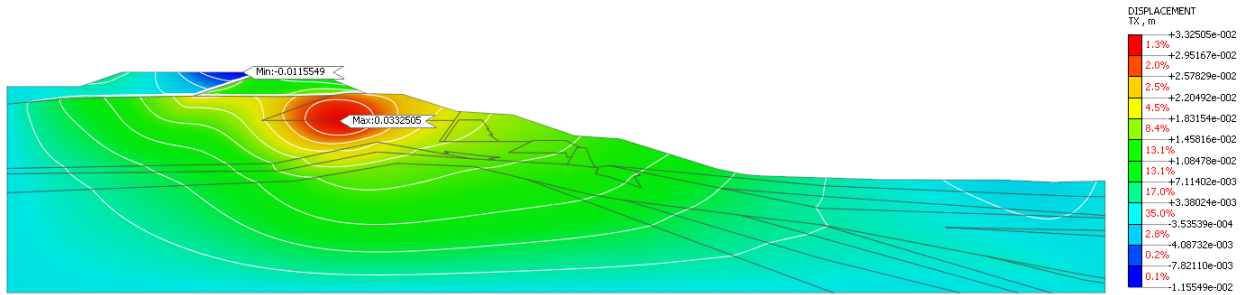


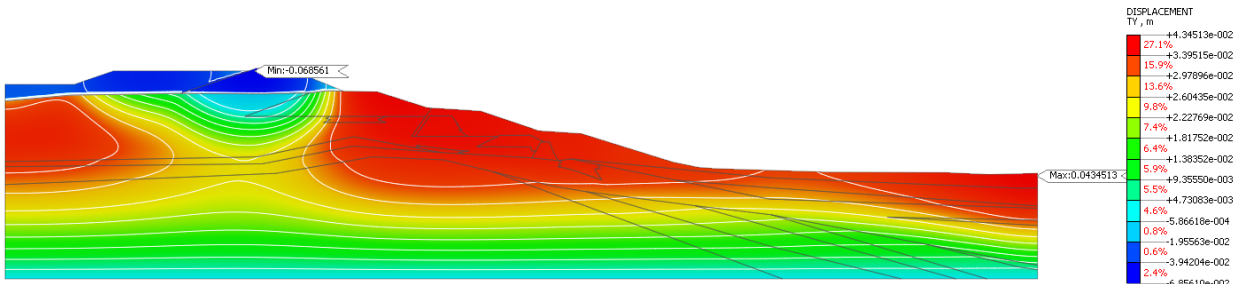
Рисунок 3 – Сетка элементов



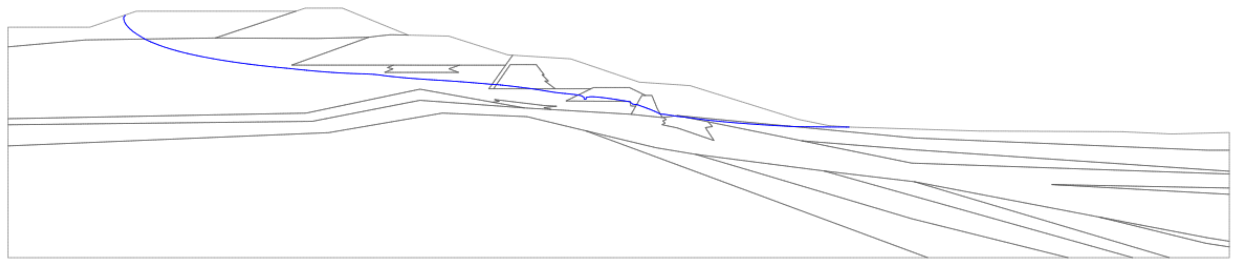
а)



б)

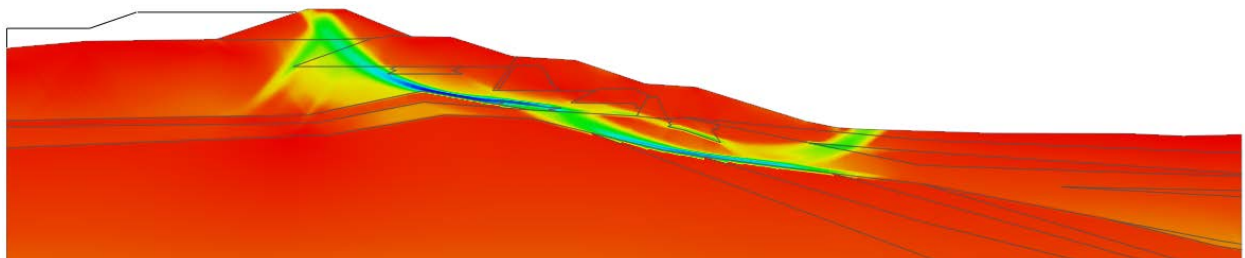


в)

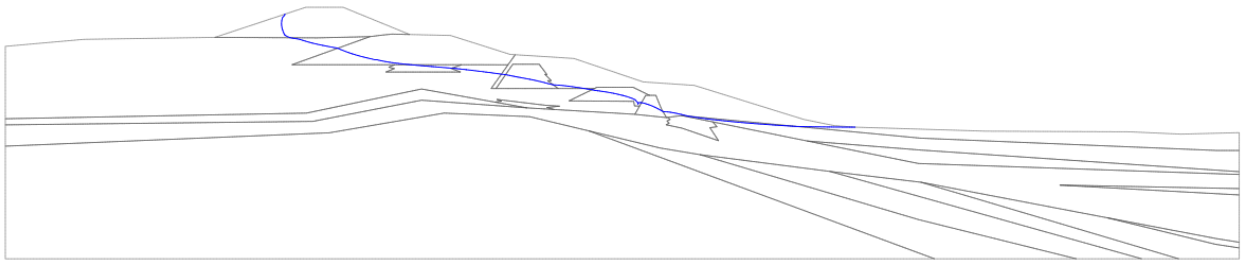


г)

Рисунок 4 – Основное сочетание нагрузок (с пляжем), кривая обрушения (а), горизонтальные (б) и вертикальные (в) деформации, положение кривой депрессии (г).



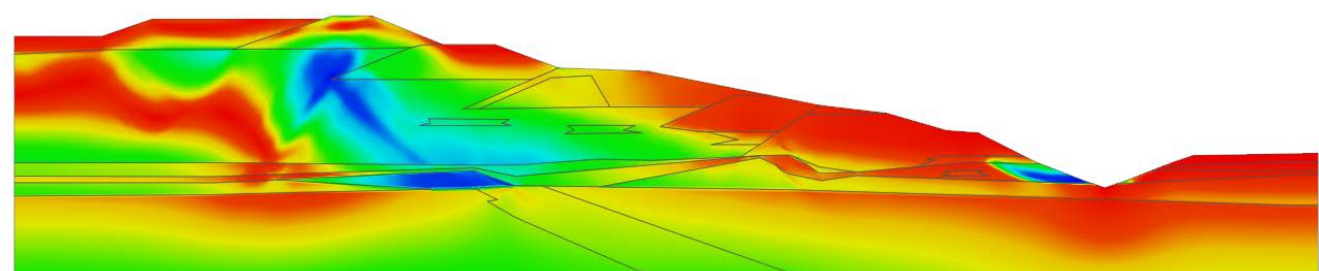
а)



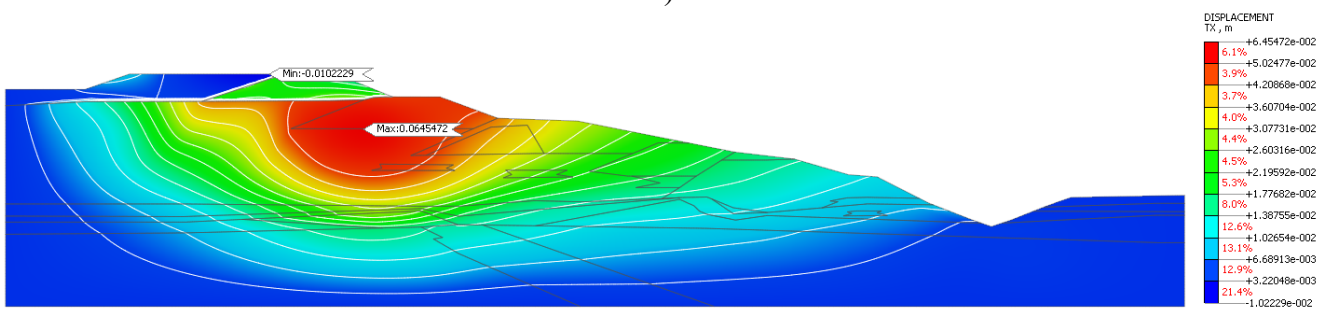
(б)

Рисунок 5 – Особое сочетание нагрузок (без пляжа), кривая обрушения (а), положение кривой депрессии (б).

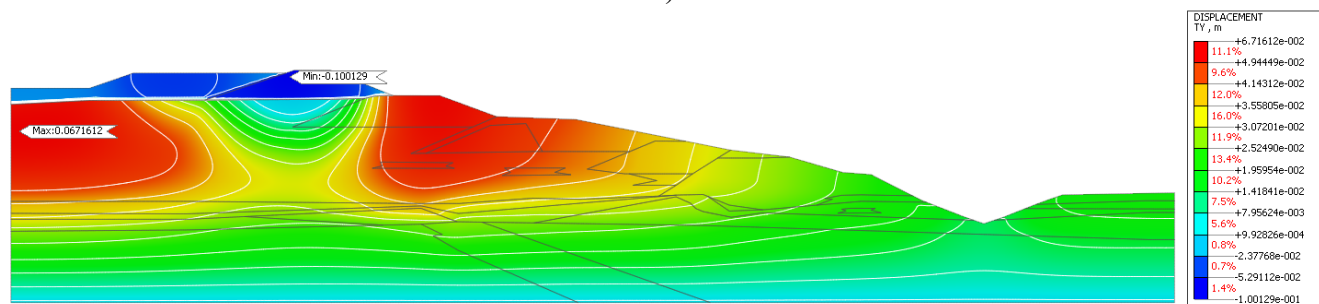
Рисунок 6 – Особое сочетание нагрузок (МРЗ), кривая обрушения.



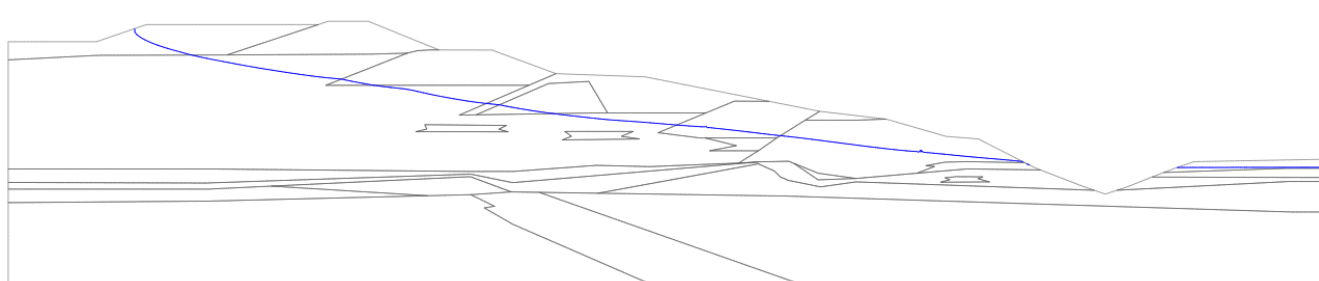
a)



б)

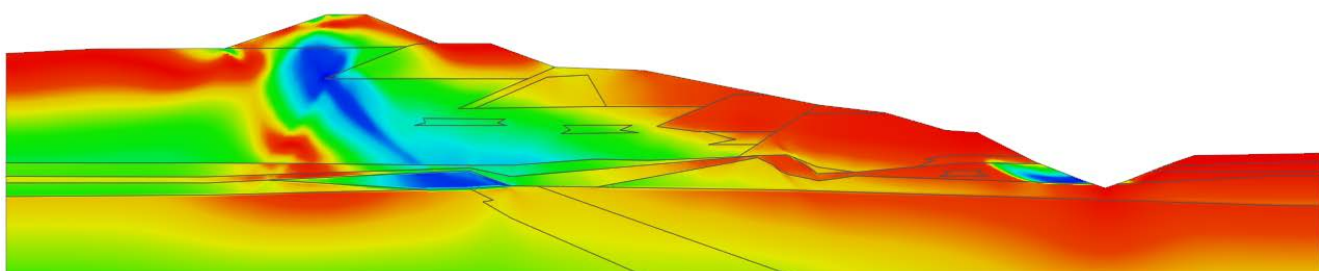


в)

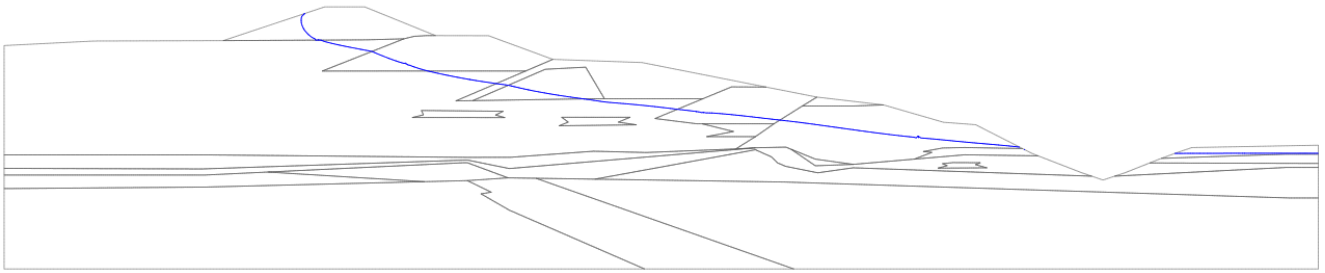


г)

Рисунок 9 – Основное сочетание нагрузок (с пляжем), кривая обрушения (а), горизонтальные (б) и вертикальные (в) деформации, положение кривой депрессии (г).



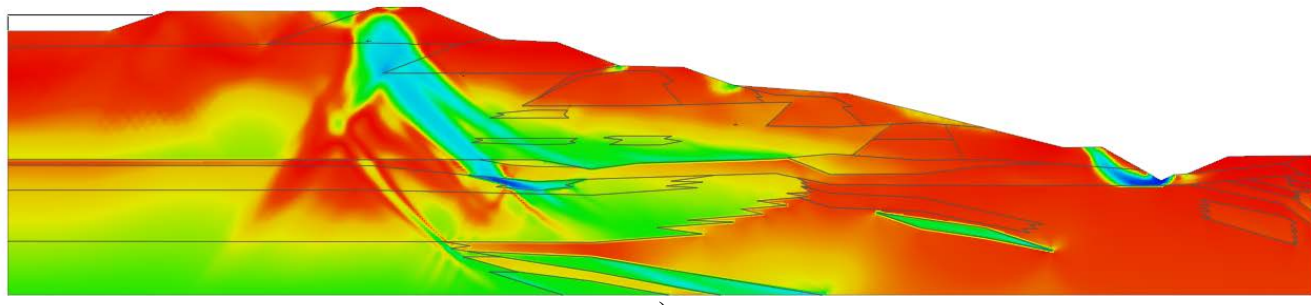
а)



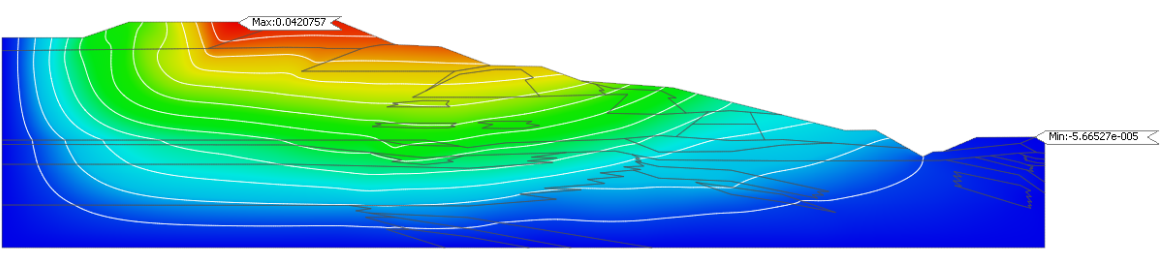
(б)

Рисунок 10 – Особое сочетание нагрузок (без пляжа), кривая обрушения (а), положение кривой депрессии (б).

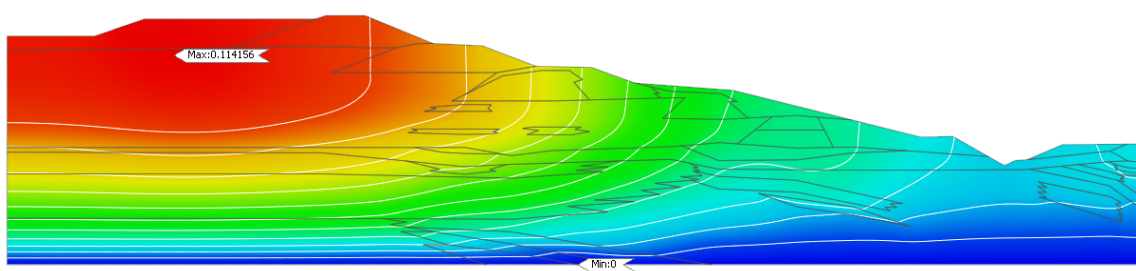
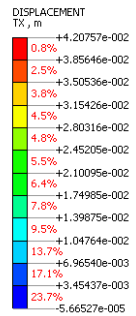
Рисунок 11 – Особое сочетание нагрузок (МРЗ), кривая обрушения.



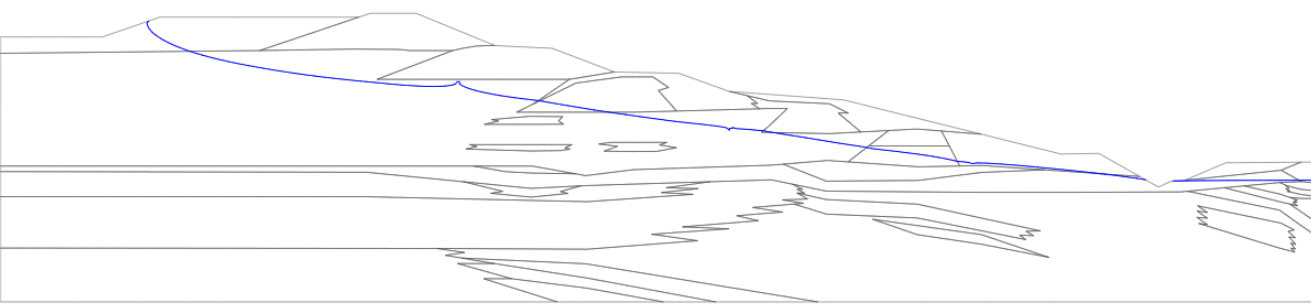
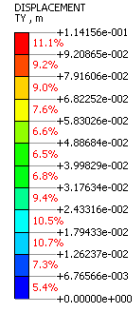
a)



б)

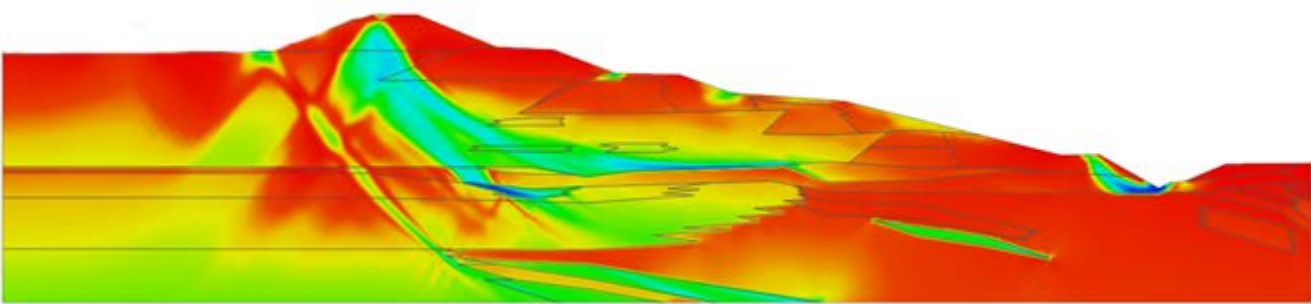


в)

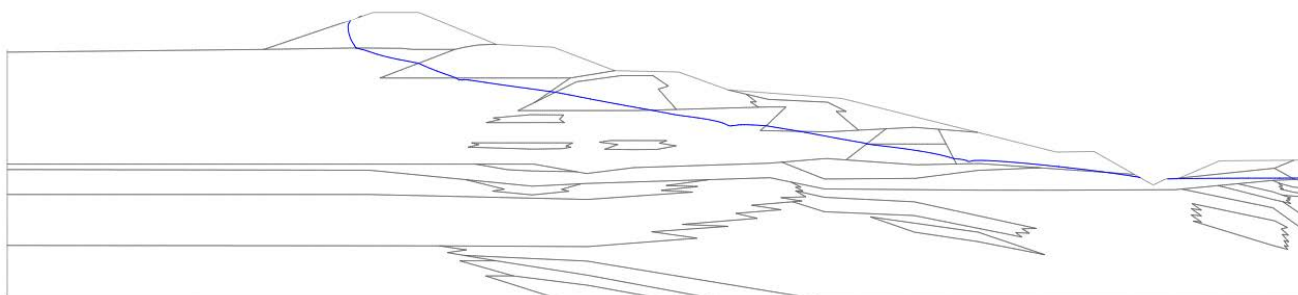


г)

Рисунок 14 – Основное сочетание нагрузок (с пляжем), кривая обрушения (а), горизонтальные (б) и вертикальные (в) деформации, положение кривой депрессии (г).



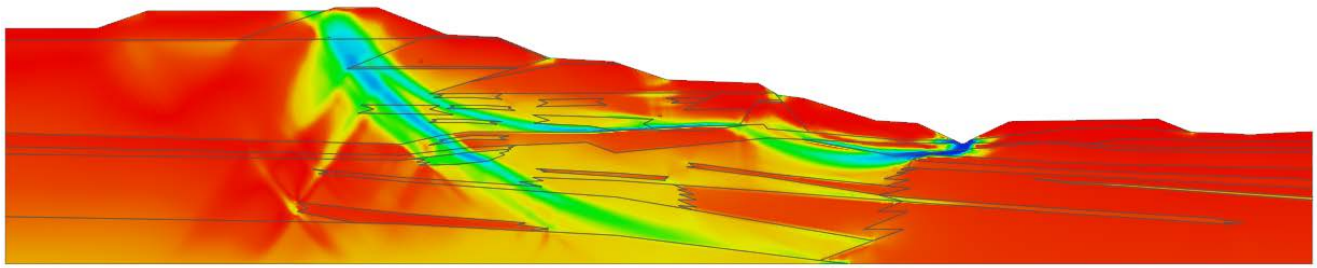
(а)



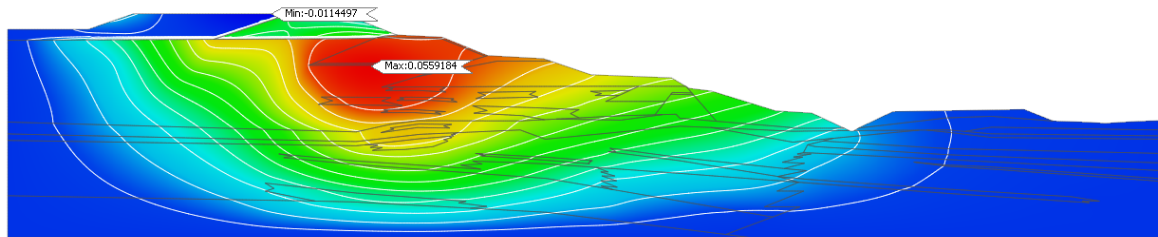
(б)

Рисунок 15 – Особое сочетание нагрузок (без пляжа), кривая обрушения (а), положение кривой депрессии (б).

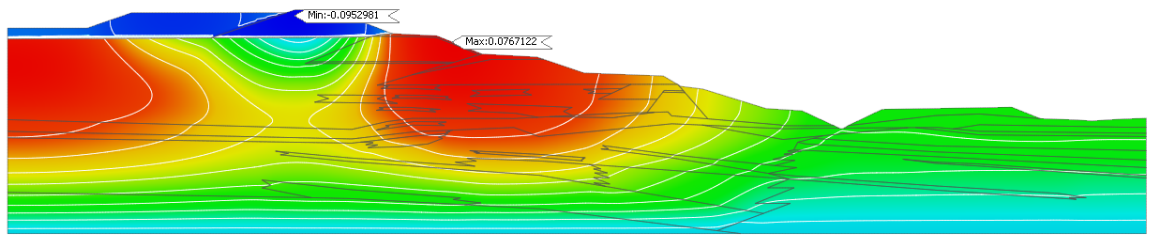
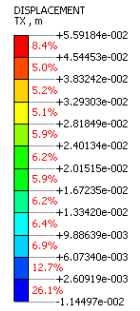
Рисунок 16 – Особое сочетание нагрузок (МРЗ), кривая обрушения.



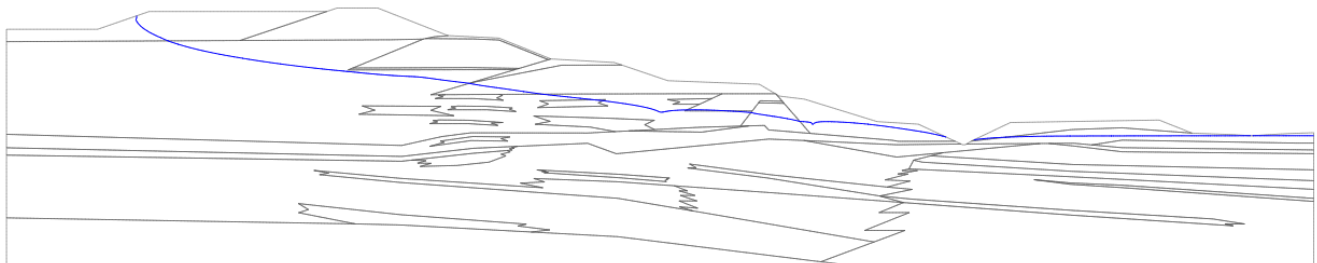
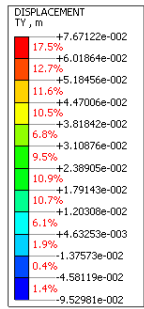
a)



б)

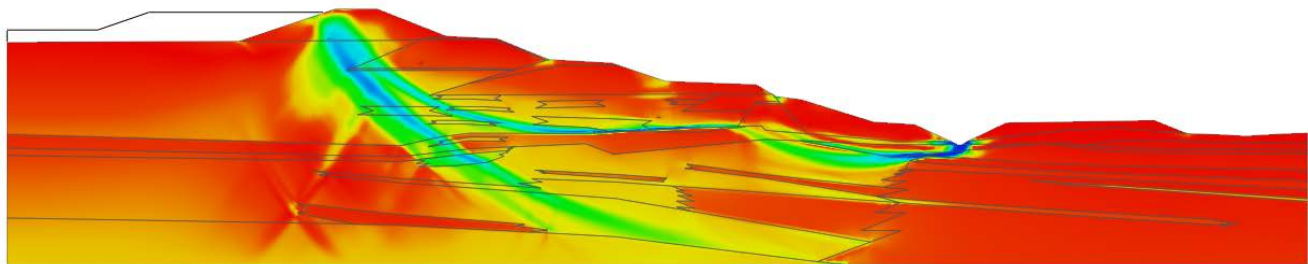


в)

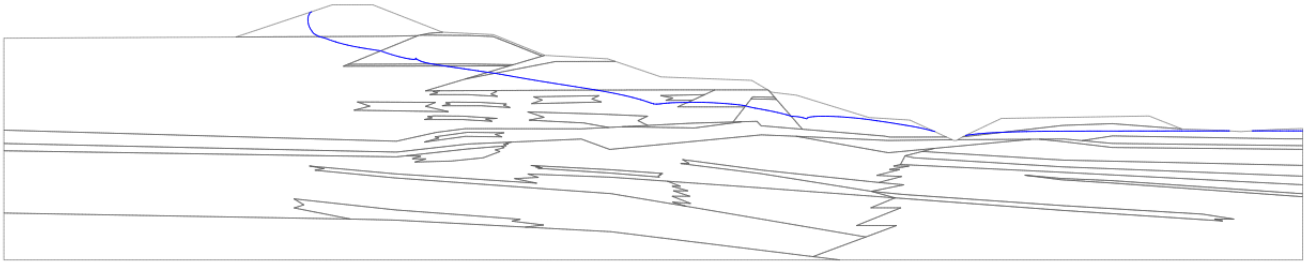


г)

Рисунок 19 – Основное сочетание нагрузок (с пляжем), кривая обрушения (а), горизонтальные (б) и вертикальные (в) деформации, положение кривой депрессии (г).



а)



(б)

Рисунок 20 – Особое сочетание нагрузок (без пляжа), кривая обрушения (а), положение кривой депрессии (б).

Рисунок 21 – Особое сочетание нагрузок (МРЗ), кривая обрушения.

Расчёт устойчивости разреза 5-5

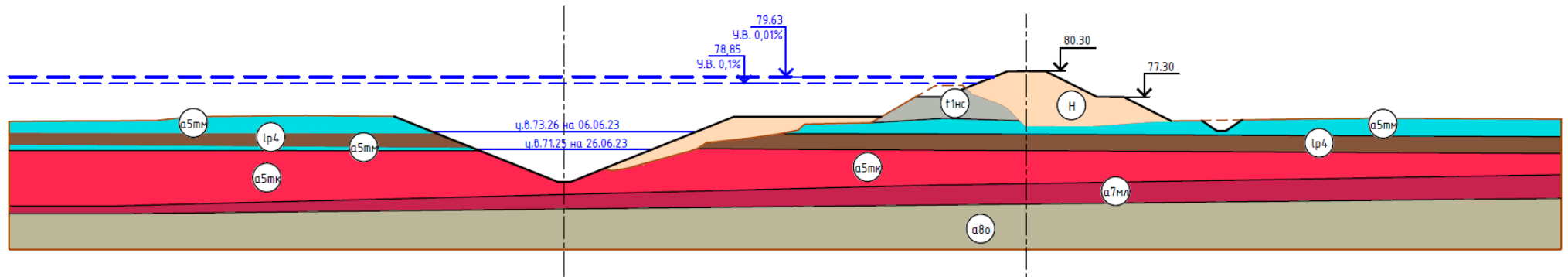


Рисунок 22 – Геологический разрез

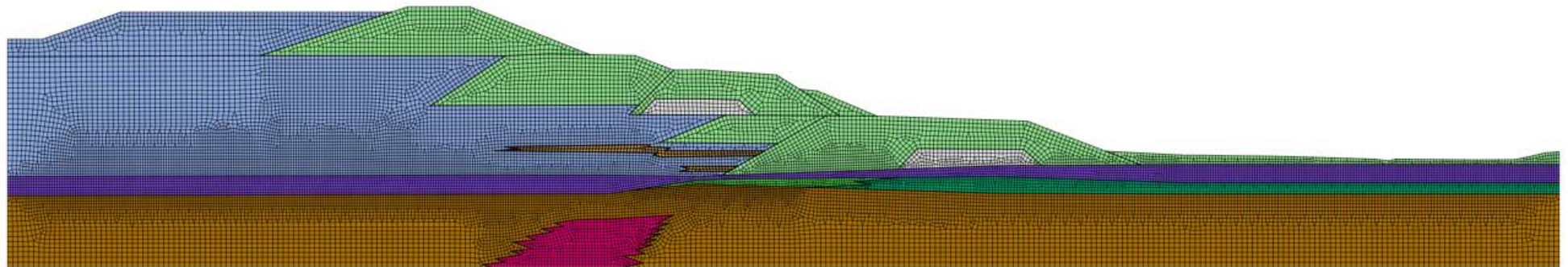
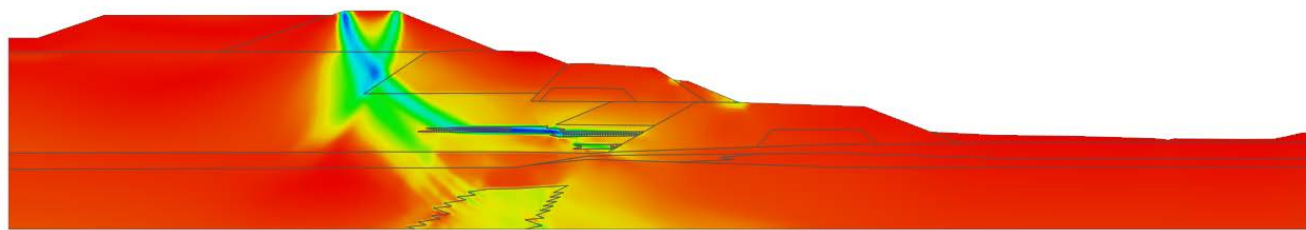
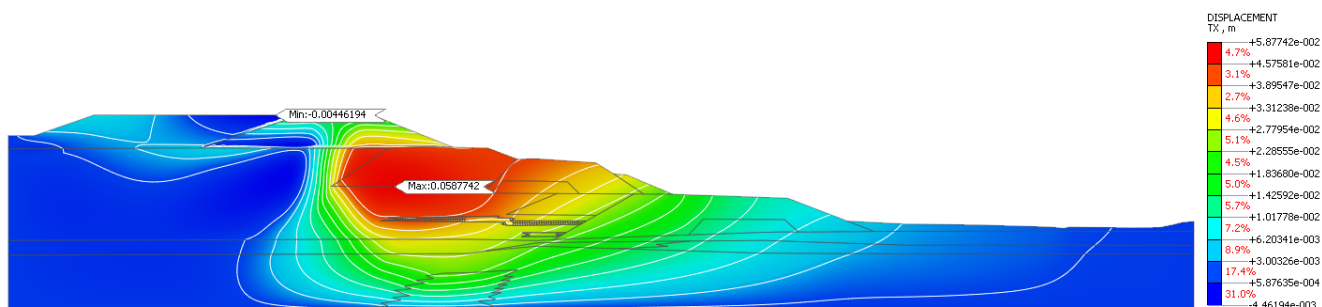


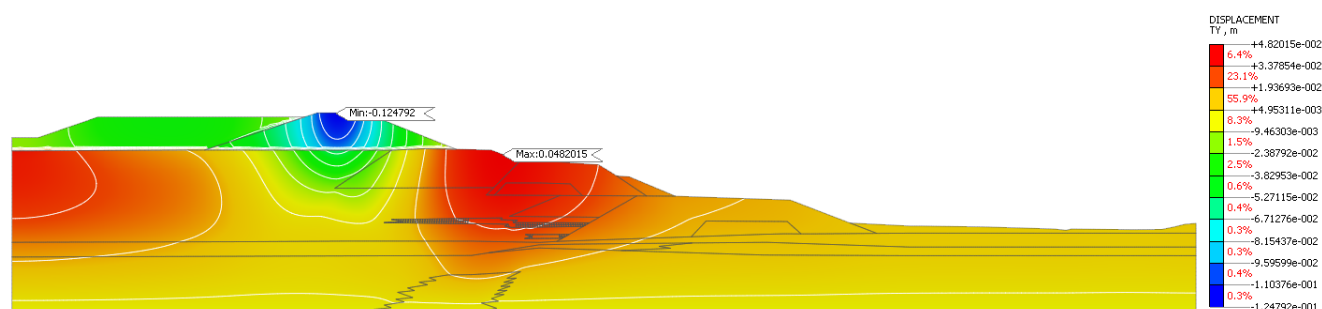
Рисунок 23 – Сетка элементов



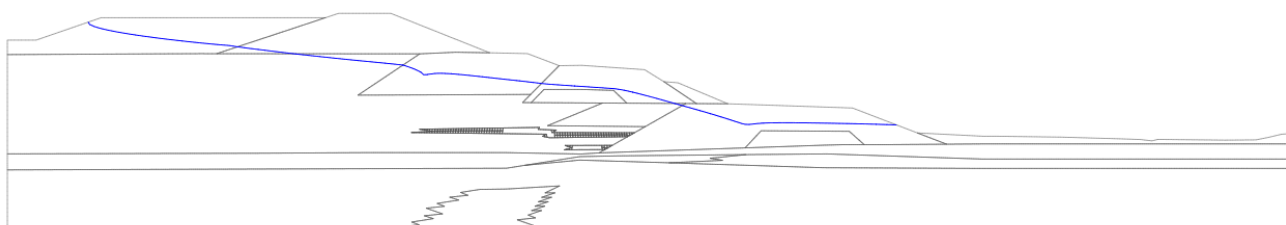
a)



б)

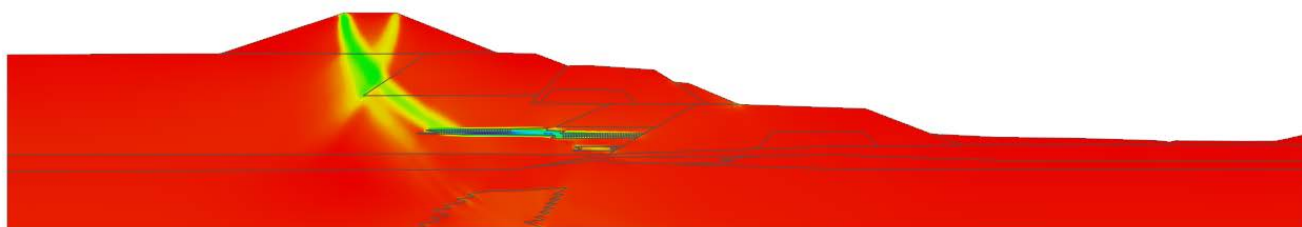


в)

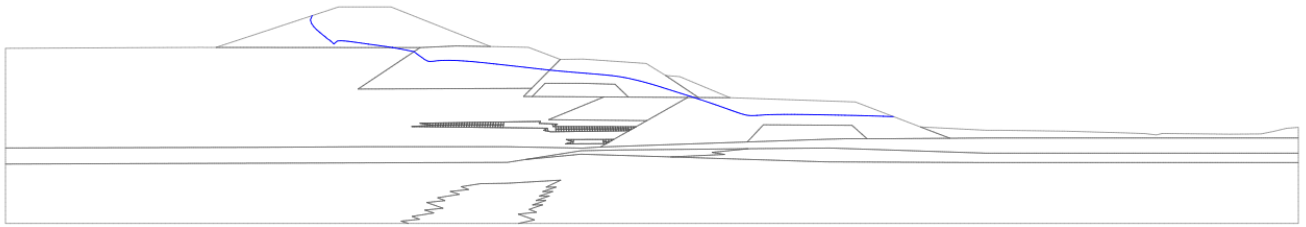


г)

Рисунок 24 – Основное сочетание нагрузок (с пляжем), кривая обрушения (а), горизонтальные (б) и вертикальные (в) деформации, положение кривой депрессии (г).



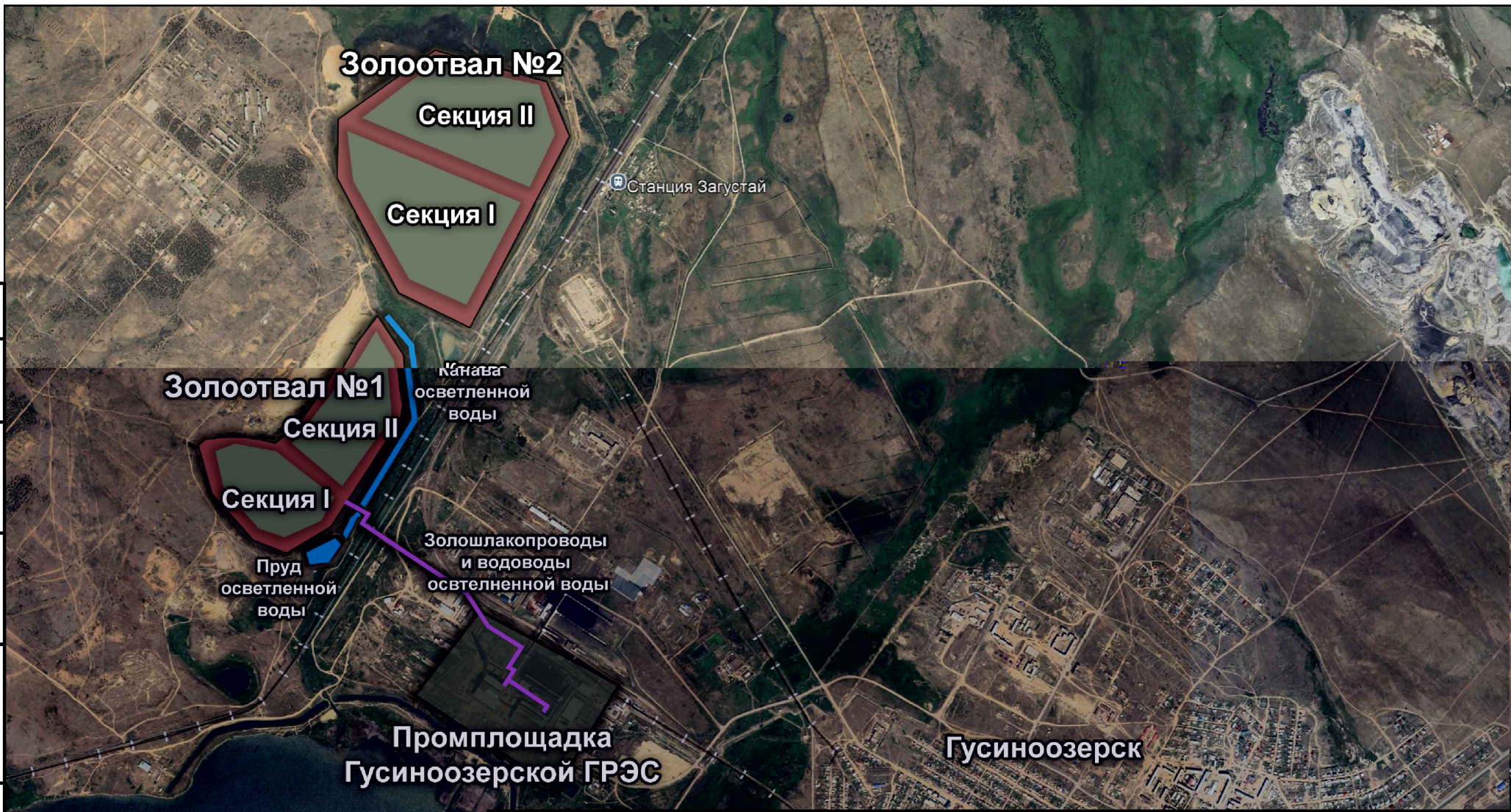
а)



(б)


**Рисунок 25 – Особое сочетание нагрузок (без пляжа), кривая обрушения (а), положение кривой депрессии (б).
Рисунок 26 – Особое сочетание нагрузок (МРЗ), кривая обрушения.**

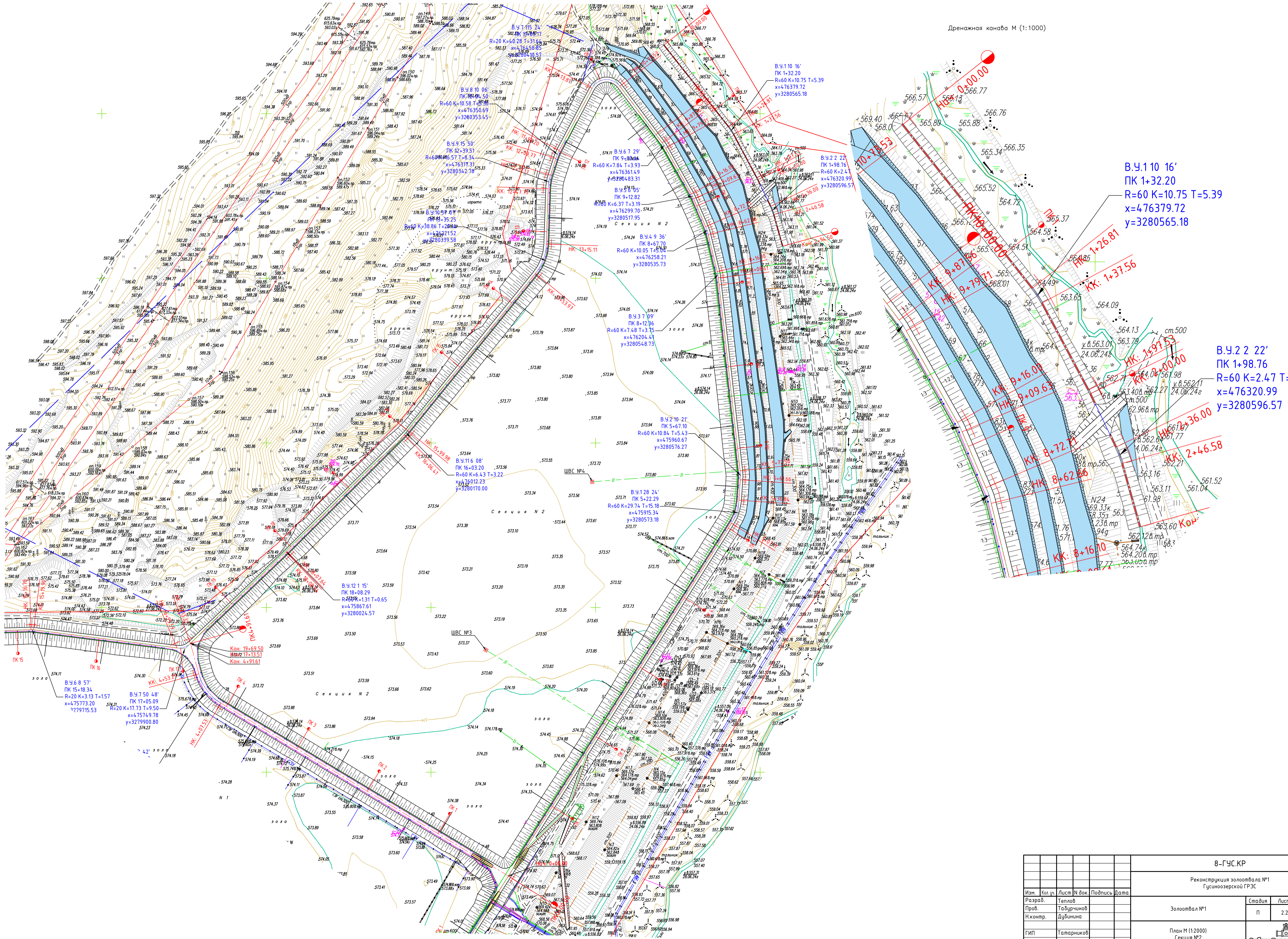
Согласовано



Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол. уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата
Разраб.		Теплов			
Пров.		Табурчинов			
Н.контр.		Дубинина			
ГИП		Татарников			

8-ГУС-КР			
Реконструкция золоотвала №1 Гусиноозерской ГРЭС			
Золоотвал №1	Стадия	Лист	Листов
	П	1	
Ситуационный план		 СибирьГидроТехПроект	

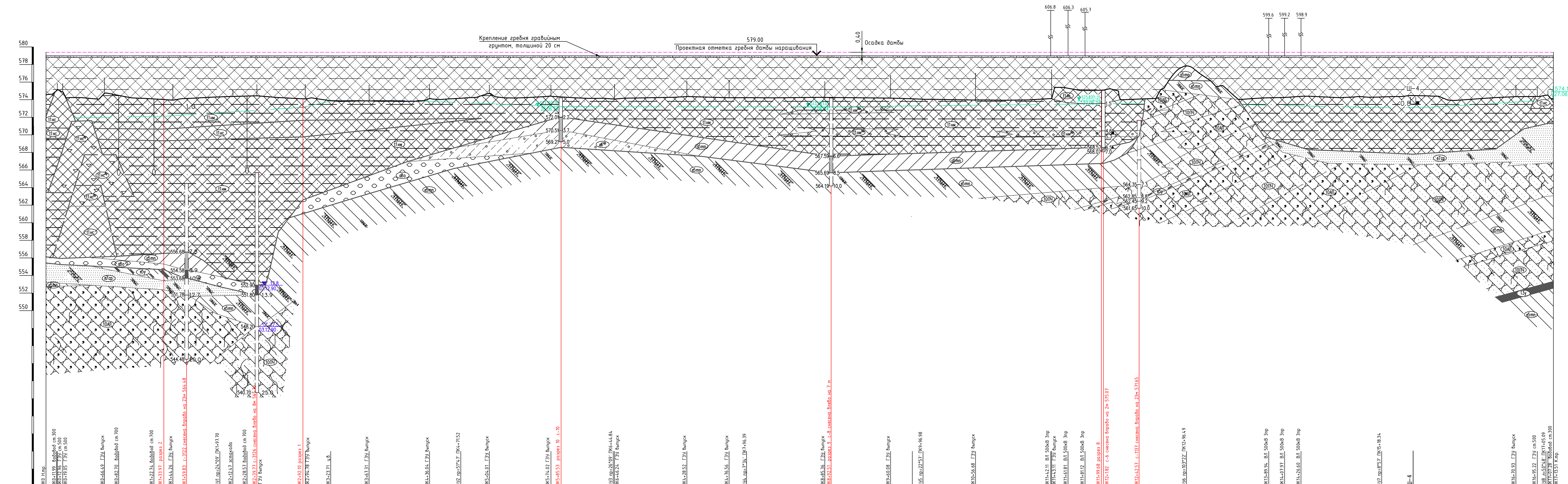


Составлено
Изд. № подл.
Получен в бума
Вариант
№

8-ГУС.КР			
Реконструкция золотвала №1 Гусинозерской ГРЭС			
Изм.	Кол. ч.	Лист	В.акт
Разраб.	Тетелов	Подпись	Дата
Пров.	Табурчинов		
Н.контр.	Дубинина		
ГИП	Татарников		
Золотвал №1		Стация	Лист
План М (1:2000) Секция №2		П	2.2
Гидропроект			

Составлено
Имя, № подл.
Полное и дата
Взам. штаб. №

Масштаб:
Горизонтальный 1:2000
Вертикальный 1:200
Геологический 1:100



Отметка поверхности земли, м	Расстояние, м	Пикет	Узел, Прямая участка, м Характеристики кривой	Отметка поверхности земли, м	Высота насыпи, м
575.00	11.92	1		575.00	4.00
574.21	10.96			574.21	4.79
574.23	17.40			574.23	4.77
574.06	19.27			574.06	4.74
574.74	10.38			574.74	4.26
574.20	27.79		184,87	574.20	4.80
574.14	15.27			574.14	4.86
574.05	15.65			574.05	4.95
573.95	16.08			573.95	5.05
574.12	10.15			574.12	4.88
574.16	12.76			574.16	4.84
574.25	15.05			574.25	4.75
574.34	10.64		63,17 24,09 ПК 4+17,70 ПК 4+18,70 ПК 4+19,70	574.34	4.70
574.43	29.30			574.43	4.68
574.21	29.37			574.21	4.57
574.11	21.14			574.11	4.75
573.88	12.15			573.88	4.89
573.80	21.92		232,24	573.80	4.79
573.80	11.49			573.80	5.12
573.87	25.18			573.87	5.20
573.81	22.70			573.81	5.13
573.81	10.64			573.81	5.19
573.83	29.50			573.83	5.17
574.04	10.77			574.04	5.17
574.07	11.17			574.07	5.17
574.13	10.84			574.13	5.17
574.21	10.24		61,12 97,17 ПК 4+15,52 ПК 4+16,52 ПК 4+17,52	574.21	4.87
574.26	10.84			574.26	4.79
574.66	13.74			574.66	4.74
574.21	20.12			574.21	4.34
574.19	11.60		66,96	574.19	4.79
574.23	12.16			574.23	4.79
574.33	18.52			574.33	4.77
574.32	10.30			574.32	4.67
574.26	10.30			574.26	4.59
574.20	10.30			574.20	4.59
574.15	10.30			574.15	4.74
574.18	10.30			574.18	4.80
574.22	10.30			574.22	4.85
574.24	10.30			574.24	4.85
574.26	10.30			574.26	4.85
574.30	10.30			574.30	4.85
574.38	10.52			574.38	4.85
574.24	42.41		69,15	574.24	4.76
574.23	21.38		61,44 79,34 ПК 4+18,44 ПК 4+19,34	574.23	4.77
574.32	34.32			574.32	4.79
574.21	52.12			574.21	4.79
574.27	15.85		184,46	574.27	4.73
574.25	59.82			574.25	4.75
574.19	30.26			574.19	4.81
574.10	10.93			574.10	4.90
574.08	10.68			574.08	4.94
574.04	4.827			574.04	5.03
573.96	13.97			573.96	5.07
573.97	20.25			573.97	5.07
573.93	28.62			573.93	5.07
573.98	22.42		262,34	573.98	5.02
574.11	16.20			574.11	4.89
574.40	18.94			574.40	3.60
574.04	15.14			574.04	3.94
574.04	11.18			574.04	3.96
574.98	17.76			574.98	3.92
574.00	30.15			574.00	4.02
574.00	12.52			574.00	4.90
574.00	10.60			574.00	4.86
574.00	10.30			574.00	3.44
574.00	10.30			574.00	1.88
574.00	10.30			574.00	1.18
574.00	10.30			574.00	1.56
574.00	18.40			574.00	2.86
574.00	12.20			574.00	3.39
574.00	13.25			574.00	4.47
574.00	33.87			574.00	4.80
574.00	25.48		209,51	574.00	4.74
574.00	20.56			574.00	4.60
574.00	4.074			574.00	4.77
574.00	15.88			574.00	4.70
574.00	17.31			574.00	4.72
574.00	11.37			574.00	4.71
574.00	17.24			574.00	4.65
574.00	18.34			574.00	4.52
574.00	20.25			574.00	4.57
574.00	10.44			574.00	4.61
574.00	10.72			574.00	5.06
574.00	52.72		175,69	574.00	4.77
574.00	21.91			574.00	4.67
574.00	25.17			574.00	4.63
574.00	10.38			574.00	4.52
574.00	9.44			574.00	4.52

Условные обозначения

- Сетка
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=1000
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=500
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=250
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=62.5
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=31.25
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=15.625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=7.8125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=3.90625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=1.953125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.9765625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.48828125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.244140625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.1220703125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.06103515625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.030517578125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0152587890625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00762939453125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.003814697265625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0019073486328125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00095367431640625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000476837158203125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0002384185791015625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00011920928955078125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000059604644775390625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000298023223876953125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00001490116119384765625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000007450580596923828125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000037252902984619140625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000186264514923095703125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000093132257461962890625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000465661287309814453125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000002328306436549072265625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000011641532182747951328125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000582076609139757865625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000029103830456989390625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000145519152284949453125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000072759576242474609375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000036379788121237373046875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000001818989406061868691875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000009094947030309343434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000045474735151546717171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000022737367575773434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000113686837878867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000056843418943434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000002842170947171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000142108547358593890625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000071054273679294546875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000003552713683964727272928125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000177635684193181466146609375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000008881784209659073093434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000044408922529545367171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000222044612647878867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000001110223073239393434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000005551115367171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000277555843434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000013877792171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000069388958593890625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000034694479294546875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000001734723964727272928125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000867361982367171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000043368099118146609375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000021684049559073093434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000108420247878867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000542101239393434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000002710506196969690625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000135525309848484546875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000067762654924242272928125
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000003388132746111146609375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000000169406637055559073093434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000008470331852777747878867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000423516762638888867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000000021175838131944444409375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000000010587919069722222247878867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000529395953486111146609375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000026469797674305559073093434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000013234898837171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000006617449418888867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000000000330872470947171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000001654362354878867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000008271811789393434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000004135906969690625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000002067953486111146609375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000000103397674305559073093434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000000051698837171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000000025849418888867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000000000001292470947171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000000006462354878867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000000032311789393434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000000016155906969690625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000000008077953486111146609375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000000000403897674305559073093434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000000000201948837171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000000000100974418888867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000000000504872470947171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000000000000002524362354878867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000000000012621811789393434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000000000000000631095906969690625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000000000000000315547953486111146609375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000000000015777397674305559073093434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000000000000000078886969690625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000000000000000039443486111146609375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000000000000197217305559073093434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000000000000000009860878867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.00000000000000000000000000004930439393434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000000000000246521969690625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000000000000123260969690625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000000000000061630486111146609375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000000000000003081524305559073093434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.000000000000000000000000000001540762354878867171875
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000000000000007703811789393434375
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000000000000000000003851906969690625
- Горизонтальная линия с кривыми, с кривыми радиусом R=0.0000000000000

Условные обозначения

Техногенные грунты (tQw)

- t1нс – насыпной грунт неоднородного состава: суэлюнок тяжелый твердый с прим. орг. вещ-в до 6%
- t1нс^р – насыпной грунт: суэлюнок легкий твердый грабелистый (разной степени окатанности)
- t1нм – намытый грунт неоднородного состава: золовый материал – песок пылеватый рыхлый водонасыщенный с примесью органического вещества, по степени плотности среднеплотнейший
- t1нм^р – намытый грунт неоднородного состава: золошлаковый материал – песок грабелистый рыхлый с прим. орг. вещ. незасоленный

Биогенные современные отложения (bQw)

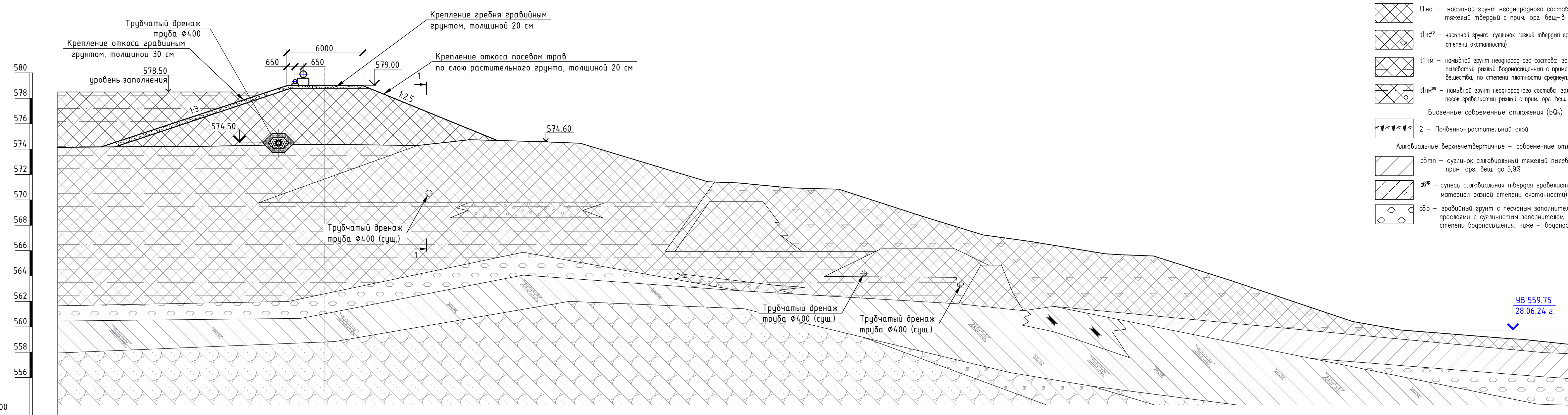
- 2 – Почвенно-растительный слой

Аллювиальные верхнечетвертичные – современные отложения (aQw)

- aбтп – суэлюнок аллювиальный тяжелый пылеватый твердый с прим. орг. вещ. до 5,9%
- aб^р – супесь аллювиальная твердая грабелистая (обломочный материал разной степени окатанности)
- aва – грабильный грунт с песчаным заполнителем, с режими прослоями с суэлюнистым заполнителем, выше УГВ средней степени водонасыщения, ниже – водонасыщенный

Элювиальные отложения верхнеюрской–нижнемеловой нижней подсерии гусиноозерской серии (eJ3-K1sp)


- eбтп – суэлюнок элювиальный тяжелый твердый песчаный с прим. орг. вещ. до 7,3%, с вкл. гребня рыхлых алевролитов
- e7ср – песок элювиальный средней крупности плотный средней степени водонасыщения с включением гребня и щебня рыхлых песчаников
- eбу – суэлюнок элювиальный тяжелый пылеватый твердый, углистый (содержание орг. вещ-ва 9,4%)
- l3y – уголь низкой плотности сильнопористый сильноветревший с прослойками суэлюнков и глин
- 10ПЧ – песчанники сильноветревшие от низкой прочности до малопрочных с прослоями песчаников средней прочности средневетревших с линзами и маломощными прослоями песков, редко алевролитов с углистами примазками
- 10АП – алевролиты рыхловатые средней плотности сильнопористые сильноветревшие с редкими маломощными прослоями суэлюнков и сапролитов с углистами примазками



Масштаб
Вертикальный 1:200
Горизонтальный 1:200

Отметка	574.00	574.23	574.09	574.11	574.28	574.51	574.57	574.69	574.47	571.43	570.78	567.01	566.45	561.00	560.00	559.75	559.50
Горизонтальные положения	8.06	11.88	1.13	7.32	1.82	0.60	1.17	9.39	9.60	10.26	11.16	8.22	17.57	4.91	3.34	7.89	4.89

Согласовано
 Инв. № подл.
 Подпись и дата
 Взам. инв. №

						8-ГУС.КР			
						Реконструкция золоотвала №1 Гусиноозерской ГРЭС			
Изм.	Кол. уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата	Золоотвал №1 Секция №1	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Теплов						П	5.1	
Пров.	Тадурчинов								
Н.контр.	Дубинина								
ГИП	Татарников					Разрез по дамбе Секция №1	 СибирьГидроТехПроект		

Условные обозначения

Техногенные грунты (tQ_n)

- t1нс – насыпной грунт неоднородного состава: суэлюнок тяжелый твердый с прим. орг. вещ-в до 6%
- t1нс* – насыпной грунт: суэлюнок легкий твердый гравелистый (разной степени окатанности)
- t1нм – намывной грунт неоднородного состава: золовый материал – песок пылеватый рыхлый водонасыщенный с примесью органического вещества, по степени плотности среднеуплотненный
- t1нм* – намывной грунт неоднородного состава: золошлаковый материал – песок гравелистый рыхлый с прим. орг. вещ. незосоленный

Биогенные современные отложения (bQ_n)

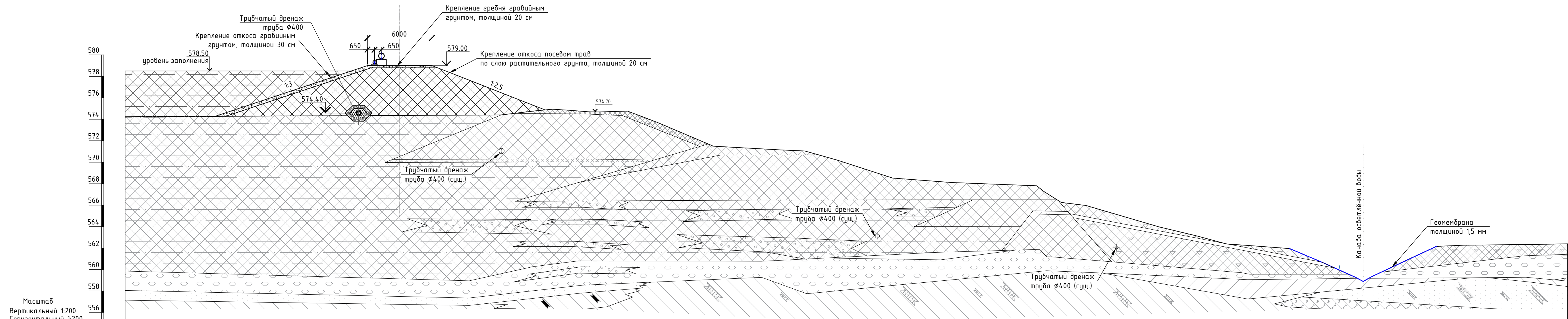
- 2 – Почвенно-растительный слой

Аллювиальные верхнетеррасные – современные отложения (aQ_n)

- aбтп – суэлюнок аллювиальный тяжелый пылеватый твердый с прим. орг. вещ-в до 5,9%
- aб* – смесь аллювиальная твердая гравелистая (обломочный материал разной степени окатанности)
- aбo – гравийный грунт с песчаным заполнителем, с редкими прослоями с суэлюнистым заполнителем, выше УГВ средней степени водоносности, ниже – водоносный

Элювиальные отложения верхнеарской–нижнемеловой нижней подсухиты гусиноозерской серии (e_л–K_м)


- eбтп – суэлюнок элювиальный тяжелый твердый песчаный с прим. орг. вещ-в до 7,3% с вкл. гребня рыхлых алевритов
- e7ср – песок элювиальный средней крупности плотный средней степени водоносности с включением гребня и щебня рыхлых песчаников
- eбу – суэлюнок элювиальный тяжелый пылеватый твердый, углистый (содержание орг. вещ-в до 9,4%)
- l3у – узоель низкой плотности сильнопористый сильноветревший с прослоями суэлюнков и глин
- 10ПЧ – песчаник сильноветревший от низкой прочности до малопорных с прослоями песчаников средней прочности средневетревших с линзами и маломощными прослоями песка, редко алевритов с углями примазками
- 10АП – алевриты рыхлые средней плотности сильнопористые сильноветревшие с редкимощными прослоями суэлюнков и супрелитов с углями примазками



Масштаб
Вертикальный 1:200
Горизонтальный 1:200



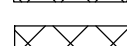
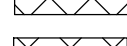

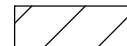
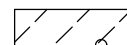
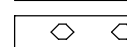
Отметки	574.32	574.36	574.38	574.48	574.82	574.88	574.98	574.84	574.62	571.58	571.06	568.40	567.89	566.15	565.71	562.44	562.06	559.68	559.06	559.06	559.68	562.30	562.39	562.66
Горизонтальные положения	17.83	7.72	5.04	4.59	1.66	1.06	1.00	2.68	4.69	7.59	9.30	7.84	13.36	2.96	3.66	10.63	6.06	5.09	1.37	0.38	1.11	5.52	7.19	5.94

Согласовано	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	






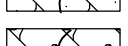
8-ГЭС.КР					
Реконструкция золотвала №1 Гусиноозерской ГРЭС					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Теплов				
Проб.	Табурчина				
Н.контр.	Дубинина				
ГИП	Татарников				
Золотвал №1 Секция №2		Стадия	Лист	Листов	
		п	5.2		
Разрез по дамбе Секция №2					

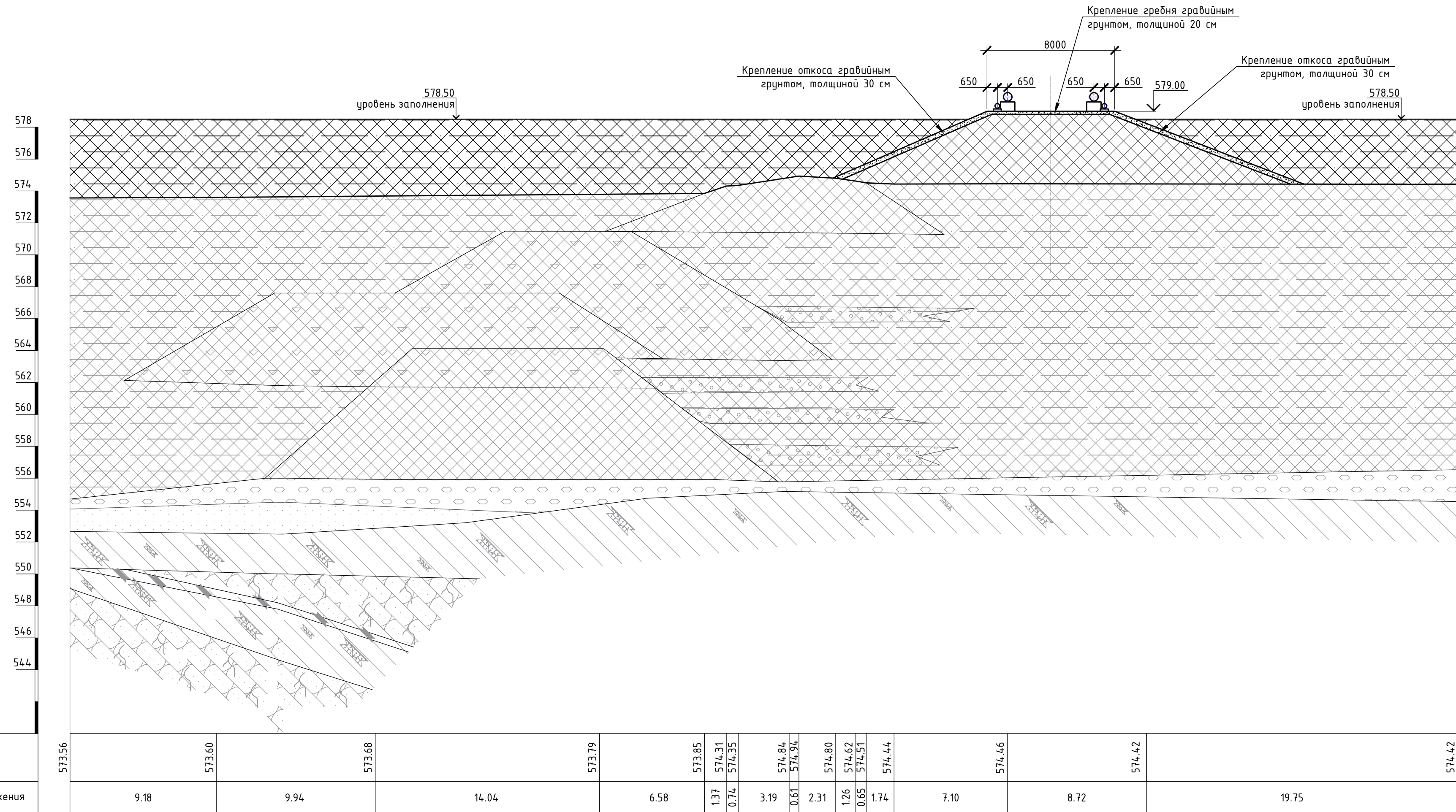
Условные обозначения

Техногенные грунты (tQw)

-  t1nc – насыпной грунт неоднородного состава: суслинок тяжелый твердый с прим. орг. вещ-в до 6%
 -  t1ncsp – насыпной грунт: суслинок легкий твердый гравелистый (разной степени окатанности)
 -  t1nm – намытый грунт неоднородного состава: золотой материал – песок пылеватый рыхлый водонасыщенный с примесью органического вещества, по степени плотности среднеуплотненный
 -  t1nms – намытый грунт неоднородного состава: золошлаковый материал – песок гравелистый рыхлый с прим. орг. вещ. незасоленный
- Биогенные современные отложения (bQw)
-  2 – Почвенно-растительный слой
- Аллювиальные верхнечетвертичные – современные отложения (aQw-ч)
-  abtp – суслинок аллювиальный тяжелый пылеватый твердый с прим. орг. вещ-в до 5,9%
 -  abp – супесь аллювиальная твердая гравелистая (обломочный материал разной степени окатанности)
 -  abo – гравийный грунт с песчаным заполнителем, с редкими прослоями с суслинством заполнителем, выше УГВ средней степени водонасыщения, ниже – водонасыщенный

Элювиальные отложения верхнеюрской – нижнемеловой нижней подсистемы гусиноозерской серии (eJ3-Kisl)

-  e5tp – суслинок элювиальный тяжелый твердый песчанистый с прим. орг. вещ-в до 7,3%, с вкл. дресвы рыхлых алевролитов
-  e7cp – песок элювиальный средней крупности плотный средней степени водонасыщения с включением дресвы и щебня рыхлых песчаников
-  e5y – суслинок элювиальный тяжелый пылеватый твердый, углистый (содержание орг. вещ-в до 9,4%)
-  13y – уголь низкой плотности сильнопористый сильноветревший с прослойками сулинков и глин
-  10ПЧ – песчаники сильноветревшие от низкой прочности до малочерных с прослоями песчаников средней прочности средневетревших с линзами и маломощными прослоями песков, редко алевролитов с углистыми примазками
-  10АП – алевролиты рыхловатые средней плотности сильнопористые сильноветревшие с редкими маломощными прослоями сулинков и сапролитов с углистыми примазками



Продольный профиль
 М вертикальный 1:200
 М горизонтальный 1:200

Отметки	573.56	573.60	573.68	573.79	573.85	574.31	574.35	574.84	574.94	574.80	574.62	574.51	574.44	574.46	574.42	574.42
Горизонтальные проложения	9.18	9.94	14.04	6.58	1.37	0.74	3.19	0.61	2.31	1.26	0.65	1.74	7.10	8.72	19.75	

8-ГУС.КР										
Реконструкция золоотвала №1 Гусиноозерской ГРЭС										
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Золоотвал №1		Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Теплов					Золоотвал №1		П	5.3	
Пров.	Табурчинов					Разрез по разделительной дамбе				
Н.контр.	Дубинина									
ГИП	Татарников									



СибирьГидроТехПроект

Согласовано

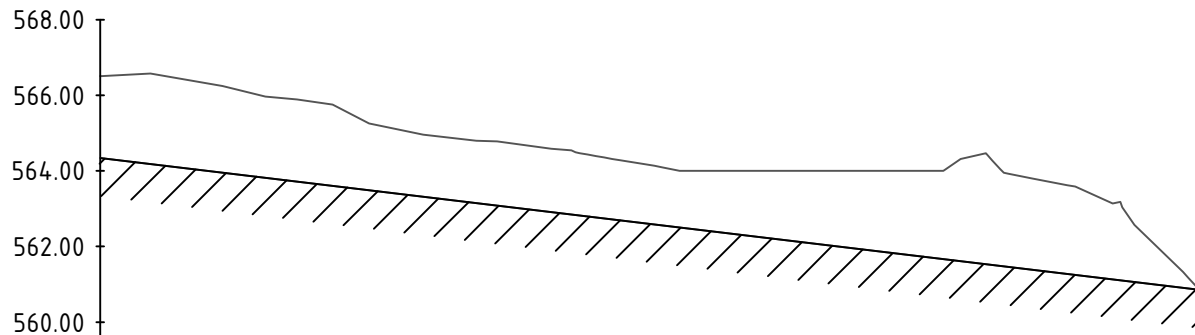
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Теплов				
Пров.	Табурчинов				
Н.контр.	Дубинина				
ГИП	Татарников				

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.



Отметка поверхности земли, м	566.58	566.25	565.96	565.76	564.96	564.80	564.59	564.39	564.14	564.00	564.00	564.00	564.47	563.84	563.62	563.14	561.33	560.73				
Расстояние, м		19.04	11.38	17.75	23.97	14.01	19.86	11.80	15.47	10.44	13.92	10.53	11.80	16.22	10.36	14.39	10.23	11.27	12.08	18.57	11.84	
Пикет							1							2								
Угол, Прямые, м/Характеристики кривой	126,81																					
	В.У. № 10°16' ПК 1+32.20 R=60.00 K=10.75 T=5.39 B=0.24																					
Уклон Прямые	294,5																					
	12%																					
Отметка поверхности земли, м	564.18	563.95	563.82	563.60	563.32	563.15	562.91	562.77	562.58	562.46	562.29	562.16	562.02	561.83	561.70	561.53	561.41	561.27	561.13	560.90		
Отметка поверхности земли, м	-2.40	-2.29	-2.14	-2.15	-1.64	-1.65	-1.68	-1.63	-1.56	-1.54	-1.71	-1.84	-1.98	-2.17	-2.30	-2.94	-2.44	-2.35	-2.01	-0.42		

Изм.	Кол. уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата
Разраб.		Теплов			
Пров.		Тадурчинов			
Н.контр.		Дудинина			
ГИП		Татарников			

8-ГУС.КР

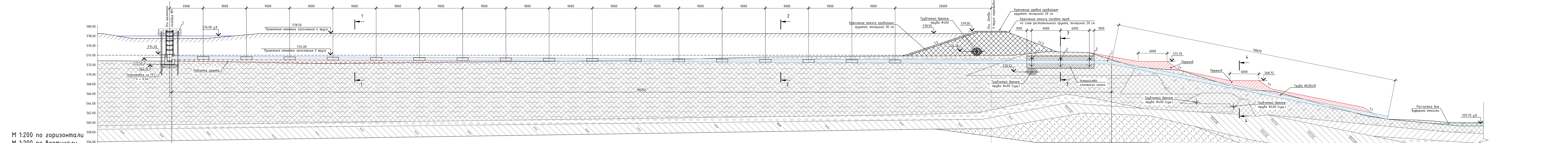
Реконструкция золоотвала №1
Гусинозерской ГРЭС

Золоотвал №1

Продольный профиль
по дренажному каналу

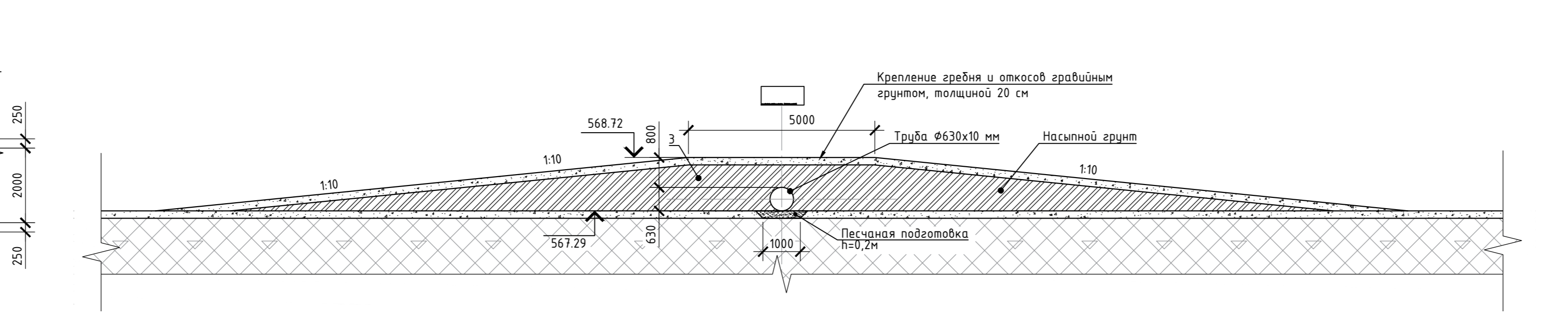
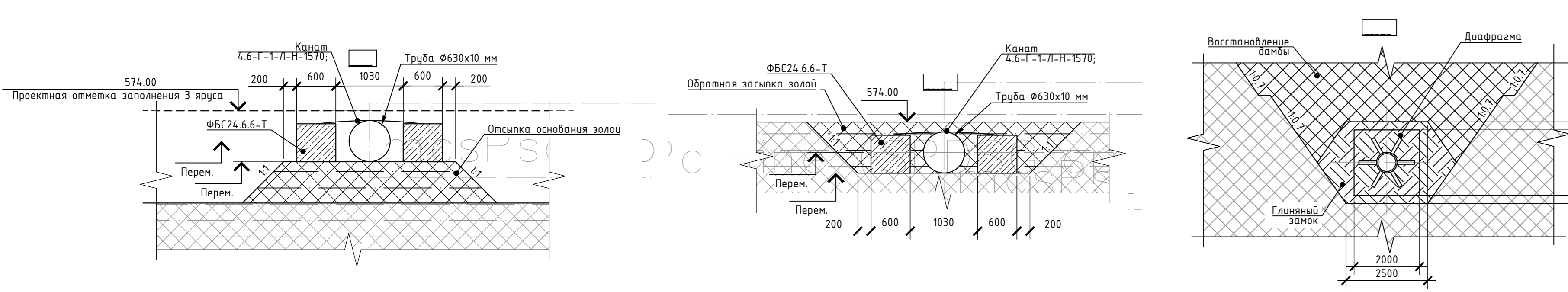
Стадия	Лист	Листов
П	7	





М 1:200 по горизонтали
М 1:200 по вертикали

Отметка поверхности земли, м	572.74	573.32	572.29	572.85	573.14	573.62	573.79	573.85	573.88	573.91	574.63	574.73	574.71	574.64	574.63	574.55	574.63	574.10	570.90	567.01	566.76	566.62	566.63	566.42	563.55	562.10	561.48	560.69	560.53	560.30	560.07	559.98			
Расстояние, м	24.46	3.38	56.40	6.46	17.01	23.10	8.30	6.09	7.23	1.20	1.74	1.25	1.75	6.44	4.34	1.21	2.47	2.80	4.44	6.03	3.50	12.31	2.54	1.54	566.62	12.4	2.28	10.52	5.73	2.96	4.86	6.00	3.76	2.03	8.05



Условные обозначения

	Насынный грунт неоднородного состава: суглинок тяжелый твердый с прим. орг. вещ-в до 6%		Гравийный грунт с песчаным заполнителем, с редкими прослоями суглинистым заполнителем		Алевриты рыхляковые средней плотности сильнопористые сильновыветрелые с редкиммалопрочными прослоями суглинок и сапропелитов с углистыми примазками
	Намыльный грунт неоднородного состава: золовый материал - песок пылеватый рыхлый водонасыщенный с примесью органического вещества, по степени плотности среднеуплотненный		Суглинок элювиальный тяжелый твердый песчаный с прим. орг. вещ. до 7,3%, с вкл. дресвы рыхляковых алевритов		Песчаный грунт
	Намыльный грунт неоднородного состава: золошлаковый материал - песок гравелистый рыхлый с прим. орг. вещ. незасоленный		Суглинок элювиальный средней крупности плотный средней степени водонасыщения с включением дресвы и щебня рыхляковых песчаников		Щебень фракции 10-20 мм
	Намыльный грунт: золовый материал - песок пылеватый рыхлый водонасыщенный с примесью органического вещества.		Суглинок элювиальный тяжелый пылеватый твердый, углистый (содержание орг. вещ-ва 9,4%)		Песчано-гравийная смесь (ПГС)
	Суглинок аллювиальный тяжелый пылеватый твердый с прим. орг. вещ. до 5,9%		Песчаники сильновыветрелые от низкой прочности до малопрочных с прослоями песчаников средней прочности средневыветрелых с линзами и малопрочными прослоями песков, редко алевритов с углистыми примазками		

Местоположение разреза смотреть на л.1

8-ГУС.КР				
Реконструкция золоотвала №1 Гусинозерской ГРЭС				
Изм.	Км.уч.	Лист	№ вкл.	Подпись
Разраб.	Теплов			
Пров.	Табурчинов			
Н.контр.	Дувинина			
ГИП	Татарников			

Золаотвал №1

Стация	Лист	Листов
П	8	

Продольный профиль по шахтному водовыбросу

