

СРО-И-037-18122012

Заказчик – Филиал ООО «Байкальская энергетическая компания» ТЭЦ-9

ОТВАЛ СУХОГО СКЛАДИРОВАНИЯ ЗОЛОШЛАКОВ

Технический отчет по результатам инженерно-геологических
изысканий для подготовки проектной документации

Часть 1. Текстовая часть. Графические приложения.

972-ИГИ1



СРО-И-037-18122012

Заказчик – Филиал ООО «Байкальская энергетическая компания» ТЭЦ-9

ОТВАЛ СУХОГО СКЛАДИРОВАНИЯ ЗОЛОШЛАКОВ

Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации

Часть 1. Текстовая часть. Графические приложения.

972-ИГИ1

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Генеральный директор
ООО «Институт Красноярскгидропроект»

В.А. Вайкум


Главный инженер проекта

А.Е. Лебедеико

Красноярск, 2021

Разрешение		Обозначение	972-ИГИ		
9-23		Наименование объекта строительства	Отвал сухого складирования золошлаков		
Изм.	Лист	Содержание изменения		Код	Примечание
2	1-142	Технический отчет. Часть 1. Текстовая часть. Графические приложения. 966.1-ИГИ1		4	Зам.
2	37, 53-55, 58, 61-63, 66, 67, 70, 72	Внесены изменения и дополнения по тексту отчета		4	Зам.
		Графические часть 972-ИГИ1-01			
2	86, 87	Внесены изменения на картах сейсмического микрорайонирования		4	Зам.
		Технический отчет. Часть 2. Текстовые приложения. 272-ИГИ2			
2	202-204	Добавлено приложение Ш «Протокол результатов определения коррозионной агрессивности грунтов к бетонам, арматуре в железобетонных конструкциях и углеродистой и низколегированной стали» (информация добавлена по замечаниям экологической экспертизы)		4	Нов.

Согласовано:	
Н. КОНТР.	

Изм. внес	Драчева		06.23		ООО «Институт Красноярскгидропроект»	Лист	Листов
Составил	Драчева		06.23				
ГИП	Лебедеико		06.23				
Утв.	Вайкум		06.23				1

СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОТЧЕТА

Обозначение	Наименование	Примечание
972-ИГИ-С	Содержание тома	2
972-ИГИ-СД	Состав отчетной технической документации по результатам инженерно-геологических изысканий	3
972-ИГИ1	Часть 1. Текстовая часть.	5
	Графические приложения	
972-ИГИ1-01, л. 1-2	Карта фактического материала. Масштаб 1:2000	73
972-ИГИ-02, л. 1-11	Инженерно-геологические разрезы 1-1 – 11-11	75
972-ИГИ1-03, лист 1	Карта сейсмического микрорайонирования (А) для периода повторяемости 500 лет. Масштаб 1:5000	86
972-ИГИ1-03, лист 2	Карта сейсмического микрорайонирования (С) для периода повторяемости 5000 лет. Масштаб 1:5000	87

Примечание - * Номера страниц по сквозной нумерации

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1-С

Разраб.	Драчева			
Проверил	Поваренкин			
ГИП	Лебедеико			

Содержание тома

Стадия	Лист	Листов
И	2	72



ООО "Институт
Красноярскгидропроект"

СОСТАВ ОТЧЕТНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
	972-ИГИ1	Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной и рабочей документации Часть 1. Текстовая часть. Графические приложения	
	972-ИГИ2	Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной и рабочей документации Часть 2. Текстовые приложения	

ПРИЛАГАЕМЫЕ ДОКУМЕНТЫ К ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ


Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
	972-ИГИ.пр	Программа работ на выполнение инженерно-геологических изысканий	

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

						972-ИГИ1-СД		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разраб.	Драчева					Стадия	Лист	Листов
Проверил	Поваренкин					И	3	71
ГИП	Лебедеико					 ООО "Институт Красноярскгидропроект"		
Состав отчетной технической документации по результатам инженерных изысканий								

СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение	6
2	Изученность инженерно-геологических условий	7
3	Физико-географические и техногенные условия	9
	3.1 Рельеф и гидрография.....	9
	3.2 Краткая климатическая характеристика.....	9
	3.3 Техногенные условия	10
	3.4 Сейсмичность района	10
4	Геологические и гидрогеологические условия района работ	11
	4.1 Геологическое строение.....	11
	4.2 Гидрогеологические условия	11
5	Методика и объёмы выполненных работ	13
	5.1 Сбор и систематизация материалов изысканий прошлых лет	14
	5.2 Инженерно-геологическое (рекогносцировочное) обследование	14
	5.3 Буровые работы	14
	5.4 Опробование грунтов и подземных вод	15
	5.5 Полевые исследования грунтов методом статического зондирования.....	16
	5.6 Сейсмическое микрорайонирование	16
	5.7 Лабораторные работы.....	17
	5.8 Камеральная обработка материалов и составление технического отчета	18
6	Инженерно-геологические условия участка работ	20
	6.1 Основные конструктивные особенности золошлакоотвала участка № 1 ТЭЦ-9	20
	6.2 Результаты инженерно-геологического обследования дамб ЗШО.....	21
	6.3 Геологическое строение и гидрогеологические условия участка ЗШО.....	28
	6.3.1 Геологическое строение	28
	6.3.2 Гидрогеологические условия.....	30
	6.4 Геологические процессы и явления	32
7	Физико-механические свойства грунтов.....	34
	7.1 Физико-механические свойства грунтов, слагающих ограждающие дамбы.....	34
	7.2 Физико-механические свойства золошлаковых отложений	38

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата


Инв. № подл.

972-ИГИ1

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Текстовая часть

Стадия	Лист	Листов
И	4	70



ООО "Институт
Красноярскгидропроект"

7.3	Физико-механические свойства грунтов основания	42
7.4	Специфические грунты	46
7.5	Результаты статического зондирования	47
8	Сейсмическое микрорайонирование	51
8.1	Нормативная сейсмичность района площадки и ее исходная (фоновая) сейсмичность	51
8.1.1	Нормативная сейсмичность района площадки.....	51
8.1.2	Сопоставление сведений о ближайших известных землетрясениях с сейсмичностью района площадки	51
8.1.3	Исходная сейсмичность площадки	52
8.2	Определение расчетной сейсмичности площадки	55
8.2.1	Методика определения приращений сейсмичности	55
8.2.2	Результаты определения приращений сейсмической интенсивности на площадке и ее расчетная сейсмичность	56
8.3	Количественные характеристики прогнозируемых сейсмических воздействий на площадке	58
8.3.1	Параметры зон возникновения очагов землетрясений, расположенных вблизи площадки	58
8.3.2	Параметры землетрясений, представляющих максимальную опасность для площадки	61
8.3.3	Определение параметров, задающих вид исходной акселерограммы на площадке	62
8.3.4	Получение исходной акселерограммы для расчета характеристик сейсмических воздействий	63
8.3.5	Методика расчета характеристик прогнозируемых сейсмических воздействий	65
8.4	Прогноз изменений сейсмичности площадки с учетом изменений инженерно-геологических условий в период строительства и эксплуатации объекта	66
8.5	Выводы	66
9	Заключение	68
10	Перечень нормативных документов	71
11	Список использованных материалов (источников)	72

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
									5
Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1			

1 ВВЕДЕНИЕ

Инженерно-геологические изыскания выполнены на основании договора № Т9-13-04/2021 от 24.05.2021г. в соответствии с техническим заданием на выполнение проектно-изыскательских работ по объекту: «Отвал сухого складирования золошлаков» (Приложение А и приложение Б) и в соответствии с программой производства работ (972-ИГИ.пр.).

Объект расположен в РФ, Иркутской области, г.Ангарске, пятый промышленный массив, участок №1, ТЭЦ-9 ООО «Байкальская энергетическая компания».

Идентификационные сведения об объекте, границы участка, функциональное назначение, данные о Заказчике и Исполнителе и пр. приведены в техническом задании.

Целью инженерно-геологических изысканий для является получение актуальной информации о природных, техногенных, инженерно-геологических и гидрогеологических условиях участка работ, необходимых и достаточных для разработки обоснованных конструктивных и объемно-планировочных решений для проекта строительства полигона сухого складирования золошлаков.

Выполнение инженерных изысканий для строительства разрешается Свидетельством о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства (СРО-И-037-18122012 от 02.06.2017 г.). Выписка из реестра членов саморегулируемой организации (приложение В).

Инженерно-геологические изыскания выполнялись с мая по август 2021 г, в том числе:

Рекогносцировочное обследование участка золоотвала ТЭЦ-9 выполнено в мае 2021 г группой специалистов ООО «Институт Красноярскгидропроект» в составе: А.Е.Лебедеко – главного инженера проекта и Н.Р.Драчевой – главного геолога.

Полевые работы (проходка скважин и статическое зондирование) выполнены в июне 2021 г полевым отрядом в составе: машиниста буровой установки М. А. Харченко; помощника машиниста буровой установки Д. А. Меншикова.

Документация геологических выработок выполнена инженером-геологом Н.С.Харченко.

В составе инженерно-геологических изысканий выполнено сейсмическое микрорайонирование участка золоотвала с целью количественной оценки влияния местных условий (состав, физико-механические свойства грунтов, положение уровня подземных вод, особенности рельефа и др.) на сейсмичность площадки. Работы выполнены под руководством инженера-геофизика Стольниковой В.Ф.

Топографическая съёмка участка работ и вынос устьев скважин и точек статического зондирования в натуру выполнены специалистами-топографами группы инженерно-геодезических изысканий ООО «Институт Гидропроект» г. Красноярск.

Лабораторные испытания грунтов и подземных вод выполнены в июне-июле 2021 г в грунтовой лаборатории ООО «Сибстройизыскания +» в г. Красноярске под руководством начальника лаборатории С.В. Рец. Заключение о состоянии измерений в лаборатории приведены в приложении Г.

Камеральная обработка материалов буровых и геофизических работ, полевых и лабораторных исследований грунтов и подземных вод, составление технического отчета выполнено в августе 2021 г.

Обработка результатов геофизических работ выполнена Стольниковой В.Ф., инженерно-геологических работ – Драчевой Н.Р и Поливцевой Н.С.

Общее руководство осуществлялось главным инженером проекта – Лебедеко А.Е.

Инженерно-геологические изыскания выполнены в соответствии с требованиями действующих в РФ нормативно-технических документов.

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

							972-ИГИ1	Лист
Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата			6

2 ИЗУЧЕННОСТЬ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

В геологическом, инженерно-геологическом, гидрогеологическом и экологическом отношении территория района является хорошо изученной.

Территория района покрыта геологической съемкой масштаба 1:200000 в 1958-1959 гг, по результатам которой в 1961 г издана Государственная Геологическая карта М 1:200 000 (В.И.Роковский, В.С.Исакова), которая переиздана в 2013 г по результатам геологического доизучения площади листа N-48-XXXII [1].

В 1988-1990 гг. в бассейнах рек Иркутта и Китоя проведена геологическая съёмка масштаба 1:50000 (В.М. Садриев), по результатам которой детализировано распространение осадочных и интрузивных образований от архея до кайнозоя.

В 1964-1966 гг в районе работ выполнена гидрогеологическая съёмка масштаба 1:200000 (Ю.Г.Перепелица, Г.П.Рябцева, В.П.Качура и др.). Установлено, что из четвертичных отложений обводнён, главным образом, аллювий крупных рек. В породах юры, нижнего кембрия и верхнего протерозоя выделены водоносные горизонты и комплексы.

Кроме того, гидрогеологические исследования сопровождали строительство разнообразных объектов промышленных центров Иркутска, Ангарска и Шелехова.

В 1964-1967 гг проведена геологическая, гидрогеологическая и инженерно-геологическая съёмка масштаба 1:50000 в северо-восточной части площади (Б.Л.Шурыгин, В.В.Гинин, М.И.Серебрянников и др.), по результатам которой в четвертичных отложениях установлены обводненные торфяники, водоносные горизонты поймы и надпойменных террас. В юрских породах выделены водоносные комплексы в отложениях кудинской, присаянской и черемховской свит.

Инженерно-геологические работы осуществлялись, начиная с 30-х годов в двух направлениях: общие инженерно-геологические работы, определяющие выбор объектов массового строительства, и работы на локальных участках строительства тех или иных сооружений.

В результате инженерно-геологической съёмки масштаба 1:50000 (1964-1967 гг.) дана инженерно-геологическая характеристика различных литологических разновидностей пород. Рассчитаны обобщённые показатели физико-механических свойств грунтов. Проведено инженерно-геологическое районирование территории для целей массового промышленного и гражданского строительства. Работы на локальных участках строительства отдельных сооружений проводились многочисленными проектными и изыскательскими организациями.

В пределах рассматриваемой территории, за время эксплуатации золоотвала участка № 1 ТЭЦ-9 были выполнены инженерно-геологические изыскания в 1961, 1979, 1982, 1983, 1986, 1994 и 2003 годах для проекта первичной дамбы и для проектов наращивания и расширения ЗШО с определением физико-механических характеристик грунтов дамбы и основания, из которых

Заказчиком для выполнения инженерных изысканий были предоставлены следующие материалы:

- Заключение по результатам лабораторных определений физико-механических свойств грунта. Золоотвал ТЭЦ-9. Карьер пылевато-глинистых грунтов для отсыпки ограждающей дамбы золоотвала. НП ОО «Центр геолого-экологических исследований, 2002 г.
- Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям на площади секции № 2. Изыскания для рабочего проекта. Расширение существующего золоотвала Иркутской ТЭЦ-1 в городе Ангарске Иркутской области. Секции № 2 и № 3. Часть I. Том I. НП ОО «Центр геолого-экологических исследований, 2003 г.
- Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям на площади секции № 2. Изыскания для рабочего проекта. Расширение существующего золоотвала Иркутской

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

							972-ИГИ1	Лист
Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			7

ТЭЦ-1 в городе Ангарске Иркутской области. Секции № 2 и № 3. Часть II. Том II. НП
ОО «Центр геолого-экологических исследований, 2003 г.

Более ранние материалы инженерно-геологических изысканий в архиве ТЭЦ-9 не обнаружены.

Учитывая срок давности выше перечисленных отчетных материалов в соответствии с п.п.6.1.7 СП 47.13330.2016 данные материалы можно использовать как справочный материал, а также для анализа динамики изменения геологической среды, в том числе под влиянием техногенных воздействий.

В выше перечисленных работах в той или иной мере освещаются общие и частные инженерно-геологические и гидрогеологические условия в районе расположения золоотвала ТЭЦ-9, которые послужили для составления инженерно-геологической модели участка с целью оптимального планирования основных видов работ, позволяющих решить поставленные задачи.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					972-ИГИ1	Лист
								8
Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата			

3 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ УСЛОВИЯ

3.1 Рельеф и гидрография

Географически участок золоотвала приурочен к территории Иркутско-Черемховской равнины, которая находится на юге Иркутской области и с северо-востока примыкает к подножию Восточного Саяна.

Равнина является частью Среднесибирского плоскогорья. На севере и северо-западе ограничена южной оконечностью Ангарского кряжа, на севере – западной окраиной Лено-Ангарского плато.

Равнина представляет собой краевой прогиб Среднесибирского плоскогорья, с характерным холмисто-увалистым рельефом. Плоские поверхности междуречий имеют абсолютную высоту 550-650 м. На дне долин крупных рек минимальные отметки падают до 400-420 м.

Большая часть района занята таёжными светлохвойными лесами, но также распространены лесостепные участки с большими массивами степей. В лесостепной части преобладают дерново-подзолистые и чернозёмные почвы, в лесной – дерново-подзолистые.

В гидрографическом отношении площадка изысканий вытянута вдоль левого берега протоки Голуторовской недалеко от слияния её с рекой Ангара.

В геоморфологическом отношении золоотвал (будущий полигон сухого складирования) расположен на первой надпойменной террасе р. Ангара. Средние абсолютные отметки поверхности террасы составляют 408,0-409,0 м, абсолютные отметки поверхности рельефа повышаются до 412,0-413,0 м на расстоянии около 1 км.

3.2 Краткая климатическая характеристика

Климат Иркутской области резко континентальный. Характерными особенностями его являются: длинная зима с большим количеством солнечных дней, высокое давление и быстрая смена погоды весной и осенью. Смягчающее воздействие на климат оказывают озеро Байкал и Ангарские водохранилища.

Среднегодовая температура воздуха 0,7°С. Наиболее холодный месяц – январь со средней месячной температурой воздуха минус 20,0°. Абсолютный минимум в январе составляет минус 50,2°.

Наиболее высокие температуры воздуха приурочены к июлю – самому тёплому месяцу (его среднемесячная температура воздуха плюс 18,0 °С), абсолютный максимум равен плюс 36,5°.

Первые заморозки на поверхности почвы начинаются в середине сентября, последние заморозки заканчиваются в конце мая. Промерзание почвы наступает в ноябре, весеннее оттаивание происходит в апреле. Среднегодовая температура поверхности почвы составляет 1,3 °С, абсолютный максимум температуры поверхности почвы 60,7 °С, абсолютный минимум минус 42,5 °С.

Средняя продолжительность безморозного периода на поверхности почвы составляет 106 дней.

Глубина промерзания грунта в среднем составляет – 169 см.

Годовое количество осадков составляет 470 мм, причем основное количество их выпадает с апреля по октябрь.

Максимальная высота снежного покрова достигает 50 см, средняя не превышает 32 см.

Преобладающими ветрами в течение года являются восточные и юго-восточные. Средняя годовая скорость ветра составляет 2,1 м/с.

Согласно СП 131.13330.2012 район работ относится к климатическому району I, подрайону IB.

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

											Лист
											9
Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата						

Подробная климатическая характеристика и водный режим района приведен в техническом отчете по результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий, шифр 972-ИГМИ.

3.3 Техногенные условия

В пределах участка работ источником техногенеза являются ограждающие золоотвал дамбы, чаша золошлакоотвала и линейно-транспортные коммуникации. Изменение геологической среды, произошедшее под их воздействием связаны, прежде всего, с трансформацией рельефа, отсыпкой насыпей, влиянием на подземные и поверхностные воды.

Создание золошлакоотвала полностью изменило природный рельеф на рассматриваемом участке и привело к формированию аккумулятивного техногенного рельефа, представленного платообразным пространством, ограниченным дамбами.

Инженерно-геологические условия на территории площадки изысканий осложнены распространением насыпных грунтов, слагающих тела ограждающих дамб, намывных грунтов, залегающих в чаше золошлакоотвала.

Грунты, оказавшиеся в зоне влияния техногенных воздействий в той или иной мере изменили свое состояние и свойства.

15.01.1980 г. в подошве дамбы секции № 2 после появления грифона произошел суффозионный вынос грунта по необнаруженному руслу ручья, после образования подземного «канала» произошел прорыв дамбы и вынос воднозолового потока в р. Ангару. Дамба восстановлена с диафрагмой из полиэтиленовой пленки [6].

За последующий период отказов, повреждений, аварийных ситуаций не зафиксировано.

3.4 Сейсмичность района

Согласно общему сейсмическому районированию территории Российской Федерации (карты ОСР-2016), СП 14.13330.2018 (приложение А) район г.Ангарска находится в зоне сотрясений – 8 баллов (по шкале MSK-64), карта А; для объектов повышенной ответственности – 8 баллов, карта В; для особо ответственных объектов – 9 баллов, карта С.

Для района работ принята сейсмичность 8 баллов (карта В, ОСР-2016).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			972-ИГИ1						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

4 ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА РАБОТ

4.1 Геологическое строение

В геологическом строении района принимают участие, среднемезозойские и кайнозойские образования, представленные терригенными отложениями юры (черемховская свита), перекрытыми с поверхности четвертичными осадками.

Юрские отложения отличаются фациальной неустойчивостью и невыдержанностью горизонтов и слоёв. В разрезе юры широко развиты внутриформационные размывы со следами явных и скрытых несогласий, со срезанием слоёв и признаками неоднократного переотложения осадков.

В пределах района работ они представлены верхней подсвитой черемховской свиты, в составе которой выделяются песчаники, алевролиты, с маломощными прослоями аргиллитов, гравелитов, конгломератов и пропластки углей. В кровле породы выветрелы до суглинков, супесей и песков. Мощность зоны выветривания достигает 15-20 м.

Четвертичные отложения представлены осадками различных генетических типов, залегающими в долинах рек, на склонах и вершинах возвышенностей. В разрезе четвертичных отложений выделяются отложения среднего и верхнего звеньев и голоцена. В районе участка работ распространены верхнечетвертичные и современные отложения.

Верхнечетвертичные отложения (aQ_{III}) представлены русловой и пойменной фациями первой надпойменной террасы, высота которой над меженным уровнем рек изменяется в пределах 5-10 м, а также покровными лёссовидными суглинками.

Русловые песчано-галечные осадки обнажаются обычно в урзе рек. Они представлены хорошо отсортированными мелкими галечниками с прослоями серых и жёлтых разномерных песков. Мощность русловой фации в долинах рек Китой, Ангара и Иркут достигает 10 м.

Осадки пойменной фации характеризуются глинами, песками, супесями и суглинками, мощность которых составляет 7-10 м.

К современным отложениям отнесены аллювиальные и техногенные осадки.

Аллювиальные отложения слагают русло и пойму р.Ангара, характеризуется песчано-галечниковыми осадками, перекрытыми с поверхности песками, супесями и суглинками.

Техногенные отложения представлены насыпными, засыпными, перемешанными, агротехническими и техногенно-обусловленными осадками.

4.2 Гидрогеологические условия

Район работ находится в пределах Иркутского артезианского бассейна II порядка. По возрасту водовмещающих пород и условиям залегания выделяются подземные воды кайнозойских и мезозойских образований

Подземные воды кайнозойских отложений приурочены к отложениям четвертичного и современного (голоцен) возраста.

Водоносный голоценовый аллювиальный комплекс (aQ_{IV}) пространственно совмещается с современными долинами рек и ручьёв. Состав водовмещающих отложений зависит от типа аллювия, который имеет чёткое деление на русловую (до 10 м) и пойменную (3 м) фации. Первая сложена галечниками и песками, вторая - глинами и илами.

Водообильность и фильтрационные свойства голоценовых отложений весьма неоднородны. Коэффициенты фильтрации пойменных осадков не превышают 1 м/сут. Проницаемость и обводнённость руслового аллювия характеризуется изменением коэффициентов фильтрации от 3-5 до 130 м²/сут., водопроницаемость от 40 до более 1000 м²/сут., наибольшая водообильность наблюдается в прирусловых зонах. Удельные дебиты скважин составляют 10-25 л/сек.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инд. № подл.							Лист
			972-ИГИ1						
			Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Питание водоносного комплекса происходит за счёт инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод, а также подтока подземных вод из нижележащих комплексов.

Химический состав подземных вод довольно однообразный-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый с минерализацией до 0,5 г/л. Подземные воды подвержены загрязнению особенно в селитебных зонах и там, где сосредоточены мощные техногенные объекты.

Водоносный голоцен-плейстоценовый аллювиальный комплекс (aQII-IV) распространён в долинах крупных водотоков и приурочен к отложениям надпойменных террас, сложенных русловыми (до 10 м) и пойменными (до 14,3 м) осадками.

Отложения комплекса практически повсеместно покрыты суглинками, что влияет на глубину залегания подземных вод, которая изменяется от 0,5 до 40 м. Значения коэффициентов фильтрации отложений варьируют от 3-5 до 130 м/сут., иногда достигают 200-330 м/сут. Водопроницаемость колеблется от 60 до более 2000 м²/сут.

Подземные воды, как правило, безнапорные, при наличии в верхней части суглинков они приобретают местный напор до 30 м. По химическому составу воды гидрокарбонатные магниевый-кальциевые с минерализацией до 0,5 г/л.

Зафиксировано загрязнение подземных вод промышленными стоками, на сельскохозяйственных площадях часто отмечаются загрязнения нитратами и нитритами.

Питание вод комплекса осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод.

Подземные воды мезозойских отложений представлены водоносным присаянско-черемховским ниже-среднеюрским терригенным комплексом, распространённым повсеместно в поле развития юрских отложений.

Наличие в комплексе пластов и линз относительно водоупорных пород, обусловило формирование в нём от одного до нескольких невыдержанных по простиранию водоносных горизонтов мощностью от 4-5 до 40-70 м. Мощность комплекса достигает 150 м.

Обводнены, главным образом, трещиноватые песчаники, алевролиты и каменные угли. Водоносность и фильтрационные свойства водовмещающих пород весьма неоднородны и неравномерны по площади и глубине разреза. Это связано с фациальной изменчивостью осадочной толщи как по вертикали, так и по латерали. Установлено, что на общем фоне слаботрещиноватых пород выделяются участки с повышенной водоносностью пород, тяготеющие к долинам рек.

Подземные воды в области питания безнапорные, иногда наблюдаются небольшие напоры (до 30 м). С глубиной напорность возрастает до 400 м. В долинах крупных рек скважины часто фонтанируют, уровни устанавливаются выше поверхности земли на +0,3 до +10 м.

Питание подземных вод происходит за счёт инфильтрации атмосферных осадков и перетекания вод из выше и ниже расположенных гидрогеологических подразделений.

Химический состав вод в верхней части комплекса довольно однороден - гидрокарбонатный магниевый-кальциевый с минерализацией до 0,6 г/л. Для подземных вод комплекса характерен факт загрязнения коммунальными и промышленными стоками, особенно на территориях городских агломераций.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							972-ИГИ1	Лист
										12
			Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

5 МЕТОДИКА И ОБЪЕМЫ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

Учитывая требования нормативных документов, объем ранее проведенных геологоразведочных и изыскательских работ, исходя из природно-техногенной обстановки, программа инженерно-геологических изысканий для проекта «Отвала сухого складирования золошлаков» была реализована следующим образом:

- сбор изучение и систематизация имеющихся материалов изысканий по району и участку работ;
- инженерно-геологическое обследование;
- буровые работы с комплексом инженерно-геологического опробования;
- статическое зондирование;
- сейсмическое микрорайонирование;
- лабораторные исследования свойств грунтов и химического состава подземных вод;
- камеральная обработка полученного материала и составление технического отчета.

В процессе выполнения изысканий объемы отдельных видов работ корректировались в соответствии с реальными инженерно-геологическими условиями.

Объемы выполненных работ приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Виды и объемы выполненных работ

№ п/п	Виды работ	Ед.изм.	Объем работ по программе	Объем фактический
1	2	3	4	5
1	Сбор и систематизация материалов изысканий прошлых лет:			
2	Разработка и согласование программы работ	программа	1	1
3	Инженерно-геологическое обследование	км.	10	10
4	Проходка скважин глубиной, всего, в т.ч.:	скв/п.м.	26/415	23/388
	– до 15 м	скв/п.м.	21/315	17/266,0
	– до 20 м	скв/п.м.	5/100	6/120,0
	– шурфы	ш/п.м.	-	2/2,0
5	Инженерно-геологическое опробование	всего	190	180
	– пробы ненарушенной структуры (монолиты)	мон	90	107
	– пробы нарушенной структуры	проба	100	73
	– опробование подземных вод	проба	6	8
	– опробования золошлаков	валовая проба	6	7
6	Полевые исследования грунтов:			
	– статическое зондирование	опыт	16	14
7	Сейсмическое микрорайонирование методом преломленных волн	ф.н.	60	80

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ п/п	Виды работ	Ед.изм.	Объем работ по программе	Объем фактический
1	2	3	4	5
8	Лабораторные исследования:			
	– определение физико-механических свойств грунтов, слагающих дамбы и их основания	проба	150	181
	– определение физико-механических свойств золошлаковых отложений при оптимальной влажности и плотности	проба	6	7
	– определение химического состава подземных вод	проба	6	8
9	Камеральные работы и составление технического отчета:			
	– по инженерно-геологическим изысканиям;	отчет	1	1

5.1 Сбор и систематизация материалов изысканий прошлых лет

Для выполнения проектно-изыскательских работ, Заказчиком переданы технические отчеты [2-6] о ранее выполненных инженерно-геологических и проектных работах на территории золошлакоотвала участка №1 ТЭЦ-9.

Систематизация, анализ и обобщение материалов инженерно-геологических изысканий по району и участку работ позволили оценить состояние ограждающих дамб, их оснований, и наметить оптимальные виды работ необходимые и достаточные для выполнения проекта «Полигона сухого складирования».

На основе изученных материалов были намечены объемы полевых работ и составлена программа работ.

5.2 Инженерно-геологическое (рекогносцировочное) обследование

Инженерно-геологическое обследование выполнено на участке расположения золошлакоотвала, а также на прилегающей территории.

Маршрутные наблюдения выполнены по ограждающим и разделительным дамбам, а также по периметру золоотвала. Протяженность маршрута составила около 10 км.

В процессе обследования велись наблюдения, описывались: границы геоморфологических элементов, мезо и микрорельеф, растительность, геологические процессы и явления и пр.

Особое внимание уделялось наиболее неблагоприятным участкам территории с активным проявлением экзогенных процессов. Уточнялись места заложения разведочных скважин и возможности проезда буровой техники к ним.

Инженерно-геологическая рекогносцировка проводилась при хорошей проходимости, категория сложности – II (средней сложности).

5.3 Буровые работы

Бурение скважин в ходе инженерно-геологических изысканий выполнено с целью оценки состояния ограждающих дамб золошлакоотвала, инженерно-геологических и гидрогеологических условий их оснований, а также с целью отбора проб грунта для лабораторных исследований.

Бурение скважин производилось колонковым способом установкой УРБ 2А-2 с соблюдением технологии бурения, в соответствии с «Рекомендациями производства буровых работ при инженерно-геологических изысканиях для строительства».

Всего пройдено 23 скважин глубиной до 15-20 м, общим метражом 388 п.м., в том числе:

Взам. инв. №						Лист
Подп. и дата						972-ИГИ1
Инв. № подл.						

- 11 скважин глубиной до 20 м, всего 120 п.м.;
- 12 скважин глубиной до 15 м, всего 266 п.м.

Программой в пределах секций №2 и №4 золошлакоотвала были намечены к проходке 9 скважин, в том числе, две скважины (№№ 2109 и 21010) в чаше секции №4 и 6 скважин (№№ 21016-21019, 21021-21023) в чаше секции №2. При оценке возможности подъезда буровой техники к этим точкам выяснилось, что подъезд к точкам бурения этих скважин затруднен или невозможен.

Скважины в секции №4 были заменены 2-мя шурфами из которых были отобраны пробы ЗШМ для лабораторных исследований водонасыщенных золошлаковых отложений. Скважины №№ 21016, 21021 и 21023 из-за невозможности подъезда буровой техники к ним, пройдены не были. Точка статического зондирования т.с.з.21016 перенесена на ~150 м севернее скважины и точки зондирования № 21017.

Местоположение выработок приведено на карте фактического материала (граф.прил. 972-ИГИ1-Г, листы 1, 2), каталог координат скважин – в приложении Д, колонки скважин – в приложении Е.

При проходке рыхлых, обломочных и обводненных пород бурение выполнялось с одновременной обсадкой трубами пройденного интервала.

Все горные выработки после окончания работ ликвидированы обратной засыпкой грунтов с трамбованием.

При бурении весь поднятый керн тщательно документировался.

По каждой скважине велся журнал полевой документации.

Особое внимание уделялось появившемуся и установившемуся уровням подземных вод, напорным водам, провалам снаряда при бурении.

Все замеры записывались в буровой журнал. Также в журнале фиксировались все прямые и косвенные показатели, способствующие характеристике состояния разбуриваемых пород.

5.4 Опробование грунтов и подземных вод

Инженерно-геологическое опробование выполнено для целей изучения состава, состояния, физико-механических свойств грунтов, закономерностей изменения показателей этих свойств в плане и в разрезе.

Все намеченные к проходке выработки подлежали опробованию. В процессе проходки отобраны пробы ненарушенной структуры (монолиты) из связных грунтов, и пробы нарушенной структуры из песчаных и гравийно-галечниковых отложений.

Пробы отбирались из каждой разновидности грунтов, но не реже, чем через 1,5-2,0 м.

Из грунтов тела дамб и оснований отобраны монолиты глинистых грунтов, а также по возможности из песчаных грунтов, и пробы нарушенной структуры на полный комплекс исследований физико-механических свойств грунтов.

Из песчано-гравийно-галечниковых грунтов отобраны пробы нарушенной структуры. Из заполнителя отбиралась проба в бюкс на влажность.

Пробы ненарушенной структуры отбирались из скважин с помощью грунтоносов.

Всего отобрано 180 проба, в том числе 107 проб ненарушенной структуры (монолитов) и 73 пробы нарушенной структуры.

Золошлаковый материал опробован аналогично как грунт основания. Для определения характеристик золошлаков при сухом складировании отобрано 7 валовых проб для исследования при оптимальной влажности и плотности. Масса пробы не менее 3-5 кг.

Отбор, упаковка и транспортировка проб грунта, монолитов велась согласно ГОСТ 12071-2014.

Взам. инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
972-ИГИ1					Лист
					15

Для определения стандартного химического состава воды отобрано 8 проб объемом в 1 литр. Отбор, хранение и транспортировка проб воды выполнены согласно ГОСТ 31861-2012.

5.5 Полевые исследования грунтов методом статического зондирования

Полевые испытания грунтов статическим зондированием применялись в комплексе с другими видами инженерно-геологических работ для:

- выделения инженерно-геологических элементов (толщины слоев и линз, границ распространения грунтов различных видов и разновидностей);
- оценки пространственной изменчивости состава и свойств грунтов;
- количественной оценки характеристик физико-механических свойств грунтов (плотности, модуля деформации, угла внутреннего трения и сцепления грунтов и др.).

Статическое зондирование выполнено комплектом аппаратуры ПИКА-17К с зондом типа II в соответствии с требованиями ГОСТ 19912-2012, позволяющего получать в цифровом виде параметры с задавливаемого зонда: сопротивление для лобовой части и сопротивления по боковой поверхности.

Статическое зондирование грунтов выполнено в 14 точках, располагавшихся не далее 5 м от скважин одноименных номеров или пройденных отдельно.

Глубина зондирования определилась в полевых условиях номинальными возможностями установки и составила: максимальная от 7,5 м до 11,3 м, минимальная – от 2,3 до 4,0 м. Испытание заканчивалось после достижения предельных усилий вдавливания, или отказа установки вследствие отклонения наконечника зонда от вертикали и опасности повреждения зонда. По окончании испытания зонд извлекался из грунта, а скважина тампонировалась.

Камеральная обработка результатов зондирования по определению физико-механических характеристик грунтов выполнена в соответствии с приложением Ж СП 446.1325800.2019.

Паспорта статического зондирования приведены в приложении Ж.

5.6 Сейсмическое микрорайонирование

Сейсмическое микрорайонирование выполнено с целью количественной оценки влияния местных условий (состав, физико-механические свойства грунтов, положение уровня подземных вод, особенности рельефа и др.) на сейсмичность площадки с указанием изменения интенсивности в баллах.

Для решения поставленной задачи выполнялась сейсморазведка корреляционным методом преломленных волн (КМПВ). Работы выполнялись после завершения инженерно-геологических изысканий.

Для обеспечения достоверности и точности интерпретации результатов геофизических исследований проводился анализ результатов бурения скважин и характеристики грунтов.

Сейсморазведочные работы выполнялись по методике точечного зондирования с регистрацией продольных и поперечных волн по схеме Z-Z и Y-Y.

Точки зондирования обрабатывались по 5-точечной системе наблюдения (пункты удара на концах, середине косы, и 2 выноса, равных длине базы приема и базе приема, соответственно) с полным перекрытием. Расстояние между пунктами возбуждения (ПВ) составляли 23 м, база приема 46 м, шаг между пунктами приема колебаний (ПП) – 2 м, на каждом ПП устанавливался один сейсмоприемник.

В качестве регистрирующей аппаратуры использовалась поверенная 24-канальная компьютеризированная сеймостанция «Лакколит-24 ХМ», сертификат соответствия которой приведен в приложении М.

Регистрация колебаний производилась на жесткий диск компьютера, сейсмограммы записывались в формате SEG-Y. Время регистрации 512-1024 мс. Время дискретизации 0.5-1 мс. Возбуждение колебаний производилось посредством ударов кувалдой (тампером) массой 8

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

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист
							16

кг по деревянному брусу. На одно физическое наблюдение выполнялось от 10 до 20 синфазных накоплений – в зависимости от соотношения сигнал/помеха.

Первичная обработка полевых материалов исходных сейсмограмм проводилась с помощью программы «Лакколит», входящей в комплект поставки сейсмостанции. Дальнейшая обработка проводится с помощью специализированной лицензионной программы для обработки данных КМПВ «RadExPro» (ООО «СК Деко-Геофизика»).

Выноска и привязка точек геофизических наблюдений выполнена инструментально. Координаты геофизических точек приведены в каталоге (приложение Е).

Расположение геофизических точек приведено на карте фактического материала (граф. прил. 972-ИГИ1-01), а также на карте сейсмического микрорайонирования (граф. прил. 972-ИГИ1-03).

5.7 Лабораторные работы

Лабораторные исследования грунтов выполнялись с целью определения их классификационных и физико-механических свойств.

Для глинистых грунтов тела дамб и основания определялся: полный комплекс физико-механических свойств: полный гранулометрический состав, влажность, плотность, плотность частиц грунта, пределы пластичности, прочностные (угол внутреннего трения, сцепление) и деформационные (модуль деформации) свойства и фильтрационные параметры.

Для несвязных грунтов (песчаных и гравийно-галечниковых) выполнен полный комплекс определения физических свойств, включающий определение гранулометрического состава, влажности, пределов пластичности для заполнителя, плотности сложения.

Результаты определения прямых показателей свойств грунтов лабораторными методами использовались для расчетов следующих характеристик грунтов: числа пластичности, показателя текучести, плотности грунта в сухом состоянии, плотности грунта при полном водонасыщении, пористости, коэффициента пористости и степени влажности, которые являются классификационными при выделении видов и разновидностей грунта согласно ГОСТ 25100-2011.

Объемы выполненных лабораторных исследований приведены в таблице 4.2.

Таблица 5.2 – Виды и объемы выполненных лабораторных исследований

№ п/п	Виды работ	Ед.изм.	Объем работ	Примечание
1	2	3	4	5
1	Гранулометрический состав	образец	168	
2	Влажность грунта	образец	162	
	Консистенция грунта нарушенной структуры	образец	56	
	Плотность грунта	образец	107	
	Плотность частиц грунта	образец	128	
	Сопrotивление срезу грунтов	образец	29	
	Компрессионные испытания грунтов	образец	26	
	Коэффициент фильтрации грунта в том числе с заданной влажностью и плотностью для золошлаковых отложений	образец	17	
	Содержание органических примесей	образец	36	
	Засоленность грунта	образец	21	

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

											972-ИГИ1	Лист
Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата							17

№ п/п	Виды работ	Ед.изм.	Объем работ	Примечание
1	2	3	4	5
7	Комплекс определений оптимальной влажности и максимальной плотности грунта	образец	7	Выполнено для золошлакового материала
8	Полный комплекс физико-механических свойств грунта нарушенной структуры с заданной влажностью и плотностью сухого грунта, с определением сопротивления грунта срезу (консолидированный срез) и компрессионными испытаниями с нагрузкой до 0,6 МПа	образец	6	
10	Стандартный (типовой) анализ воды	образец	8	

Лабораторные работы выполнены по стандартным методикам с учетом требований к методам лабораторного определения характеристик физико-механических свойств грунтов согласно ГОСТ 30416-2012.

Гранулометрический состав грунтов определялся ситовым и ареометрическим способом (ГОСТ 12536-2014).

Физические свойства грунтов (влажность, пределы текучести и раскатывания, плотность грунта и плотность частиц грунта) определялись по ГОСТ 5180-2015, коэффициент фильтрации – ГОСТ 25584-2016, содержание органических примесей – ГОСТ 23740-2016, содержание легкорастворимых солей – ГОСТ 26423-85.

Показатели прочности (угол внутреннего трения и сцепление) и деформируемости (модуль общей деформации грунтов, определены по стандартной методике, соответственно, ГОСТ 12248.1-2020 и ГОСТ 12248.4-2020.

Лабораторные исследования проб воды заключаются в определении химического состава и выполняются в соответствии с государственными стандартами и унифицированными методиками.

Протокол результатов лабораторных исследований грунтов приведен в приложении И.

5.8 Камеральная обработка материалов и составление технического отчета

Камеральные работы заключались в обработке результатов полевых инженерно-геологических работ, сейсмического микрорайонирования и лабораторных исследований грунтов и подземных вод, построении геологических разрезов, определении нормативных и расчетных значений физико-механических свойств грунтов.

Результаты инженерно-геологических изысканий и исследований выполнены на топографической основе масштаба 1:1000.

Камеральная обработка полевых, лабораторных работ выполнена в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов:

- расчленение грунтовой толщи на ИГЭ по литолого-генетическим признакам – в соответствии с ГОСТ 25100-2011;
- статистическая обработка результатов лабораторных испытаний – в соответствии с ГОСТ 20522-2012.

Результаты расчетов приведены в таблицах, а промежуточные и исходные данные в приложениях к отчету.

При составлении технического отчета использованы материалы изысканий прошлых лет, выполненные в районе участка работ [1-6].

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

						972-ИГИ1	Лист
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		18

Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям составлен в соответствии требованиями СП 47.13330.2016.

Оформление материалов инженерно-геологических изысканий выполнено с помощью компьютерных программ «CREDO», «AutoCAD», «Excel» и «Microsoft Word».

Перечень нормативных документов и справочных материалов, использованных при выполнении инженерно-геологических изысканий, приведен в списке использованных материалов (разделы 10 и 11).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					972-ИГИ1	Лист
								19
Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата			

6 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА РАБОТ

6.1 Основные конструктивные особенности золошлакоотвала участка № 1 ТЭЦ-9

Золошлакоотвал участка № 1 ТЭЦ-9 трехсекционный равнинного типа в расположен на берегу протоки Голуторовская.

Секции № 2 и № 3 в плане имеют трапециевидальную форму, Короткая и боковые стороны которой повторяют очертания берега протоки Голуторовская. Основание трапеции является общей стороной с секцией № 4 (рисунок 6.1).



Рисунок 6.1 – Золошлакоотвал участка №1 Иркутской ТЭЦ-9

По периметру золошлакоотвал окружен грунтовой дамбой. Общая протяженность напорного фронта 6725 м. Внутренняя чаша золошлакоотвала разделительной дамбой поделена на две секции № 2 и № 3.

Секции № 2 и № 3 фильтрующие, секция № 4 – с противofильтрационным экраном.

Гидротехнические сооружения вводились в эксплуатацию очередями: первая очередь – в 1963 г, вторая – 1973 г, третья – 1981 г, секция № 4 – в 1999 г.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1

Лист

20

В 2004-2005 гг выполнена реконструкция секций № 2 и № 3 с целью расширения золоотвала. При реконструкции золоотвала выполнено увеличение высоты дамб с отметок гребня 416,0-417,5м до отметок 419,0-420,0 м, при этом отсыпка дамб выполнялась в сторону секций № 2 и № на золошлаковые отложения.

Класс гидротехнических сооружений III.

В настоящее время секции № 2 и № 3 не эксплуатируются с 2012 г, а секция № 4 – с 2019 г.

Проектом предусматривается использовать золоотвал для сухого складирования золошлакового материала.

6.2 Результаты инженерно-геологического обследования дамб ЗШО

В процессе проведения инженерно-геологического обследования детальному осмотру подвергались ограждающие и разделительная дамбы секций ЗШО (рисунки 6.2-6.12).



Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



Рисунок 6.2 – Секция № 4. Общий вид: а – на чашу секции, б – на разделительную дамбу между секциями № 4 и № 2, в – на гребень и низовой откос западной ограждающей дамбы.



Рисунок 6.3 – Секция № 2. Общий вид – на верховой откос разделительной дамбы

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1

Лист

22



Рисунок 6.4 – Секция № 2. Общий вид на чашу секции № 2 с разделительной дамбы между секциями № 4 и № 2.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1



Рисунок 6.5 – Секция № 2. Общий вид на центральную часть чаши секции № 2.



Рисунок 6.6 – Секция № 2. Общий вид на чашу секции № 2 со стороны северной ограждающей дамбы (съезд на точку скв. 21022).

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

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1

Лист

24



Рисунок 6.7 – Секция № 2. Общий вид на чашу секции № 2 со стороны восточной ограждающей дамбы (район скв. 21028).



Рисунок 6.8 – Общий вид на северную часть ограждающей дамбы (район пьезометрического створа № 7).

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1

Лист

25



Рисунок 6.9 – Общий вид на восточную (нижний снимок) и южную (верхний снимок) части ограждающей дамбы.



Рисунок 6.10 – Общий вид на низовой откос восточной части ограждающей дамбы.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



Рисунок 6.11 –Секция № 3. Общий вид на чашу секции с разделительной дамбы между секциями № 2 и № 3.



Рисунок 6.12 –Секция № 3. Общий вид на чашу секции с южной дамбы.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1

На откосах ограждающих дамб вертикальные трещины и промоины отсутствуют. Также отсутствуют продольные трещины вдоль гребня дамб.

Признаков оползневых явлений на откосах, а также осыпаний откосов не наблюдается. На гребнях дамб имеются отдельные локальные понижения, не превышающие 10-15 см. Механических повреждений откосов и гребней дамб не зафиксировано.

Низовые откосы дамб, а также пригребневые участки верховых откосов задернованы и покрыты травянистой растительностью, местами на которой обосновалась древесная и кустарниковая растительность.

Результаты деятельности землеройных животных не наблюдались.

На период обследования, секция № 4 заполнена до отметки 416,7 м, сброс золошлаковой пульпы остановлен в 2019 г.

Из секции № 3 выполняется выборка золошлакового материала (рисунок 6.12).

Секция № 2 находится в стадии рекультивации, по периметру густо заросла кустарниковой и древесной растительностью (рисунок 6.4, 6.6, 6.7). В центральной части секции рельеф поверхности сильно расчленен в результате выборки золошлакового материала (рисунок 6.5).

В сухие периоды при сильных ветрах в секциях наблюдается пыление.

6.3 Геологическое строение и гидрогеологические условия участка ЗШО

В геоморфологическом отношении золошлакоотвал размещается в пределах первой надпойменной террасы р.Ангара.

Средние абсолютные отметки поверхности террасы вблизи протоки Голуторовской составляют 408,0-409,0 м, повышаясь до 411,0-412,0 м в районе секции № 4.

6.3.1 Геологическое строение

Геологическое строение участка изучено на глубину до 20,0 м и представлено сверху вниз техногенными, аллювиальными и элювиальными образованиями.

Техногенные отложения ($t_{Q_{IV}}$) развиты повсеместно. В зависимости от способа образования выделены техногенно-перемещенные (t_1Q_{IV}) и техногенно-образованные (антропогенные) - t_2Q_{IV} грунты.

Техногенно-перемещенными грунтами сложены все ограждающие и разделительные дамбы. В литологическом отношении они представлены

- суглинками (ИГЭ 2 и ИГЭ 3);
- супесями (ИГЭ 4);
- песками пылеватыми, мелкими и гравелистыми (ИГЭ 5, ИГЭ 6 и ИГЭ 7);
- галечниковым грунтом (ИГЭ 8).

В разрезе ограждающих дамб выше перечисленные грунты распределены не равномерно.

Суглинками ИГЭ 2 и супесями ИГЭ 4 в основном сложены дамбы наращивания секций № 2 и № 3. Вскрыты они практически всеми скважинами, пройденными с гребня дамб, при этом наибольшим распространением пользуются суглинки ИГЭ 2. Отдельными участками суглинки и супеси вскрываются (Скв. 2102 и 2108) в верхней части ограждающей дамбы секции № 4.

По материалам изысканий 2002-2003 г [2, 3] суглинками и супесями, разработанными в ложе золоотвала, сложена цокольная часть ограждающей дамбы.

Суглинки гравелистые (ИГЭ 3) отмечаются в виде маломощных прослоев, как в теле дамб наращивания, так и в первичных ограждающих дамбах.

Песками пылеватыми (ИГЭ 5) и мелкими (ИГЭ 6), реже гравелистыми (ИГЭ 7) сложено тело ограждающей дамбы секции № 4.

Инва. № подл.	Взам. инв. №
	Подп. и дата

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Песками гравелистыми (ИГЭ 7) и мелкими (ИГЭ 5) сложена средняя часть первичных ограждающих дамб [2, 3].

Галечниковый грунт с песчаным заполнителем (ИГЭ 8) вскрывается скважинами как в гребне ограждающих дамб, так и в основании первичных дамб, когда скважинами под слоем золы подсекается нижняя часть их верховых откосов.

При этом отмечается, что в продольном профиле первичная ограждающая дамба секций № 2 и № 3 имеет блоковое строение, т.е. грунты не имеют плавных фациальных переходов. Мощность (высота) отдельных блоков отсыпки составляла от 2 до 3-4 м.

Техногенно-образованные (антропогенные) грунты представлены золошлаками намывными (ИГЭ 9 и ИГЭ 9а), залегающими в секциях золоотвала, и насыпными (перемещенными) (ИГЭ 10).

По гранулометрическому составу золошлаки относятся к пескам пылеватым, по плотности сложения к рыхлым, по степени водонасыщения подразделяются на маловлажные (ИГЭ 9) влажные (ИГЭ 10) и насыщенные водой (ИГЭ 9а).

Золошлаки ИГЭ 9 распространены в секциях № 2 и № 3. В виду того, что складирование золошлаков в эти секции прекращено с 2012 г, произошло их обезвоживание.

Золошлаки ИГЭ 9а вскрыты шурфами в секции № 4.

Золошлаки ИГЭ 10 распространены на участке опытной отсыпки в секции № 2, вскрыты скважиной № 21019.

В основании техногенных (насыпных и намывных) грунтов залегают аллювиальные отложения, представленные пестрым чередованием суглинков, супесей и песков различной крупности, в основании которых залегают гравийно-галечниковые грунты. Аллювиальные отложения вскрываются на участке секции № 4 на абсолютных отметках в пределах 410,4-412,2 м, на участке секций № 2 и № 3 – от 406,3-407,13 до 409,0-411,9 м.

Кровля аллювиальных отложений размыта в результате проведения выемки грунта под секции № 2 и № 3в и планировки оснований ограждающих дамб. В результате чего отложения пойменной фации суглинки ИГЭ 11 и ИГЭ 11а, и супеси ИГЭ 12 и ИГЭ 12а вскрыты единичными скважинами в виде маломощных прослоев и линз под техногенными насыпными и намывными грунтами.

Пески пылеватые (ИГЭ 14) и мелкие (ИГЭ 15) распространены преимущественно в основании секции № 4, в основании секций № 2 и № 3 отмечаются в виде маломощных прослоев и линз.

Гравийный (ИГЭ 17) и галечниковый (ИГЭ 18) грунты вскрываются всеми скважинами в основании аллювиальных отложений. Галька и гравий представлены изверженными, метаморфическими и осадочными породами, хорошо окатаны, заполнитель песок пылеватый.

Минимальная вскрытая мощность аллювиальных отложений составила 1,0-2,3 м, максимальная – 8,0-8,8 м.

Грунты аллювиального генезиса подстилаются терригенно-осадочными породами юрского возраста представленными алевролитами и песчаниками, выветрелыми в кровле до дисперсной коры выветривания, которая представлена суглинками (ИГЭ 19) и супесями (ИГЭ 20).

Наибольшим распространением пользуются суглинки ИГЭ 19. Грунты вскрываются на абсолютных отметках в пределах 400,8-403,74 м, вскрытой мощностью 0,4-4,0 м.

Условия залегания и распространения отложений приведены на инженерно-геологических разрезах (граф. прил. 972-ИГИ1-02, листы 1-11).

Описание геолого-литологических типов грунтов приводится в колонках скважин в приложении Е.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №								
			Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

6.3.2 Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия рассматриваемого участка характеризуются наличием грунтовых вод, приуроченным к грунтам четвертичного комплекса. В генетическом отношении подземные воды можно разделить на два горизонта: водоносный горизонт аллювиальных и водоносный горизонт техногенных отложений.

Водоносный техногенный золошлаковый горизонт имеет локальное распространение в пределах секции № 4, ограничен в плане дамбами. Верховые откосы дамб и основание секции защищены противодиффузионным экраном из полиэтиленовой пленки.

Водовмещающими породами являются золошлаковые отложения ИГЭ 9а, которые по гранулометрическому составу относятся к пескам пылеватым.

Обводненность золошлаковой толщи в период эксплуатации секции обеспечивалась постоянным поступлением пульпы, после завершения эксплуатации – атмосферными осадками.

В золошлаковых отложениях секций № 2 и № 3 техногенные воды скважинами не встречены.

Водоносный горизонт аллювиальных отложений приурочен к песчано-гравийно-галечниковым отложениям. По характеру и условиям залегания грунтовые воды безнапорные порово-пластового типа.

В период изысканий июнь 2021 г подземные воды вскрыты всеми пройденными скважинами. Глубина вскрытия и абсолютные отметки уровней приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Уровни воды в скважинах на период проходки

Номер скважины	Установившийся уровень воды, м	Абс.отм. уровня воды, м	Номер скважины	Установившийся уровень воды, м	Абс.отм. уровня воды, м
1	2	3	4	5	6
2101	8,90	409,40	21018	9,60	407,65
2102	8,80	408,68	21019	6,00	406,40
2103	8,50	409,30	21020	14,30	405,89
2105	8,30	409,46	21022	10,00	405,60
2107	9,10	408,45	21024	14,50	405,63
2108	8,80	408,85	21025	14,10	405,84
21011	9,50	408,30	21026	14,30	405,69
21012	10,80	408,59	21027	14,50	405,56
21013	10,60	408,59	21028	14,20	405,33
21014	11,00	408,81	21029	14,10	405,31
21015	12,60	407,32	21030	11,80	407,47
21017	8,40	407,90			

Вскрытая мощность обводненного слоя составила от 1,8 до 6,1 м.

Питание аллювиального водоносного горизонта осуществляется в естественном режиме за счет инфильтрации атмосферных осадков, а разгрузка его происходит в русло р.Ангара.

По химическому составу грунтовые воды горизонта в основном гидрокарбонатно-сульфатные магниево-кальциевые с минерализацией 0,6-1,1 г/дм³. В двух скважинах (21012 и 21019) вскрыты сульфатно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые воды с минерализацией 0,4-0,6г/дм³. По показателю Ph подземные воды от нейтральных до щелочных. Результаты химического анализа проб воды приведены в приложении И.4.

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

						972-ИГИ1	Лист
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		30

Фильтрационные свойства грунтов обводненной зоны и зоны аэрации изучались различными методами. В таблице 6.2 приведены значения коэффициентов фильтрации для грунтов, полученные полевыми, лабораторными и расчетными методами.

Таблица 6.2 – Значения коэффициентов фильтрации грунтов

№ п/п	Номер ИГЭ	Наименование грунта	Коэффициент фильтрации, м/сутки			
			По материалам изысканий 2003 г [2, 3]	ООО "Институт Красноярскгидропроект"		
				Лабораторные исслед.	Расчетн метод (п.п.8.6.7.1 РД 34.15.073-91)	Рекомендуемые
1	2	3	4	5	6	7
1	ИГЭ 2	Суглинок песчаный и пылеватый	0,02*	0,006	0,02	0,02
2	ИГЭ 3	Суглинок гравелистый	0,02*		0,09	0,10
3	ИГЭ 4	Супесь песчаная	0,02*	0,008	0,05	0,05
4	ИГЭ 5	Песок пылеватый	5*	0,030	0,86	1,00
5	ИГЭ 6	Песок мелкий	5*	0,100	2,59	2,50
6	ИГЭ 7	Песок гравелистый	2,5н		1,73	2,50
7	ИГЭ 8	Галечниковый грунт, заполнитель песок пылеватый	3,2н		8,64	9,00
8	ИГЭ 9, ИГЭ 9а	Зола	7,5н	0,049	0,06	0,10
9	ИГЭ 10	Зола		0,040**		
10	ИГЭ 11, ИГЭ 11а	Суглинок песчаный и пылеватый	0,1л	0,015	0,02	0,02
11	ИГЭ 12, ИГЭ 12а	Супесь песчаная	0,02*		0,05	0,05
12	ИГЭ 14	Песок пылеватый	-		0,86	1,00
13	ИГЭ 15	Песок мелкий	5*		2,16	2,50
14	ИГЭ 17	Гравийный грунт, заполнитель песок пылеватый	5*		7,26	7,00
15	ИГЭ 18	Галечниковый грунт, заполнитель песок пылеватый	-		30,24	30,20
16	ИГЭ 19	Суглинок песчаный и пылеватый	0,07л		0,02	0,02
17	ИГЭ 20	Супесь песчаная	-		0,03	0,03

Примечание:

л - значение показателя определено лабораторным методом;

н - коэффициент фильтрации определен методом налива в шурфы;

* - значения коэффициента фильтрации приняты по таблице II-4 "Справочного руководства гидрогеолога" под редакцией В.М.Максимова. М., Недра, 1979 г.

** - коэффициент фильтрации определен на образцах с заданной влажностью и плотностью грунта.

Таким образом по водопроницаемости (таблица В.4, приложения В ГОСТ 25100-2020) глинистые грунты ИГЭ 2, ИГЭ 11, ИГЭ 11а, ИГЭ 19 и ИГЭ 20 относятся к слабоводопроницаемым, грунты ИГЭ 3 – ИГЭ 7, ИГЭ 9, ИГЭ 9а, ИГЭ 10, ИГЭ 12, ИГЭ 12а, ИГЭ 14 и ИГЭ 15 относятся к водопроницаемым, гравийно-галечниковые грунты ИГЭ 8, ИГЭ 17 и ИГЭ 18 – к сильноводопроницаемым.

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

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист
							31

6.4 Геологические процессы и явления

По характеристике рельефа, геоморфологическим и геологическим условиям, а также сейсмической интенсивности площадка золошлакоотвала участка № 1 ТЭЦ-9 относится к территориям со средней сложностью природных условий (таблица Г.1, приложение Г СП 47.13330-2016).

К основным экзогенным неблагоприятным процессам на участке, оказывающим влияние на выбор проектных решений строительства и эксплуатацию, относится пучение грунтов в слое сезонного промерзания. К эндогенным процессам относится сейсмическая активность района.

Глубокое сезонное промерзание отмечается повсеместно. Промерзание почвы начинается в конце октября – начале ноября и продолжается до конца марта – начала апреля, когда оно достигает максимальной величины.

Глубина промерзания грунта в среднем составляет 169 см, максимальная – 268 см, минимальная – 95 см (972-ИГМИ).

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов для участка золошлакоотвала рассчитанная по СП 22.13330.2016 п.5.5.3 составила для суглинков – 1,84 м, для супесей, песков мелких и пылеватых – 2,25 м, для песков гравелистых – 2,41 м, для галечниковых грунтов – 2,73 м.

В зоне сезонного промерзания по степени пучинистости распространены грунты от непучинистых до среднепучинистых.

В таблице 6.3 приведены параметры пучинистых грунтов, рассчитанные по СП 22.13330-2016, п. 6.8.3.

Таблица 6.3 – Результаты определения степени пучинистости грунтов

№ п/п	Номер ИГЭ	Наименование грунта	Пок-ль дисп-ти (D)	Параметр (R _t)	Величина относит деф-ции пучения (ε _{fn})	Степень пучинистости
1	2	3	4	5	6	7
1	ИГЭ 2	Суглинок твердый		0,0047	0,048	Среднепучинистый
2	ИГЭ 4	Супесь твердая		0,0030	0,021	Слабопучинистый
3	ИГЭ 5	Песок пылеватый	7,97			Пучинистый
	ИГЭ 6	Песок мелкий	2,13			Слабопучинистый
	ИГЭ 7	Песок гравелистый	3,94			Слабопучинистый
4	ИГЭ 8	Галечниковый грунт	1,0			Непучинистый
	ИГЭ 9, 9а, 10	ЗШМ	39,90			Пучинистый

В соответствии с таблицей 5.1 СП 115.13330.2016 «Геофизика опасных природных воздействий», категория опасности природные процесса пучения относится к весьма опасной.

Сейсмичность района по картам общего сейсмического районирования РФ ОСР-2016 (приложение А СП 14.13330.2018) составляет:

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

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист
							32

Карта	Ответственность сооружений	Период повторяемости сотрясений	Интенсивность сотрясений в баллах шкалы MSK-64 для грунтов II категории по сейсмическим свойствам
1	2	3	4
ОСР-2015 А	Массовое строительство	500	8
ОСР-2015 В	Объекты повышенной ответственности	1000	8
ОСР-2015-С	Особо ответственные объекты	5000	9

Согласно п.п.8.2.4 СП 14.13330.2014 при расчетах на МРЗ для ГТС III класса используется карта ОСР С, при расчетах ПЗ для ГТС всех классов и видов – карта ОСР-А.

По результатам сейсмического микрорайонирования (метод сейсмических жесткостей) участок золошлакоотвала характеризуется прогнозной сейсмической интенсивностью 8 и 9 баллов для карты ОСР-2016 А и, 9 и 10 балла для карты ОСР-2016 С. Подробно результаты сейсмического районирования изложены в разделе 8.

Согласно СП 115.13330.2016 «Геофизика опасных природных воздействий», таблица 5.1 категория опасности по землетрясениям – опасная и весьма опасная.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			972-ИГИ1						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

7 ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ

Согласно ГОСТ 25100-2011 и ГОСТ 20522-2012 по составу, состоянию и физико-механическим свойствам, в пределах участка № 1 золошлакоотвала ТЭЦ-9 выделено 23 инженерно-геологических элемента (ИГЭ), границы которых совпадают с границами видов и разновидностей грунтов.

Результаты частных определений физико-механических свойств грунтов приведены в части 2 технического отчета (972-ИГИ2) в Приложении К.

Результаты статистической обработки показателей физико-механических свойств грунтов по выделенным ИГЭ приведены в приложениях:

- Приложение К – Гранулометрический состав грунтов по выделенным ИГЭ;
- Приложение К.1 – Графики гранулометрического состава грунтов по ИГЭ;
- Приложение Л – Ведомость физико-механических свойств грунтов по выделенным ИГЭ;

Коэффициент фильтрации для грунтов рассчитан по экспериментальной зависимости коэффициента фильтрации от величины d_{17} . Где d_{17} – диаметр частиц 17%-обеспеченности, содержащихся в грунте (п.п.8.6.7 РД 34.15.073-91).

Показатель плотности крупнообломочных грунтов определен расчетным методом, приведенным в книге А.А.Кагана «Расчетные характеристики грунтов», стр. 92 [7].

~~Прочностные и деформационные показатели для крупнообломочных грунтов рассчитаны по "Методике оценки прочности" ДальНИИС Госстроя СССР, М.1989г.~~

В геолого-генетическом отношении в пределах участка работ распространены отложения техногенного (tQ_{IV}), аллювиального (aQ_{III}) и элювиального (eJ) генезиса.

Техногенные отложения представлены двумя типами грунтов: техногенно-перемещенными – t_1Q_{IV} и техногенно-образованными (антропогенными) – t_2Q_{IV} .

Первые слагают тела ограждающих дамб золошлакоотвала, вторые являются отходами от сжигания угля и перемещенными в ЗШО посредством гидротранспорта, по гранулометрическому составу относящиеся к пескам пылеватым.

Грунты аллювиального и элювиального генезиса залегают в основании ограждающих дамб и секций ЗШО.

Ниже приводится их характеристика по выделенным генетическим комплексам.

7.1 Физико-механические свойства грунтов, слагающих ограждающие дамбы

По материалам полевого описания грунтов, результатам лабораторных исследований и статического зондирования, среди грунтов, уложенных в тело дамбы выделено 7 инженерно-геологических элементов.

ИГЭ 2 – суглинок твердый, легкий, песчанистый и пылеватый с примесью органических веществ. Вскрывается скважинами в основном в дамбах наращивания, ограждающих секции № 2 и № 3, в интервале глубин от 0,0-0,5 до 2,5-3,5 м.

По гранулометрическому составу отмечаются в большей степени песчанистые разности, в меньшей – пылеватые.

При полном водонасыщении переходит в тугопластичное состояние со средним показателем текучести 0,31.

ИГЭ 3 – суглинок твердый, гравелистый. Вскрыт 2-мя скважинами. В теле дамб залегают на разных уровнях от основания до гребня в виде линз и прослоев.

При полном водонасыщении переходит в полутвердое состояние со средним показателем текучести 0,17.

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подп. и дата
	Изн. № подл.

							972-ИГИ1	Лист
								34
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

ИГЭ 4 – супесь твердая песчанистая. Имеет ограниченное распространение, как ИГЭ 2 вскрывается скважинами в основном в дамбах наращивания, ограждающих секции № 2 и № 3, в интервале глубин от 0,0-0,5 до 2,5-3,5 м.

При полном водонасыщении переходит в пластичное состояние со средним показателем текучести 0,80.

ИГЭ 5 – песок пылеватый средней плотности маловлажный. Представлен главным образом в теле ограждающей дамбы секции № 4, в виде маломощных прослоев и линз отмечается в ограждающих дамбах секций № 2 и № 3.

При полном водонасыщении становится водонасыщенным с предельным коэффициентом водонасыщения $S_r=1$.

ИГЭ 6 – песок мелкий средней плотности маловлажный, как и ИГЭ 5 представлен главным образом в теле ограждающей дамбы секции № 4, присутствует в виде маломощных прослоев и линз в ограждающих дамбах секций № 2 и № 3.

При полном водонасыщении становится водонасыщенным с предельным коэффициентом водонасыщения $S_r=1$.

ИГЭ 7 – песок гравелистый средней плотности маловлажный. Имеет ограниченное распространение, в теле дамб вскрывается на разных уровнях от основания до гребня.

При полном водонасыщении становится водонасыщенным с предельным коэффициентом водонасыщения $S_r=1$.

ИГЭ 8 – галечниковый грунт с песчаным заполнителем маловлажный. Заполнитель песок пылеватый, маловлажный, плотный. Имеет широкое распространение: повсеместно залегает на гребне дамб в виде защитного слоя мощностью 0,1-2,0 м, а также отдельными блоками слагают тела ограждающих дамб секций № 2 и № 3.

При полном водонасыщении становится водонасыщенным с предельным коэффициентом водонасыщения $S_r=1$.

Пределы изменения частных значений показателей физико-механических свойств грунтов приведены в таблице 7.1.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			972-ИГИ1						
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

Таблица 7.1 – Пределы частных значений показателей физико-механических свойств техногенно-перемещенных грунтов

Показатели			ИГЭ 2	ИГЭ 3	ИГЭ 4	ИГЭ 5	ИГЭ 6	ИГЭ 7	ИГЭ 8
			Суглинок твердый, легкий, песчанистый с примесью орг. в-в	Суглинок твердый, гравелистый	Супесь твердая песчанистая	Песок пылеватый средней плотности маловлажный	Песок мелкий средней плотности маловлажный	Песок гравелистый, средней плотности, маловлажный	Галечниковый грунт с песчаным заполн., маловлажный
1			2	3	4	5	6	7	8
Влажность, д.е.	природная	W	$\frac{0,143-0,201}{0,168}$ (19)	$\frac{0,134-0,174}{0,154}$ (2)	$\frac{0,112-0,158}{0,138}$ (4)	$\frac{0,044-0,111}{0,071}$ (9)	$\frac{0,036-0,068}{0,052}$ (7)	$\frac{0,045-0,085}{0,061}$ (5)	$\frac{0,041-0,077}{0,063}$ (13)
	текучести	W _L	$\frac{0,248-0,362}{0,292}$ (19)	$\frac{0,251-0,270}{0,261}$ (2)	$\frac{0,199-0,251}{0,228}$ (4)	-	-	-	-
	раскатывания	W _p	$\frac{0,155-0,247}{0,203}$ (19)	$\frac{0,176-0,175}{0,181}$ (2)	$\frac{0,144-0,199}{0,172}$ (4)	-	-	-	-
Число пластичности		J	$\frac{0,071-0,115}{0,089}$ (19)	$\frac{0,075-0,085}{0,080}$ (2)	$\frac{0,048-0,065}{0,055}$ (4)	-	-	-	-
Показатель текучести		J _L	<0	<0	<0	-	-	-	-
Плотность, г/см ³	грунта	ρ	$\frac{1,75-2,09}{1,98}$ (17)	2,06 (1)	$\frac{1,80-2,17}{1,95}$ (4)	$\frac{1,71-1,92}{1,80}$ (8)	$\frac{1,66-1,83}{1,74}$ (6)	$\frac{2,65-2,67}{2,66}$ (2)	$\frac{2,67-2,70}{2,68}$ (2)
	сухого грунта	ρ_d	$\frac{1,49-1,82}{1,69}$ (17)	1,75 (1)	$\frac{1,59-1,92}{1,71}$ (4)	$\frac{1,59-1,83}{1,68}$ (8)	$\frac{1,58-1,72}{1,66}$ (6)		
	частиц грунта	ρ_s	$\frac{2,69-2,73}{2,70}$ (17)	2,70 (1)	$\frac{2,67-2,69}{2,68}$ (4)	$\frac{2,64-2,70}{2,67}$ (8)	$\frac{2,63-2,69}{2,67}$ (6)		
Коэф. пористости, д.е.		e	$\frac{0,481-0,807}{0,598}$ (17)	0,539(1)	$\frac{0,398-0,680}{0,574}$ (94)	$\frac{0,456-0,664}{0,592}$ (8)	$\frac{0,568-0,662}{0,614}$ (6)		
Коэф. водонасыщения, д.е.		S _r	$\frac{0,572-0,873}{0,766}$ (17)	0,872 (1)	$\frac{0,455-0,864}{0,672}$ (4)	$\frac{0,188-0,489}{0,322}$ (8)	$\frac{0,151-0,317}{0,220}$ (6)		
Мод. общей деформации (компрессионный), МПа		E	$\frac{2,8-5,8}{4,4}$ (6)		$\frac{5,2-11,4}{8,3}$ (2)	$\frac{7,8-13,0}{10,7}$ (3)	$\frac{11,2-15,7}{13,5}$ (2)		
Сдвиг консолид (медленный)	угол внутр трения, град	φ	$\frac{24,2-27,1}{25,6}$ (7)		$\frac{27,3-28,8}{28,0}$ (2)	$\frac{30,4-32,4}{31,4}$ (2)	$\frac{30,4-33,0}{31,7}$ (2)		
	сцепление, МПа	c	$\frac{0,037-0,072}{0,054}$ (7)		$\frac{0,017-0,035}{0,026}$ (2)	$\frac{0,007-0,012}{0,010}$ (2)	$\frac{0,003-0,007}{0,005}$ (2)		
Статическое зондирование*	модуль деформации, МПа	E	$\frac{26,6-35,0}{30,1}$ (6)		$\frac{14,4-33,5}{26,3}$ (4)	$\frac{21,6-41,0}{33,3}$ (8)	$\frac{28,3-41,0}{34,7}$ (2)		
	угол внутр трения, град	φ	$\frac{24,6-26,0}{25,0}$ (6)		$\frac{26,8-30,7}{29,4}$ (4)	$\frac{30,4-38,9}{35,9}$ (8)	$\frac{33,1-36,5}{34,8}$ (2)		
	сцепление, МПа	c	$\frac{0,034-0,041}{0,037}$ (6)		$\frac{0,017-0,023}{0,021}$ (4)				
Содерж. органич. примесей, д.е.		I _r	$\frac{0,062-0,076}{0,069}$ (2)	-	-	0,012 (1)	0,007 (1)	0,038 (1)	

Примечание:

В числ. – пределы изменения показателей, в знам. – средние значения, в скобках – количество определений.

* - Приведены средние значения по точкам статического зондирования.

Рекомендуемые нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств по выделенным ИГЭ – в таблице 7.2.

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

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист
							36

Таблица 7.2 – Нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств техногенно-перемещенных грунтов

Показатели			ИГЭ 2	ИГЭ 4	ИГЭ 5	ИГЭ 6	ИГЭ 7	ИГЭ 8
			Суглинок твердый, легкий, песчанистый с примесью орган. в-в	Супесь твердая песчаная	Песок пылеватый средней плотности маловлажный	Песок мелкий средней плотности маловлажный	Песок гравелистый, средней плотности, маловлажный	Галечниковый грунт с песчаным заполн., маловлажный
1			2	2	3	4	5	6
Влажность, д.е.	природная	W	0,168	0,138	0,071	0,052	0,061	0,063
	на границе текучести	W _L	0,292	0,228				
	на границе раскатыв.	W _p	0,203	0,173				
Число пластичности		J	0,089	0,055				
Показатель текучести		J _L	<0	<0				
Плотность, г/см ³	частиц грунта	ρ _s	2,70	2,68	2,67	2,67	2,66	2,68
	грунта	ρ	1,98	1,95	1,80	1,74	1,85	2,13
	сухого грунта	ρ _d	1,69	1,71	1,68	1,66	1,74	2,00
Кэф. пористости, д.е.		e	0,598	0,574	0,592	0,614	0,529	0,339
Пористость, %		n	37,3	36,1	37,1	38,0	34,6	25,3
Кэф. водонасыщения, д.е.		S _r	0,766	0,672	0,322	0,220	0,307	0,499
При полном водонасыщ.	влажность, д.е.	W	0,222	0,214	0,222	0,230	0,199	0,127
	показатель текучести	J _L	0,31	0,80				
	плотность грунта, г/см ³	ρ	2,07	2,07	2,05	2,04	2,09	2,25
Угол внутреннего трения		φ	26	28	31	32	41*	36***
Сцепление, МПа		C	0,053	0,026	0,010	0,005	0,001*	0,008***
Мод. общей деформации, МПа		E	4,4	8,3	10,7	13,5	42,0*	39***
Расчетные показатели (α=0,85)	плотность грунта, г/см ³	ρ _{II}	1,96	1,85	1,76	1,71	1,85	2,13
	угол внутр. трения	φ _{II}	25	28	31	32	35	36
	сцепление, МПа	C _{II}	0,048	0,026	0,010	0,005	0,000	0,008
Расчетные показатели (α=0,95)	плотность грунта, г/см ³	ρ _I	1,94	1,75	1,74	1,69	1,80	2,10
	угол внутр. трения	φ _I	25	24	28	29	32	33
	сцепление, МПа	C _I	0,044	0,017	0,007	0,003	0,000	0,005

Примечание: Прочностные и деформационные характеристики для грунта ИГЭ 3 принимаются аналогичными ИГЭ 2.

* - Показатели приняты по таблице А.1 приложения А СП 22.13330.2016.

** - Показатели приняты по «Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов ...». ДальНИИС Госстроя СССР. Москва, 1989 г.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1

Лист

37

*** - Показатели приняты по заполнителю при условии «если количество песчаного заполнителя превосходит 25-30%, а глинистого – 35-40%, он полностью определяет прочность крупнообломочного грунта». А.А.Каган «Расчетные характеристики грунтов», стр. 106 [7].

7.2 Физико-механические свойства золошлаковых отложений

Золошлаковые отложения являются продуктами термохимических превращений минеральной части топлива и в своем составе содержат три группы веществ: кристаллические, стекловидные и органические.

ЗШО состоят из мелких пористых частиц различной формы и спекшихся микроагрегатов, практически не обладают пластическими свойствами и по гранулометрическому составу их можно отнести к пескам пылеватым.

В золошлакоотвале ЗШО накапливались путем намыва, в результате чего происходило фракционирование частиц и агрегатов по всей длине откоса намыва. Залегание грунтов почти горизонтальное с наклоном первые градусы от мест выброса пульпы. Учитывая расположение точек сброса пульпы, можно сделать вывод, что наиболее тонкий золовый состав отложений имеется в центральной части секций, по периметру – в основном слоистый золошлаковый, при этом не исключается наличие грубой кривой слоистости.

При сухом складировании ЗШО будут перемещаться из действующего золошлакоотвала ТЭЦ-9 в отвал участка № 1, в котором намывные ЗШО будут служить основанием для насыпных.

По условиям залегания и характера пространственной изменчивости физических свойств золы выделено 3 ИГЭ.

ИГЭ 9 – зола рыхлая, пылеватая маловлажная. Залегает в секциях № 2 и № 2. Мощность изменяется в широких пределах от первых метров на участках выемок до 10-12 м по периметру секций.

При полном водонасыщении становится водонасыщенной с предельным коэффициентом водонасыщения $S_r=1$.

ИГЭ 9a – зола рыхлая, пылеватая, водонасыщенная. Распространена в секции № 4. Мощность слоя золы в среднем составляет 5-6 м.

ИГЭ 10 – зола рыхлая пылеватая, влажная (перемещенная). Вскрыта скважиной 21019 на участке, где выполняется опытная укладка насыпной золы.

Пределы значений частных значений показателей физико-механических ЗШО приведены в таблице 7.3.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист
							38
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

Таблица 7.3 – Пределы частных значений показателей физико-механических свойств золошлаковых отложений

Показатели			ИГЭ 9	ИГЭ 9а	ИГЭ 10
			Зола рыхлая пылеватая, маловлажная	Зола рыхлая пылеватая водонасыщенная	Зола рыхлая пылеватая, влажная (перемещенная)
1			2	3	4
Влажность, д.е.	природная	W	$\frac{0,154-574}{0,295}$ (37)	$\frac{0,546-0,890}{0,739}$ (3)	$\frac{0,291-0,573}{0,350}$ (9)
	текучести	W_L	-	-	-
	раскатывания	W_p	-	-	-
Число пластичности		J	-	-	-
Показатель текучести		J_L	-	-	-
Плотность, г/см ³	грунта	ρ	$\frac{0,78-1,46}{1,08}$ (34)	$\frac{1,39-1,44}{1,42}$ (3)	$\frac{1,08-1,52}{1,30}$ (2)
	сухого грунта	ρ_d	$\frac{0,57-1,22}{0,83}$ (34)	$\frac{0,74-0,92}{0,82}$ (3)	$\frac{0,69-0,13}{0,91}$ (2)
	частиц грунта	ρ_s	$\frac{2,06-2,58}{2,22}$ (36)	$\frac{2,27-2,54}{2,37}$ (3)	$\frac{2,19-2,42}{2,28}$ (9)
Коэф. пористости, д.е.		e	$\frac{0,883-2,818}{1,717}$ (34)	$\frac{1,504-2,454}{1,922}$ (3)	$\frac{1,001-2,248}{1,625}$ (2)
Коэф. водонасыщения, д.е.		S_r	$\frac{0,150-0,847}{0,408}$ (34)	$\frac{0,835-0,981}{0,912}$ (3)	$\frac{0,568-0,781}{0,675}$ (2)
Мод. общей деформации (компрессионный), МПа		E	$\frac{2,2-15,8}{6,0}$ (8)	4,2 (1)	-
Сдвиг консолид (медленный)	угол внутр трения, град	φ	$\frac{29,4-34,5}{31,9}$ (9)	$\frac{27,7-29,9}{28,8}$ (3)	-
	сцепление, МПа	c	$\frac{0,003-0,015}{0,009}$ (9)	$\frac{0,003-0,017}{0,009}$ (3)	-
Статическое зондирование*	модуль деформации, МПа	E	$\frac{17,0-26,4}{18,6}$ (22)	-	-
	угол внутр трения, град	φ	$\frac{26,0-32,4}{28,1}$ (22)	-	-
	сцепление, МПа	c	-	-	-
Содерж. органич. примесей, д.е.		I_r	$\frac{0,008-0,064}{0,030}$ (17)	0,021 (1)	$\frac{0,014-0,053}{0,025}$ (5)

Примечание: В числ. – пределы изменения показателей, в знам. – средние значения, в скобках – количество определений.

С целью получения физико-механических характеристик ЗШО для условий сухого складирования было отобрано 7 валовых проб золы с участка опытной отсыпки, где она была выделена в отдельный ИГЭ 10, для исследования ее при оптимальных условиях.

Для каждой пробы были определены оптимальная влажность и максимальная плотность ЗШО методом стандартного уплотнения. Полученные данные приведены в приложении И.5. В

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

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист
							39

таблице 7.4 приведены конечные результаты максимально достигнутой плотности при соответствующей влажности.

Таблица 7.4. Результаты стандартного уплотнения ЗШО

№ п/п	Точка отбора пробы	Оптимальная влажность, д.е.	Максимальная плотность сухого грунта, г/см ³
1	Проба 1	0,232	1,0
2	Проба 2	0,209	0,99
3	Проба 3	0,209	1,02
4	Проба 4	0,318	1,09
5	Проба 5	0,274	1,17
6	Проба 6	0,274	1,17
7	Проба 7	0,321	1,1
	Среднее значение	0,262	1,08

Сравнивая полученные результаты с данными таблицы 7.3 можно сделать вывод, что зола (ИГЭ 10), уложенная на опытном участке методом сухого складирования, не достигает оптимальных значений. Главной причиной, по-видимому, является ее недоосушенность перед сухой укладкой

Исходя из этого, прочностные и деформационные характеристики ЗШО (ИГЭ 10) определялись с влажностью и плотностью сухого грунта близкой к естественным. Результаты определений приведены на геотехнических карточках в приложении И.3. В таблице 7.5 приведены максимальные, минимальные и средние значения показателей физико-механических свойств для ИГЭ 10, полученные при испытаниях с заданной влажностью и плотностью сухого грунта.

Таблица 7.5 – Пределы частных значений показателей физико-механических свойств ИГЭ 10 с заданной влажностью и плотностью грунта

Наименование показателей		Кол-во опред.	Значение		
			min	max	нормат.
1		2	3	4	5
Влажность, д.е	W	6	0,305	0,355	0,322
Плотность частиц грунта, г/см ³	ρ_s	6	2,19	2,42	2,30
Плотность грунта, г/см ³	ρ	6	1,30	1,43	1,36
Плотность сухого грунта, г/см ³	ρ_d	6	1	1,1	1,02
Коэффициент пористости, д.е.	e	6	1,035	1,416	1,245
Модуль деформации, МПа	E	6	8,6	11,2	10,1
Угол внутреннего трения	φ	6	27,7	34,5	31,1
Удельное сцепление, МПа	c	6	0,008	0,033	0,017

Рекомендуемые нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств золошлаковых отложений по выделенным ИГЭ приведены в таблице 7.6.

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

							972-ИГИ1	Лист
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			40

Таблица 7.6 – Нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств золошлаковых отложений

			ИГЭ 9	ИГЭ 9а	ИГЭ 10*
			Зола рыхлая, пылеватая, маловлажная	Зола рыхлая, пылеватая, водонасыщенная	Зола рыхлая пылеватая, влажная (перемещенная)
1			2	3	
Влажность, д.е.	природная	W	0,295	0,739	0,322
	на границе текучести	W_L			
	на границе раскатыв.	W_p			
Число пластичности		J			
Показатель текучести		J_L			
Плотность, г/см ³	частиц грунта	ρ_s	2,22	2,37	2,3
	грунта	ρ	1,08	1,42	1,36
	сухого грунта	ρ_d	0,83	0,82	1,00
Коэф. пористости, д.е.		e	1,717	1,922	1,245
Пористость, %		n	62,3	65,2	50,9
Коэф. водонасыщения, д.е.		Sr	0,408	0,912	0,598
При полном водонасыщ.	влажность, д.е.	W	0,783	0,805	0,541
	показатель текучести	J_L			
	плотность грунта, г/см ³	ρ	1,46	1,47	1,58
Угол внутреннего трения		φ	32	29	31,1
Сцепление, МПа		C	0,009	0,009	0,017
Мод. общей деформации, МПа		E	6,0	4,2	10,1
Расчетные показатели ($\alpha=0,85$)	плотность грунта, г/см ³	ρ_{II}	1,05	1,40	1,33
	угол внутр. трения	φ_{II}	31	28	30
	сцепление, МПа	C_{II}	0,008	0,004	0,013
Расчетные показатели ($\alpha=0,95$)	плотность грунта, г/см ³	ρ_I	1,03	1,38	1,32
	угол внутр. трения	φ_I	31	27	29
	сцепление, МПа	C_I	0,007	0,001	0,01

Примечание: * - Показатели приведены по результатам испытаний с заданной влажностью и плотностью сухого грунта.

Обобщая результаты выполненных исследований, при проектировании и расчете вместимости сухого хранения ЗШО, рекомендуется предусмотреть их уплотнение до плотности скелета 1,0 г/см³ независимо от исходной влажности.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист
							41

7.3 Физико-механические свойства грунтов основания

Геологическое строение основания ограждающих дамб и секций ЗШО определяется приуроченностью его к первой надпойменной террасе р.Ангары, сложенной аллювиальными суглинками, супесями, песками и гравийно-галечниковыми грунтами, залегающими на выветрелых алевролитах и песчаниках юрского возраста, являющихся цоколем долины.

По результатам лабораторных исследований в пределах основания ограждающих дамб и секций золошлакоотвала прослеживается 11 инженерно-геологических элементов.

ИГЭ 11 – суглинок мягкопластичный, легкий, песчанистый и пылеватый. Сохранился в виде отдельных линз и прослоев под техногенными насыпными и намывными отложениями, вскрыт 2-мя скважинами в пределах абсолютных отметок 407-408. Вскрытая мощность слоя составила 1,4 и 2,2 м.

Грунт при естественной влажности находится в водонасыщенном состоянии.

ИГЭ 11а – суглинок тугопластичный, легкий, пылеватый, как и ИГЭ 11 сохранился в виде отдельных линз и прослоев под техногенными насыпными и намывными отложениями, вскрыт одной скважиной на абсолютной отметке 408,06 м. Вскрытая мощность слоя составила 3,9 м.

Грунт при естественной влажности находится в водонасыщенном состоянии.

ИГЭ 12 – супесь твердая песчанистая. Вскрывается скважинами под насыпными и намывными грунтами на абсолютных отметках 411-412 м. в виде разрозненных слоев и линз мощностью от 0,5 до 1,3 м.

При полном водонасыщении переходит в пластичное состояние со средним показателем текучести 0,91.

ИГЭ 12а – супесь пластичная песчанистая с примесью органических веществ. Вскрывается скважинами под насыпными и намывными грунтами на абсолютных отметках от 408,9 до 411,5 м в виде слоев и линз мощностью от 1,3 до 4,3 м, а также в виде маломощных (0,2-0,4 м) прослоев и линз слое ИГЭ 14.

При полном водонасыщении переходит в текучее состояние с показателем текучести более 1.

ИГЭ 14 – песок пылеватый средней плотности, маловлажный и влажный. Вскрывается скважинами в основном в восточной части участка под насыпными и намывными грунтами секции № 4 на абсолютных отметках от 410,25 до 412,16 м в виде выдержанного слоя мощностью от 1,6 до 4,0 м.

При полном водонасыщении становится водонасыщенным с предельным коэффициентом водонасыщения $S_r=1$.

ИГЭ 15 – песок мелкий средней плотности, маловлажный и влажный. Вскрывается скважинами в виде разрозненных прослоев и линз под насыпными и намывными грунтами на абсолютных отметках от 406,2-406,3 м до 410,05-411,74 м мощностью 1,1-1,6 м редко более.

При полном водонасыщении становится водонасыщенным с предельным коэффициентом водонасыщения $S_r=1$.

ИГЭ 17 и ИГЭ 18, соответственно, гравийный и галечниковый грунты с песчаным заполнителем водонасыщенные. Заполнитель песок пылеватый.

Залегают в основании аллювия, вскрываются скважинами на абсолютных отметках от 404,8-405,5 м до 408,9-410,4 м. мощность слоя от 2,9-3,9 м до 5,9-6,9 м.

ИГЭ 19 – суглинок твердый легкий, песчанистый и пылеватый, подстилает аллювиальные отложения, вскрыт скважинами на абсолютных отметках от 400,8-401,17 до 402,5-403,74 м. Вскрытая мощность отложений составила от 0,4-0,6 до 2,9-4,0 м.

При полном водонасыщении показатель текучести не меняется.

Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

ИГЭ 20 – супесь твердая песчанистая, как и ИГЭ 19, подстилает аллювиальные отложения, вскрыта 2-мя скважинами на абсолютных отметках 400,85-401,90 м. Вскрытая мощность отложений составила 1,6-3,0 м.

При полном водонасыщении переходит в пластичное состояние со средним показателем текучести 0,30.

Пределы изменения частных значений показателей физико-механических свойств грунтов приведены в таблице 7.7.

Рекомендуемые нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств по выделенным ИГЭ – в таблице 7.8.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					972-ИГИ1	Лист
			Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.		Подп.

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

Изм.	
Кол.уч.	
Лист	
Недок.	
Подп.	
Дата	

Таблица 7.7 – Пределы частных значений показателей физико-механических свойств грунтов основания

Показатели			Аллювиальные отложения -аQ _{III}								Элювиальные отл. - еJ	
			ИГЭ 11	ИГЭ 11а	ИГЭ 12	ИГЭ 12а	ИГЭ 14	ИГЭ 15	ИГЭ 17	ИГЭ 18	ИГЭ 19	ИГЭ 20
			Суглинок мягкопластичный, легкий, песчанистый и пылеватый	Суглинок тугопластичный, легкий, пылеватый	Супесь твердая, песчанистая	Супесь пластичная, песчанистая с примесью орг. в-в	Песок пылеватый средней плотности маповлажный	Песок мелкий средней плотности маповлажный и влажный	Гравийный грунт с песчаным заполн, водонасыщенный	Галечниковый грунт с песчаным заполн, водонасыщенный	Суглинок твердый, легкий, песчанистый и пылеватый	Супесь твердая, песчанистая
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Влажность, д.е.	природная	W	$\frac{0,254-0,294}{0,274}$ (3)	0,274 (1)	$\frac{0,105-0,172}{0,145}$ (5)	$\frac{0,144-0,356}{0,213}$ (6)	$\frac{0,040-0,132}{0,089}$ (9)	$\frac{0,044-0,167}{0,106}$ (5)	$\frac{0,109-0,145}{0,121}$ (4)	$\frac{0,051-0,177}{0,124}$ (5)	$\frac{0,131-0,200}{0,170}$ (12)	$\frac{0,139-0,155}{0,147}$ (2)
	текучести	W _L	$\frac{0,284-0,338}{0,314}$ (3)	0,348 (1)	$\frac{0,202-0,224}{0,212}$ (5)	$\frac{0,195-0,370}{0,254}$ (6)	-	-	-	-	$\frac{0,275-0,348}{0,321}$ (12)	$\frac{0,234-0,255}{0,245}$ (2)
	раскатывания	W _p	$\frac{0,209-0,236}{0,221}$ (2)	0,238 (1)	$\frac{0,157-0,178}{0,164}$ (5)	$\frac{0,136-0,308}{0,198}$ (6)	-	-	-	-	$\frac{0,187-0,245}{0,217}$ (12)	0,186 (2)
Число пластичности		J	$\frac{0,075-0,103}{0,093}$ (3)	0,110 (1)	$\frac{0,045-0,051}{0,048}$ (5)	$\frac{0,040-0,066}{0,055}$ (6)	-	-	-	-	$\frac{0,088-0,120}{0,0105}$ (12)	$\frac{0,048-0,069}{0,059}$ (2)
Показатель текучести		J _L	0,57	0,33	<0	0,26	-	-	-	-	<0	<0
Плотность, г/см ³	грунта	ρ	$\frac{1,91-2,01}{1,96}$ (2)	1,92 (1)	$\frac{1,78-2,11}{1,96}$ (3)	$\frac{1,80-2,14}{1,93}$ (4)	$\frac{1,58-2,01}{1,81}$ (9)	$\frac{1,65-1,85}{1,75}$ (2)	-	-	$\frac{2,00-2,14}{2,08}$ (8)	$\frac{1,97-2,00}{1,99}$ (2)
	сухого грунта	ρ_d	$\frac{1,52-1,58}{1,55}$ (2)	1,51 (1)	$\frac{1,61-1,82}{1,71}$ (3)	$\frac{1,34-1,84}{1,57}$ (4)	$\frac{1,52-1,83}{1,66}$ (9)	$\frac{1,52-1,71}{1,62}$ (2)	-	-	$\frac{1,71-1,84}{1,77}$ (8)	1,73 (2)
	частиц грунта	ρ_s	$\frac{2,67-2,72}{2,70}$ (2)	2,69 (1)	$\frac{2,69-2,70}{2,69}$ (3)	$\frac{2,63-2,72}{2,68}$ (6)	$\frac{2,65-2,68}{2,66}$ (9)	2,67 (2)	2,68 (2)	$\frac{2,67-2,70}{2,69}$ (3)	$\frac{2,70-2,71}{2,70}$ (8)	$\frac{2,64-2,69}{2,67}$ (2)
Коеф. пористости, д.е.		e	$\frac{0,723-0,753}{0,738}$ (2)	0,785 (1)	$\frac{0,476-0,670}{0,576}$ (3)	$\frac{0,463-0,964}{0,729}$ (4)	$\frac{0,454-0,757}{0,606}$ (9)	$\frac{0,560-0,571}{0,656}$ (2)	-	-	$\frac{0,471-0,583}{0,525}$ (8)	$\frac{0,526-0,553}{0,540}$ (2)
Коеф. водонасыщения, д.е.		S _r	$\frac{0,901-1,000}{0,964}$ (2)	0,939 (1)	$\frac{0,422-0,892}{0,704}$ (3)	$\frac{0,732-0,964}{0,888}$ (4)	$\frac{0,141-0,700}{0,410}$ (9)	$\frac{0,299-0,386}{0,349}$ (2)	-	-	$\frac{0,763-0,962}{0,880}$ (8)	$\frac{0,697-0,753}{0,725}$ (2)
Мод. общей деформации (компрессионный), МПа		E	-	-	8,6 (1)	7,6 (1)	$\frac{9,8-15,7}{12,8}$ (2)	-	-	-	-	-

972-ИГИ1

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	Перлук.	Подп.	Дата

972-ИГИ1

Показатели			Аллювиальные отложения -аQ _{III}								Элювиальные отл. - еJ		
			ИГЭ 11	ИГЭ 11а	ИГЭ 12	ИГЭ 12а	ИГЭ 14	ИГЭ 15	ИГЭ 17	ИГЭ 18	ИГЭ 19	ИГЭ 20	
			Суглинок мягкопластичный, легкий, песчанистый и пылеватый	Суглинок тугопластичный, легкий, пылеватый	Супесь твердая, песчанистая	Супесь пластичная, песчанистая с примесью орг. в-в	Песок пылеватый средней плотности маловлажный	Песок мелкий средней плотности маловлажный и влажный	Гравийный грунт с песчаным заполн, водонасыщенный	Галечниковый грунт с песчаным заполн, водонасыщенный	Суглинок твердый, легкий, песчанистый и пылеватый	Супесь твердая, песчанистая	
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Сдвиг консолид (медленный)	угол внутр трения, град	φ	-	-	30,4 (1)	27,7 (1)	$\frac{33,5-34,5}{34,0}$ (2)	-	-	-	-	-	-
	сцепление, МПа	c	-	-	0,017 (1)	0,037 (1)	$\frac{0,003-0,005}{0,004}$ (2)	-	-	-	-	-	-
Статическое зондирование*	модуль деформации, МПа	E	14,6	13,6	-	-	24,4	$\frac{33,0-36,9}{35,0}$	-	-	-	-	-
	угол внутр трения, град	φ	16,6	20,6	-	-	31,7	$\frac{35,0-35,6}{35,3}$	-	-	-	-	-
	сцепление, МПа	c	0,015	0,022	-	-	-	-	-	-	-	-	-
СП 22.13330.2016, Приложение А, табл.А.1, А.2, А.3 и А.7	модуль деформации, МПа	E	12	13	13	7	22	28	39		22,2	21	
	угол внутр трения, град	φ	18	20,4	25,5	18	32	32	36		25,5	24	
	сцепление, МПа	c	0,020	0,022	0,014	0,009	0,005	0,002	0,008		0,050	0,048	
Содерж. органич. примесей, д.е.	I _r	-	-	0,027 (1)	0,084 (1)	$\frac{0,012-0,022}{0,017}$ (2)	-	-	-	-	-	-	

Примечание: В числ. – пределы изменения показателей, в знам. – средние значения, в скобках – количество определений.

Таблица 7.8 – Нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств грунтов основания

Показатели			Аллювиальные отложения -аQ _{III}								Элювиальные отл. - еJ	
			ИГЭ 11	ИГЭ 11а	ИГЭ 12	ИГЭ 12а	ИГЭ 14	ИГЭ 15	ИГЭ 17	ИГЭ 18	ИГЭ 19	ИГЭ 20
1			Суглинок мягкопластичный, легкий, песчанистый и пылеватый	Суглинок тугопластичный, легкий, пылеватый	Супесь твердая, песчанистая	Супесь пластичная, песчанистая с примесью орг. в-в	Песок пылеватый средней плотности маловлажный	Песок мелкий средней плотности маловлажный и влажный	Гравийный грунт с песчаным заполн., водонасыщенный	Галечниковый грунт с песчаным заполн., водонасыщенный	Суглинок твердый, легкий, песчанистый и пылеватый	Супесь твердая, песчанистая
2			3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Влажность, д.е.	природная	W	0,274	0,274	0,145	0,213	0,009	0,106	0,121	0,124	0,170	0,147
	на границе текучести	W _L	0,314	0,348	0,212	0,254	-	-	-	-	0,321	0,245
	на границе раскатыв.	W _p	0,221	0,238	0,164	0,198	-	-	-	-	0,217	0,186
Число пластичности		J	0,093	0,110	0,048	0,055	-	-	-	-	0,105	0,059
Показатель текучести		J _L	0,57	0,33	<0	0,26	-	-	-	-	<0	<0
Плотность, г/см ³	частиц грунта	ρ _s	2,70	2,69	2,70	2,68	2,66	2,67	2,68	2,69	2,70	2,67
	грунта	ρ	1,96	1,92	1,96	1,93	1,81	1,75	2,22	2,24	2,08	1,99
	сухого грунта	ρ _d	1,55	1,51	1,71	1,57	1,66	1,62	1,98	1,99	1,77	1,73
Коеф. пористости, д.е.		e	0,738	0,785	0,576	0,729	0,606	0,656	0,354	0,352	0,525	0,540
Пористость, %		n	42,5	44,0	36,4	41,4	37,5	39,4	26,1	26,0	34,4	35,1
Коеф. водонасыщения, д.е.		S _r	0,964	0,939	0,704	0,888	0,410	0,342	0,919	0,950	0,880	0,725
При полном водонасыщ.	влажность, д.е.	W	0,274	0,292	0,214	0,273	0,228	0,246	0,132	0,131	0,194	0,203
	показатель текучести	J _L	0,57	0,49	0,91	>1					<0	0,30
	плотность грунта, г/см ³	ρ	1,98	1,95	2,08	1,98	2,04	2,01	2,24	2,25	2,12	2,08
Угол внутреннего трения		φ	18*	20*	25*	18*	32*	32*	36*		25*	24*
Сцепление, МПа		C	0,020*	0,022*	0,014*	0,009*	0,005*	0,002*	0,008*		0,050*	0,048*
Мод. общей деформации, МПа		E _k	12,0*	13,0*	13,0*	7*	22,0*	28*	39,0*		22,2*	21,0*
Расчетные показатели (α=0,85)	плотность грунта, г/см ³	ρ _{II}	1,96	1,92	1,84	1,83	1,76	1,75	2,22		2,06	1,99
	угол внутр. трения	φ _{II}	18	20	25	18	32	32	36		25	24
	сцепление, МПа	C _{II}	0,020	0,022	0,014	0,009	0,005	0,002	0,008		0,050	0,048
Расчетные показатели (α=0,95)	плотность грунта, г/см ³	ρ _I	1,90	1,88	1,74	1,75	1,73	1,72	2,18		2,05	1,96
	угол внутр. трения	φ _I	16	17	22	16	29	29	33		22	21
	сцепление, МПа	C _I	0,013	0,015	0,009	0,006	0,003	0,001	0,005		0,033	0,032

Примечание:

Нормативные показатели прочностных и деформационных свойств приняты по таблицам А.1, А.2, А.3 и А.7 приложения А СП 22.13330.2016.

Расчетные показатели определены в соответствии с указаниями п.п.5.3.20 СП 22.13330.2016.

7.4 Специфические грунты

Из перечня специфических грунтов, установленных СП 22.13330.2016 и СП 11-105-97, часть III в пределах рассматриваемого участка, распространены техногенные и элювиальные грунты.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист

К специфическим грунтам техногенного генезиса относятся техногенно-перемещенные (ИГЭ 2 – ИГЭ 8) техногенно-переотложенные (антропогенные) – ИГЭ 9, ИГЭ 9а и ИГЭ 10 грунты.

Грунты ИГЭ 2 – ИГЭ 8 слагают тела ограждающих и разделительных дамб, образованы при строительстве дамб, отсыпаны сухим способом с уплотнением. Учитывая срок давности строительства дамб, процессы самоуплотнения слагающих их грунтов завершены.

Грунты ИГЭ 9, 9а и 10 распространены в секциях золошлакоотвала, образованы намывным способом. Грунт ИГЭ 9 распространен в секциях № 2 и № 3, ИГЭ 9а – в секции № 4, ИГЭ 10 – на ограниченном участке в секции № 2. Секции № 2 и № 3 не эксплуатируются с 2012 г, секция № 4 – с 2020 г. Опытная отсыпка золошлакового материала (ЗШМ) ИГЭ 10 в секцию № 2 начата в 2019 г.

Учитывая время вывода секций №2 и №3 из эксплуатации, процесс уплотнения золошлакового материала (ИГЭ 9) от собственного веса можно считать завершенным (табл. 9.1, 9.2 СП 11-105-97, часть III).

Что касается ЗШМ ИГЭ 9а и ИГЭ 10 – процесс самоуплотнения этих грунтов не завершен.

Несущими грунтами для сухого складирования ЗШМ будут являться ИГЭ 9 и 9а. Основания, сложенные намывными грунтами, необходимо проектировать в соответствии с п.п.6.7 СП 22.13330.2016.

Элювиальные отложения развиты по породам мезозойского возраста песчаникам, алевролитам и аргиллитам, представлены суглинками твердыми плотными (ИГЭ 19) и супесями твердыми (ИГЭ 20). В пределах участка залегают с абсолютных отметок от 400,8 до 403,8 м, образуют площадную бесструктурную дисперсную кору выветривания. Вскрытая мощность элювиальных грунтов составила от 0,4 до 4,0 м.

Элювиальные грунты, находясь в состоянии природной влажности, относятся к прочноструктурным разностям, при водонасыщении – размокают полностью или распадаются на структурные элементы, их прочностные характеристики значительно снижаются. Проектом не предусматривается вскрытие элювиальных грунтов.

7.5 Результаты статического зондирования

Статическое зондирование грунтов выполнено в 15-ти точках. Полученные значения удельного сопротивления грунтов под конусом зонда и на муфте трения зонда соответствуют влажностному режиму грунтов на дату изысканий (июнь 2021 г).

В соответствии с приложением Ж СП 446.1325800.2019, определены деформационно-прочностные характеристики грунтов.

Паспорта по результатам статического зондирования приведены в приложении Ж.

В таблице 7.9 приведены нормативные и расчетные значения деформационно- прочностных грунтов по ИГЭ для каждой выработки по данным статического зондирования.

Полученные результаты учитывались при выборе нормативных и расчетных показателей физико-механических свойств грунтов.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист
							47

Таблица 7.9 – Деформационные и прочностные показатели грунтов по данным статического зондирования

№ п/п	№ т.с.з.	Интервал глубин, м		Среднее значение по слою		Угол внутреннего трения, град	Коеф. внутреннего трения	Удельное сцепление, МПа	Модуль деформации, МПа
		от	до	конус, МПа	муфта, кПа				
1	2	3	4	5	6	φ	$\text{tg}\varphi$	c	E
ИГЭ 2 - Суглинок твердый, легкий песчанистый и пылеватый									
1	2108	1,0	1,3	4,5	75,0	25,5	0,477	0,038	31,5
2	21013	1,0	2,2	3,8	141,8	24,6	0,458	0,034	26,6
3	21015	1,0	2,0	4,1	113,7	25,1	0,468	0,036	28,7
4	21020	1,8	3,4	5,0	142,8	26,0	0,487	0,041	35,0
5	21027	1,6	3,9	3,4	126,3	25,5	0,477	0,038	31,2
6	21030	1,9	2,7	3,9	88,6	24,8	0,462	0,034	27,3
Кол-во определений				6	6	6	6	6	6
Норм значение				4,1	114,7	25,3	0,471	0,037	30,1
Миним значение				3,4	75,0	24,6	0,458	0,034	26,6
Максим значение				5,0	142,8	26,0	0,487	0,041	35,0
Среднеквадр. откл.							0,0110	0,0027	
Коеф. вариации							0,020	0,070	
Расчетное значение		$\alpha = 0,85$				25,0	0,466	0,036	
		$\alpha = 0,95$				24,8	0,462	0,035	
ИГЭ 4 - Супесь твердая песчанистая									
1	2102	1,7	2,0	5,3	68,5	29,3	0,561	0,021	26,5
2	2102	2,3	3,3	6,7	82,6	30,7	0,593	0,023	33,5
3	21027	1,0	1,6	6,6	92,0	30,6	0,591	0,023	30,6
4	31030	1,0	1,9	2,6	47,8	26,8	0,505	0,017	14,4
Кол-во определений				4	4	4	4	4	4
Норм значение				5,3	72,7	29,4	0,563	0,021	26,3
Миним значение				2,6	47,8	26,8	0,505	0,017	14,4
Максим значение				6,7	92,0	30,7	0,593	0,023	33,5
Среднеквадр. откл.							0,0412	0,0028	
Коеф. вариации							0,073	0,135	
Расчетное значение		$\alpha = 0,85$				28,2	0,537	0,019	
		$\alpha = 0,95$				27,2	0,515	0,018	
ИГЭ 5 - Песок пылеватый, средней плотности и плотный, маловлажный									
1	2102	0,9	1,6	14,1	96,3	36,7	0,745		33,1
2	2102	2,0	2,3	9,5	67,0	34,9	0,697		27,2
3	2102	3,3	4,2	5,6	39,0	30,4	0,586		21,6
4	2104	1,2	2,0	17,0	113,8	37,7	0,772		37,0
5	2106	1,0	1,7	18,1	142,5	38,0	0,781		38,0

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1

Лист

48

№ п/п	№ т.с.з.	Интервал глубин, м		Среднее значение по слою		Угол внутреннего трения, град	Коэф. внутреннего трения	Удельное сцепление, МПа	Модуль деформации, МПа
		от	до	конус, МПа	муфта, кПа				
						φ	$\text{tg}\varphi$	с	Е
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	2107	1,0	1,8	21,6	144,7	38,9	0,806		41,0
7	21015	2,0	2,5	11,1	99,6	34,6	0,689		29,1
8	21030	6,1	6,5	18,9	138,5	36,2	0,731		39,5
Кол-во определений				8	8	8	8		8
Норм значение				14,5	105,2	35,9	0,726		33,3
Миним значение				5,6	39,0	30,4	0,586		21,6
Максим значение				21,6	144,7	38,9	0,806		41,0
Среднеквадр. откл.							0,0694		
Коэф. вариации							0,100		
Расчетное значение	$\alpha = 0,85$					35,0	0,699		
	$\alpha = 0,95$					34,2	0,679		
ИГЭ 6 - Песок мелкий, средней плотности и плотный, маловлажный									
1	2102	4,2	6,0	20,1	61,6	36,5	0,739		41,0
2	21027	8,7	9,7	10,3	82,6	33,1	0,651		28,3
Кол-во определений				2	2	2	2		2
Норм значение				15,2	72,1	34,8	0,695		34,7
ИГЭ 9 - Зола рыхлая пылеватая, маловлажная									
1	2016	1,0	3,3	2,0	19,7	27,7	0,525		17,0
2	21016	3,3	4,3	0,9	20,4	27,0	0,509		17,0
3	21016	4,3	6,3	3,4	27,7	28,4	0,540		19,1
4	21017	1,0	2,0	1,0	25,6	28,0	0,531		17,0
5	21017	2,0	2,7	2,2	36,1	28,9	0,552		17,3
6	21017	2,7	3,7	3,6	83,4	29,6	0,568		18,6
7	21017	3,7	5,0	2,0	20,6	27,7	0,525		17,0
8	21017	5,0	5,7	1,2	34,3	26,0	0,487		17,0
9	21017	5,7	6,1	8,9	138,8	32,4	0,634		26,4
10	21017	6,1	6,4	6,5	48,3	31,0	0,600		24,2
11	21017	6,4	7,2	3,9	44,5	28,9	0,552		19,8
12	21017	7,2	7,6	4,1	27,0	29,1	0,556		20,1
13	21017	7,6	8,4	1,3	18,4	26,0	0,487		17,0
14	21017	8,4	8,9	0,7	18,8	26,0	0,487		17,0
15	21017	8,9	9,8	0,9	13,1	26,0	0,487		17,0
16	21017	9,8	10,0	4,7	13,0	29,7	0,570		17,7
17	21022	1,0	7,7	2,3	53,8	27,1	0,511		17,5
18	21022	7,8	8,0	1,2	49,3	26,0	0,487		17,0

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1

Лист

49

№ п/п	№ т.с.з.	Интервал глубин, м		Среднее значение по слою		Угол внутреннего трения, град	Коэф. внутреннего трения	Удельное сцепление, МПа	Модуль деформации, МПа
		от	до	конус, МПа	муфта, кПа				
						φ	$\operatorname{tg}\varphi$	c	E
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	21027	3,9	8,7	4,3	76,0	29,3	0,561		20,3
20	21030	2,7	3,8	2,2	37,7	26,9	0,507		17,3
21	21030	3,8	5,6	2,7	61,6	27,2	0,514		18,1
22	21030	5,6	6,1	4,2	61,4	29,2	0,559		20,2
Кол-во определений				22	22	22	22		22
Норм значение				2,9	42,3	28,1	0,534		18,6
Миним значение				0,7	13,0	26,0	0,487		17,0
Максим значение				8,9	138,8	32,4	0,634		26,4
Среднеквадр. откл.							0,0394		
Коэф. вариации							0,070		
Расчетное значение	$\alpha = 0,85$					27,6	0,523		
	$\alpha = 0,95$					27,2	0,514		
ИГЭ 11 - Суглинок мягкопластичный, легкий, песчанистый и пылеватый									
1	21022	8,0	10,3	0,6	29,5	16,6	0,298	0,015	14,6
ИГЭ 11а - Суглинок тугопластичный, легкий, песчанистый и пылеватый									
1	21016	6,3	6,9	1,8	53,2	20,6	0,376	0,022	13,6
ИГЭ 14 - Песок пылеватый средней плотности и плотный, маловлажный и влажный									
1	21016	6,9	8,0	7,6	52,9	31,7	0,617		24,4
ИГЭ 15 - Песок мелкий средней плотности и плотный, маловлажный и влажный									
1	21017	10,0	11,3	14,1	64,6	35,0	0,700		33,0
2	21022	10,3	10,7	16,9	49,5	35,6	0,715		36,9

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1

Лист

50

8 СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ

8.1 Нормативная сейсмичность района площадки и ее исходная (фоновая) сейсмичность

8.1.1 Нормативная сейсмичность района площадки

На территории Российской Федерации нормативным документом, позволяющим оценивать степень сейсмической опасности для средних грунтовых условий, является Комплект карт ОСР-2015 (А, В, С). Карты ОСР-2015-А, ОСР-2015-В и ОСР-2015-С отражают 10%-, 5%- и 1%-ную вероятность возможного превышения (или 90%-, 95%- и 99%-ную вероятность непревышения) в течение 50 лет интенсивности сейсмических воздействий, указанных на картах цифрами в баллах шкалы MSK-64, и соответствуют повторяемости сейсмических сотрясений в среднем один раз в 500 (карта А), 1000 (В) и 5000 (С) лет.

Комплект карт ОСР 2015/ОСР-97 (для Иркутской области ОСР 2015 и ОСР-97 совпадают) включен в утверждённый Госстроем РФ СНиП II 7 81* «Строительство в сейсмических районах» и его актуализацию СП 14.13330.2018. Согласно данным документам г. Ангарск, на территории которого расположена площадка, относится к 8 балльной зоне по карте ОСР-2015-А, 8 балльной по карте ОСР-2015-В и к 9 балльной зоне по карте ОСР 2015-С (указанные оценки совпадают с оценками сейсмичности по ОСР-2016). Оставшаяся часть площадки примыкает к территории Ангарска с западной стороны.

Детальное рассмотрение материалов комплекта карт ОСР-2015 и дополнительные расчеты в программно-математическом обеспечении «ВОСТОК» («EAST-2003»), разработанном при составлении карт ОСР-2015 и находящимся в настоящее время в открытом доступе, показывают, что район рассматриваемой площадки объекта целиком относится к 8 балльной зоне по карте ОСР-2015 А, 8 балльной — по карте ОСР-2015 В и к 9 балльной зоне по карте ОСР-2015 С.

8.1.2 Сопоставление сведений о ближайших известных землетрясениях с сейсмичностью района площадки

Оценка особенностей сейсмического режима района площадки с оценкой интенсивности сотрясений, происходивших ранее на ней, возможна на основе специализированного каталога землетрясений Северной Евразии, который был составлен и использован при разработке нового комплекта карт общего сейсмического районирования (ОСР-2015). В нем приведены основные параметры землетрясений с магнитудой $M \geq 3,5$ для региона до конца 2010 г. При уточнении исходной сейсмичности района площадки этот каталог был дополнен сведениями о землетрясениях, происшедших за последующие годы, полученными ФИЦ «Единая Геофизическая служба РАН».

Анализ перечисленных выше сейсмических каталогов (таблица 8.1) показывает, что известны палеосейсмодислокации двух землетрясений, которые могли вызвать на площадке сотрясения интенсивностью около 8 баллов по шкале MSK-64 (интенсивность сотрясений от землетрясений оценивалась по формуле Н.В. Шебалина [12, 14] и с учетом новых соотношений, полученных в работе [10].

Последний раз сотрясения с большой интенсивностью наблюдались на площадке 27.08.2008 от Култукского землетрясения (таблица 8.1). В г. Иркутск оно ощущалось на уровне 5–6 баллов по шкале MSK 64. Сильные сотрясения также наблюдались от Хубсугульского землетрясения, произошедшего 11.01.2021 г.

Анализ рассчитанных интенсивностей сотрясений на площадке от землетрясений, произошедших после составления комплекта карт ОСР-2015 (таблица 1.1) показывает, что их уровень не превышает 7 баллов по шкале MSK 64. Данный факт говорит о достоверности оценок сейсмичности, установленных для района площадки в результате проведения работ по составлению комплекта карт ОСР-2015.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				

						972-ИГИ1	Лист
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		51

Таблица 8.1 – Сведения об известных землетрясениях с магнитудой $M > 3,5$, вычисленная интенсивность сотрясений от которых на площадке составила 5 баллов и выше

№	Дата	Время	° с.ш.	° в.д.	Магнитуда	Удаление от площадки, км	Интенсивность сотрясений в районе площадки, баллов MSK-64
1	2	3	4	5	6	7	8
1	~ – 7670	–	103,25	51,84	7,2	98	6,8
2	~ – 5600	–	103,35	51,82	7,6	97	7,4
3	~ – 5435	–	103,01	51,69	6,6	121	5,6
4	~ – 4890	–	102,36	51,91	7,1	133	6,2
5	~ – 3830	–	103,01	51,69	6,6	121	5,6
6	~ – 3170	–	102,36	51,91	7,1	133	6,2
7	~ – 2700	–	103,4	51,8	7,4	98	7,1
8	~ – 2210	–	102,36	51,91	7,1	133	6,2
9	~ – 1770	–	102,36	51,91	7,1	133	6,2
10	~ – 1590	–	102,36	51,91	7,1	133	6,2
11	~ 200	–	103,31	51,83	7,4	97	7,1
12	~ 1310	–	103,01	51,69	6,6	121	5,6
13	27.06.1742	~ 5:30	104,00	51,5	7,7	124	7,2
14	24.10.1769	~ 13:00	105,5	51,5	7,3	164	6,2
15	01.08.1779	~ 13:09	104,5	51,7	6,6	109	5,8
16	02.09.1814	~ 20:00	102,4	51,8	6,4	139	5,1
17	16.12.1814	~ 23:00	105,0	51,5	6,4	144	5,0
18	07.03.1829	~ 22:00	101,7	51,7	7,0	184	5,6
19	18.08.1839	~ 1:00	102	51,5	7,1	182	5,7
20	11.01.1862	~ 9:00	106	52,3	6,5	144	5,2
21	12.01.1862	~ 7:19	106,7	52,3	7,5	190	6,3
22	12.01.1885	~ 16:00	106,5	52,5	6,7	174	5,2
23	11.04.1902	~ 23:43	104,5	51,6	6,9	119	6,1
24	23.07.1905	2:47:00	96,2	49,3	8,2	655	5,4
25	04.04.1950	18:44:14	101,00	51,77	7,0	221	5,3
26	29.08.1959	17:03:14	106,98	52,68	6,8	205	5,1
27	05.01.1967	0:14:41	102,9	48,2	7,8	497	5,3
28	27.08.2008	1:35:30	104,20	51,62	6,4	112	5,4
29	11.01.2021	21:33:00	100,42	51,32	7,2	281	5,2

8.1.3 Исходная сейсмичность площадки

Комплект карт ОСР-2015 позволяет оценивать на трех уровнях степень сейсмической опасности и предусматривает осуществление антисейсмических мероприятий при строительстве объектов различной ответственности: карта А – объекты нормальной (массовое

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

						972-ИГИ1	Лист
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		52

строительство) и пониженной ответственности; карты В и С – объекты повышенной ответственности (особо опасные, технически сложные или уникальные сооружения).

Согласно техническому заданию для рассматриваемой площадки были использованы: карта ОСР-2015-С для задания сейсмических воздействий при максимальном расчетном землетрясении (МРЗ) и карта ОСР-2015-А – при проектном землетрясении (ПЗ). Соответствующее решение было принято Заказчиком. Таким образом, исходную сейсмичность площадки для МРЗ следует принять равной 9 баллам по шкале MSK 64, а для ПЗ – 8 баллам (п. 4.3 СП СП 358.1325800.2017).

В 2023 г ФГБУ науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) по договору с ООО «Байкальская энергетическая компания» выполнена работа по уточнению исходной сейсмичности для района расположения ТЭЦ – 9 [16].

В результате выполненной работы составлены немасштабные схемы интенсивности максимальных расчетных сейсмических воздействий при вероятности их превышения соответственно 10%; 5; 1% за 50 лет (рисунки 8.1 – 8.3).

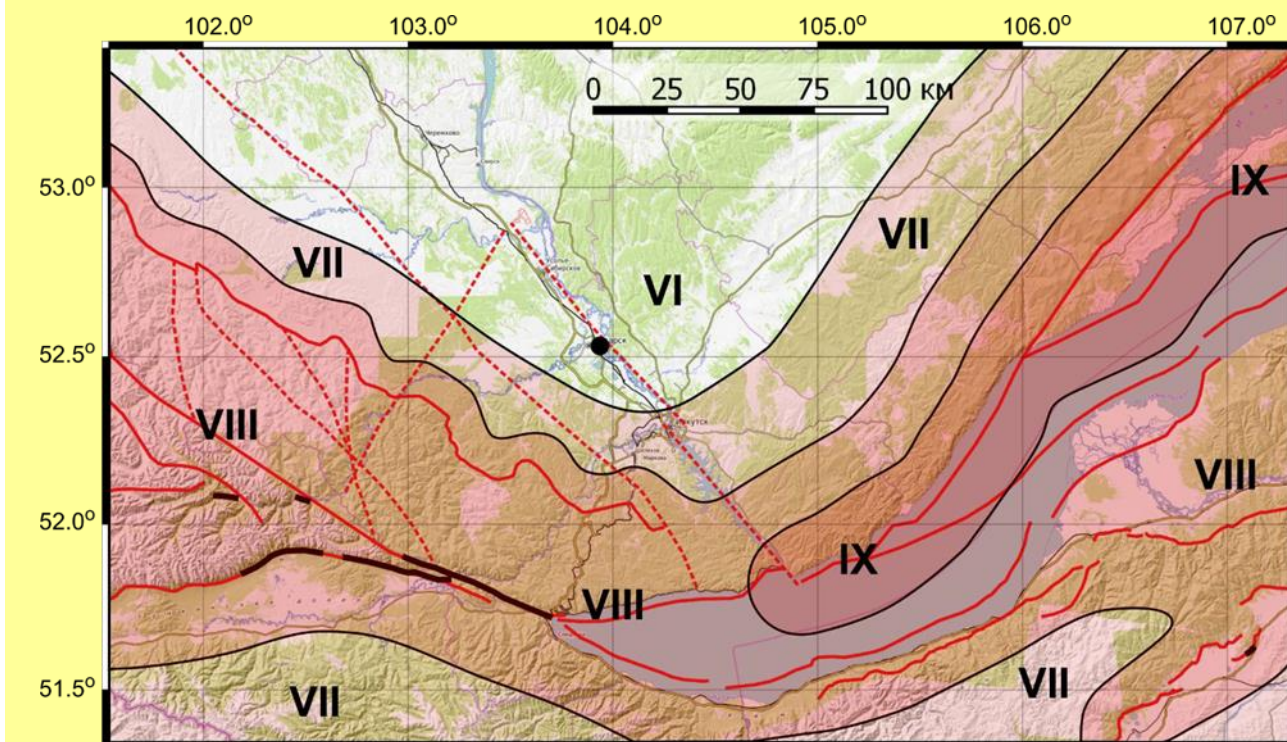


Рисунок 8.1 – Карта сейсмического районирования Южного Прибайкалья, созданная в концепции ВАСО (вероятностного анализа сейсмической опасности). Карта А – интенсивность максимальных расчетных сейсмических воздействий при вероятности их превышения 10% за 50 лет.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1

Лист

53

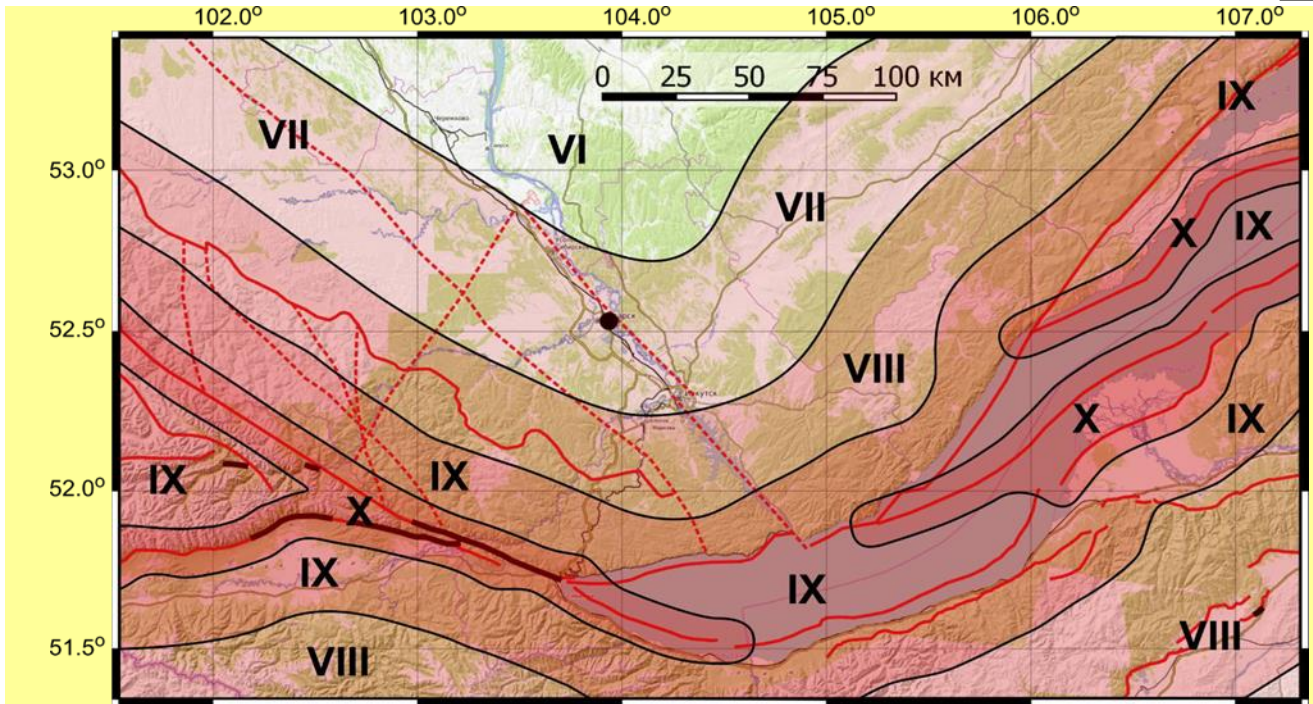


Рисунок 8.2 – Карта сейсмического районирования Южного Прибайкалья, созданная в концепции ВАСО (вероятностного анализа сейсмической опасности). Карта В – интенсивность максимальных расчетных сейсмических воздействий при вероятности их превышения 5% за 50 лет.

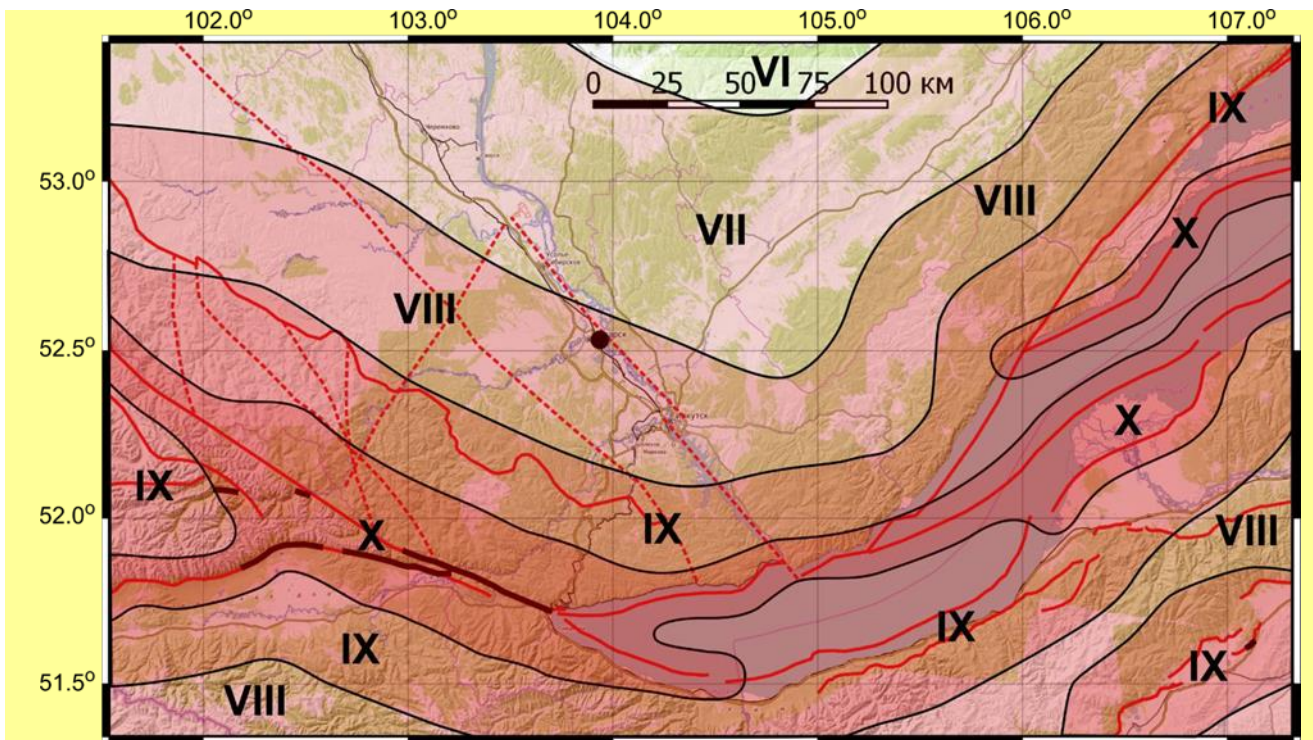


Рисунок 8.3 – Карта сейсмического районирования Южного Прибайкалья, созданная в концепции ВАСО (вероятностного анализа сейсмической опасности). Карта С – интенсивность максимальных расчетных сейсмических воздействий при вероятности их превышения 1% за 50 лет.

Расчёты интенсивности сотрясений в баллах с точностью до десятых долей выполнены на основе детализированной карты ОСР для территории, включающей площадку ТЭЦ – 9. По результатам проведенных работ на территории расположения ТЭЦ-9 определена следующая

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

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

сейсмичность: по карте А – 6.0 баллов; по карте В – 7.0 (6.95) баллов; по карте С – 7.7 (7.65) баллов.

Расчет производился по методу интерполяции значений между границами сейсмического (изосейсмального) района, внутри которого располагается ТЭЦ – 9.

«В соответствии с концепцией ВАСО каждая из карт-схем допускает с оцениваемой вероятностью превышение указанного на ней сейсмического эффекта. Размеры изосейсмальных районов для источников с разным сейсмическим потенциалом обоснованы региональными данными о спадании балльности землетрясений.

Данные схемы (рис. 8.1 – 8.3) могут быть использованы при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений различных уровней ответственности в соответствии со статьей 4 Федерального закона № 384-ФЗ от 30 декабря 2009 года «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и СП 14.13330.2014» [16].

Таким образом исходная сейсмичность для площадки золошлакоотвала принимается для МРЗ равной 7.7 баллам по шкале MSK 64, а для ПЗ – 6 баллам.

8.2 Определение расчетной сейсмичности площадки

Изучение сейсмических свойств сейсмореализующего слоя явилось информационной базой для расчета приращений сейсмической интенсивности на площадке.

Оценка приращений интенсивности выполнена по методу сейсмических жесткостей на основе значений скоростей распространения сейсмических волн и плотностей в верхней толще изучаемого и эталонного грунта с учетом влияния обводненности разреза грунтов и возможных резонансных явлений.

8.2.1 Методика определения приращений сейсмичности

Определение приращений сейсмичности по методу сейсмических жесткостей выполнено в соответствии с п. 3.4 РСН 65-87 по формуле:

$$\Delta I = \Delta I_c + \Delta I_b + \Delta I_{рез}$$

где ΔI – суммарное приращение сейсмической интенсивности (в баллах) относительно исходной (фоновой) балльности;

ΔI_c – приращение сейсмической интенсивности за счет различия сейсмической жесткости грунтов на изучаемом и эталонном участке;

ΔI_b – приращение сейсмической интенсивности за счет ухудшения сейсмических свойств грунтов на изучаемом участке при обводнении (водонасыщении);

$\Delta I_{рез}$ – приращение сейсмической интенсивности за счет возможного возникновения резонансных явлений при резком различии сейсмических жесткостей в покрывающей и подстилающей толще пород изучаемого разреза.

Приращение интенсивности ΔI_c рассчитывалось по формуле:

$$\Delta I_c = 1,67 \lg (V_{(p,s)} \rho_a / V_{(p,s)i} \rho_i),$$

где $V_{(p,s)}$ и $V_{(p,s)i}$ – средневзвешенные значения скоростей распространения продольных и поперечных волн для расчетной толщи на изучаемом и эталонном участке, ρ_a и ρ_i – средневзвешенные значения плотностей на эталонном и изучаемом участке.

Мощность расчетной толщи грунта согласно РСН 60-86 принята равной 10 м от поверхности. Средневзвешенная скорость для 10 метрового слоя рассчитывалась по формуле

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

						972-ИГИ1		Лист
								55
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

$$V_{\text{взв}} = \frac{10}{\frac{h_1}{V_1} + \frac{h_2}{V_2} + \dots + \frac{h_n}{V_n}}$$

где V_1, V_2, \dots, V_n – скорости распространения соответствующей волны в первом, втором и n -ом слое разреза, а h_1, h_2, \dots, h_n – соответствующие мощности слоев. Аналогичным образом рассчитывались средневзвешенные значения плотностей:

$$\rho_{\text{взв}} = \frac{h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2 + \dots + h_n \rho_n}{10}$$

Приращение за счет обводненности грунта $\Delta I_{\text{в}}$ рассчитывалось согласно п. 3.4.7 РСН 65-87 по формуле:

$$\Delta I_{\text{в}} = K \exp(-0,04 h_{\text{в}}^2),$$

где K – коэффициент, зависящий от литологического состава грунтов (для плотных крупнообломочных грунтов $K = 0$, для твердых, полутвердых и тугопластичных суглинков и глин, крупнообломочных грунтов с содержанием песчано-глинистого заполнителя не менее 30% $K = 0,5$, для песчаных грунтов, пластичных и текучих супесей, мягкопластичных, текучепластичных и текучих суглинков и глин $K = 1$), $h_{\text{в}}$ – расчетное положение уровня грунтовых вод.

В качестве эталонных (средних) грунтов согласно РСН 60-86 были выбраны супесчано-суглинистые грунты с плотностью равной $\rho = 1,8 \text{ г/см}^3$, со скоростью распространения продольных волн $V_{\text{P}} = 700 \text{ м/с}$ и со скоростью распространения поперечных волн $V_{\text{S}} = 350 \text{ м/с}$.

8.2.2 Результаты определения приращений сейсмической интенсивности на площадке и ее расчетная сейсмичность

В связи с отсутствием резких различий сейсмических жесткостей в различных слоях разреза приращения $\Delta I_{\text{рез}}$ равны нулю.

На основе анализа инженерно-геологических разрезов и результатов изучения скоростного строения разрезов, выполненного для применения метода сейсмической жесткости, площадка была разбита на восемь зон с различными типами грунтовой толщи, отличающимися по сейсмическим свойствам. Параметры верхней 10 метровой толщи для каждого типа грунта, а также расчеты приращений сейсмической интенсивности для них относительно эталонных грунтов приведены в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Расчеты приращений сейсмической интенсивности относительно эталонных грунтов по продольным и поперечным волнам

Тип грунтовой толщи / № зоны	№ слоя	Типичный грунт слоя	$h, \text{ м}$	$V_{\text{P}}, \text{ м/с}$	$V_{\text{S}}, \text{ м/с}$	$\rho, \text{ г/см}^3$	$\Delta I_{\text{сP}}, \text{ балл}$	$\Delta I_{\text{сS}}, \text{ балл}$	$\Delta I_{\text{г}}, \text{ балл}$	$\Delta I, \text{ балл}$
1	1	Галечник.грунты	1.5	800	420	2.13	0.43	0.33	0.03	0.36
	2	Супеси, пески	7	290	170	1.74				
	3	Гравийные грунты	1.5	2000	540	2.22				
2	1	Пески	9.1	240	150	1.74	0.75	0.58	0.02	0.60
	2	Гравийные грунты	0.9	810	390	2.22				
3	1	Суглинки	2.1	290	180	1.98	0.79	0.71	0.00	0.79
	2	Зола	5.1	200	110	1.08				
	3	Пески пылеватые	2.8	270	150	1.81				
4	1	Суглинки	1.6	290	180	1.98	0.56	0.47	0.00	0.56

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

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист
							56

Тип грунтовой толщи / № зоны	№ слоя	Типичный грунт слоя	$h, \text{ м}$	$V_P, \text{ м/с}$	$V_S, \text{ м/с}$	$\rho, \text{ г/см}^3$	$\Delta I_{cP}, \text{ балл}$	$\Delta I_{cS}, \text{ балл}$	$\Delta I_e, \text{ балл}$	$\Delta I, \text{ балл}$
	2	Галечник. грунты	4.6	780	410	2.13				
	3	Зола	3.8	210	120	1.08				
5	1	Зола	10.0	220	130	1.08	1.21	1.09	0.00	1.21
6	1	Зола	4.0	240	140	1.30	-0.03	0.02	0.12	0.14
	2	Галечник. грунты	6.0	2500	650	2.24				
7	1	Сугл, супеси, пески	4.3	280	170	1.92	0.93	0.82	0.00	0.93
	2	Зола	5.7	220	130	1.08				
8	1	Суглинки, супеси	2.9	290	160	1.92	0.58	0.53	0.00	0.58
	2	Зола	3.1	210	110	1.08				
	3	Галечник. грунты	4.0	760	400	2.13				

В связи с тем, что по результатам инженерно-геологических изысканий в зонах №№ 3-5, 7, 8 грунтовые воды до глубины 10 м не вскрыты, то приращения сейсмичности за счет грунтовых вод ΔI_b для всей площадки равны нулю.

В зонах №№ 1-2, 6 грунтовые воды вскрыты на глубине 6,1 м (зона №6-скв. 21019), 8,5 – 9,3 м (зона №1 - скв. 2101, 2102, 1194; зона №3 - 2103, 2105, 2107, 2108). Обводненные грунты представлены гравийными и галечниковыми грунтами с заполнителем св. 30% (коэффициент, зависящий от литологического состава грунтов, $K = 0,5$), соответственно приращения для зоны №1 $\Delta I_b = 0,03$ балла, для зоны №3 – 0,02 балла и для зоны №6 – 0,12 балла.

При вычислении значения приращения сейсмической интенсивности принимались наихудшие условия (низкие значения плотности, максимальные уровни грунтовых вод и низкие значения скоростей).

Согласно п.3.4.4 РСН 65-87 для водонасыщенных грунтов при вычислении значения суммарного приращения сейсмической интенсивности ΔI использовались только значения поперечных волн V_S .

В таблице 8.2 указаны: h – мощность слоя грунтовой толщи;

V_P и V_S – значения скоростей продольных и поперечных волн в каждом выделенном слое грунтовой толщи;

ρ – значение плотности грунта;

ΔI_{cP} и ΔI_{cS} – значения приращений сейсмической интенсивности, вычисленные по скоростям продольных и поперечных волн,

ΔI – значения суммарного приращения сейсмической интенсивности по методу сейсмической жесткости, вычисленные по скоростям продольных и поперечных волн с учетом обводненности грунта.

Анализ таблицы 8.2 показывает, что в зонах площадки №№ 1 и 6 не наблюдается значимых приращений сейсмической интенсивности (более 0,5 балла или менее - 0,5 балла) относительно эталонных грунтов. Таким образом, расчетная сейсмичность зон №№ 1 и 6 площадки совпадает с исходной сейсмичностью района изысканий.

Для зон №№ 2-5, №№ 7 и 8 имеем значимое повышение сейсмичности. Для этих зон расчетная сейсмичность выше исходной сейсмичности региона изысканий, заданной картами общего сейсмического районирования ОСР 2015, на 1 балл.

На основании проведенных работ расчетная сейсмичность площадки для периода повторяемости сотрясений в 1000 лет (карта ОСР-2015-В) в долях балла по шкале MSK-64 для зоны №1 равна 8.4 баллам, №2 – 8.6 баллам, №3 – 8.8 баллам, №4 – 8.6 баллам, №5 – 9.2

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

						972-ИГИ1	Лист
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		57

баллам, №6 – 8.3 баллам, №7 – 8.9 баллам, №8 – 8.6 баллам. В целочисленном значении расчетная сейсмичность для зон №1, №6 равна 8 баллам, для остальных зон площадки расчетная сейсмичность равна 9 баллам по шкале MSK-64.

На основании проведенных работ расчетная сейсмичность площадки (с учетом уточненной исходной) для периода повторяемости сотрясений в 500 лет (карта ОСР-2015-А) в долях балла по шкале MSK-64 для зоны №1 равна 6.4 баллам, №2, №4 и №8 – 6.6 баллам, №3 – 6.8 баллам, №5 – 7.2 баллам, №6 – 6.1 баллам, №7 – 6.9 баллам.

Расчетная сейсмичность (с учетом уточненной) для периода повторяемости сотрясений в 5000 лет (карта ОСР-2015-С) в долях балла по шкале MSK-64 составила для зоны № 1 – 8.1 балла, для зоны № 2, №4 и №8 – 8.3 балла, для зоны № 3 – 8.4 балла, для зоны № 5 – 8.9 балла, для зоны № 6 – 7.8 балла, для зоны № 7 – 8.6 балла.

8.3 Количественные характеристики прогнозируемых сейсмических воздействий на площадке

Теоретические расчеты выполнялись для установления количественных характеристик сейсмических воздействий на площадке от землетрясений, представляющих для нее максимальную опасность.

8.3.1 Параметры зон возникновения очагов землетрясений, расположенных вблизи площадки

В ходе составления Комплекта карт общего сейсмического районирования ОСР-2015 Северная Евразия была разделена на крупные и генетически единообразные в тектоническом, геодинамическом и сейсмическом отношении регионы R_i , а затем в соответствии с разработанной линеаментно-доменно-фокальной (ЛДФ) моделью в каждом из них выделялись основные структурные элементы (зоны возникновения очагов землетрясений) трех типов – линеаменты (L), отражающие концентрированную (структурированную) сейсмичность; домены (D), характеризующие рассеянную, сейсмичность; потенциальные очаги (F) землетрясений, выявляющие наиболее опасные участки и, как правило, приуроченные к линеаментным структурам. Район расположения площадки попал в регион 3.1 - Алтай-Саяно-Байкальский.

Зоны возникновения очагов землетрясений (ВОЗ) (рисунок 8.1), классифицировались по магнитуде M с шагом 0,5 единицы магнитуды. Верхний порог магнитуды (M_{max}) определялся реальной сейсмогеодинамической обстановкой. Величина M_{max} оценивалась всеми доступными и разумными способами: по археологическим и историческим памятникам, по размеру древних сейсмодислокаций, ширине зон динамического влияния главных сейсмогенных структур, протяженности и сегментации сейсмоактивных разломов, по размеру взаимодействующих геоблоков, по конфигурации графиков повторяемости землетрясений, по экстремальным значениям графика накопления тектонических деформаций, по потенциальным очагам землетрясений максимальной магнитуды и т.п.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			972-ИГИ1						
Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

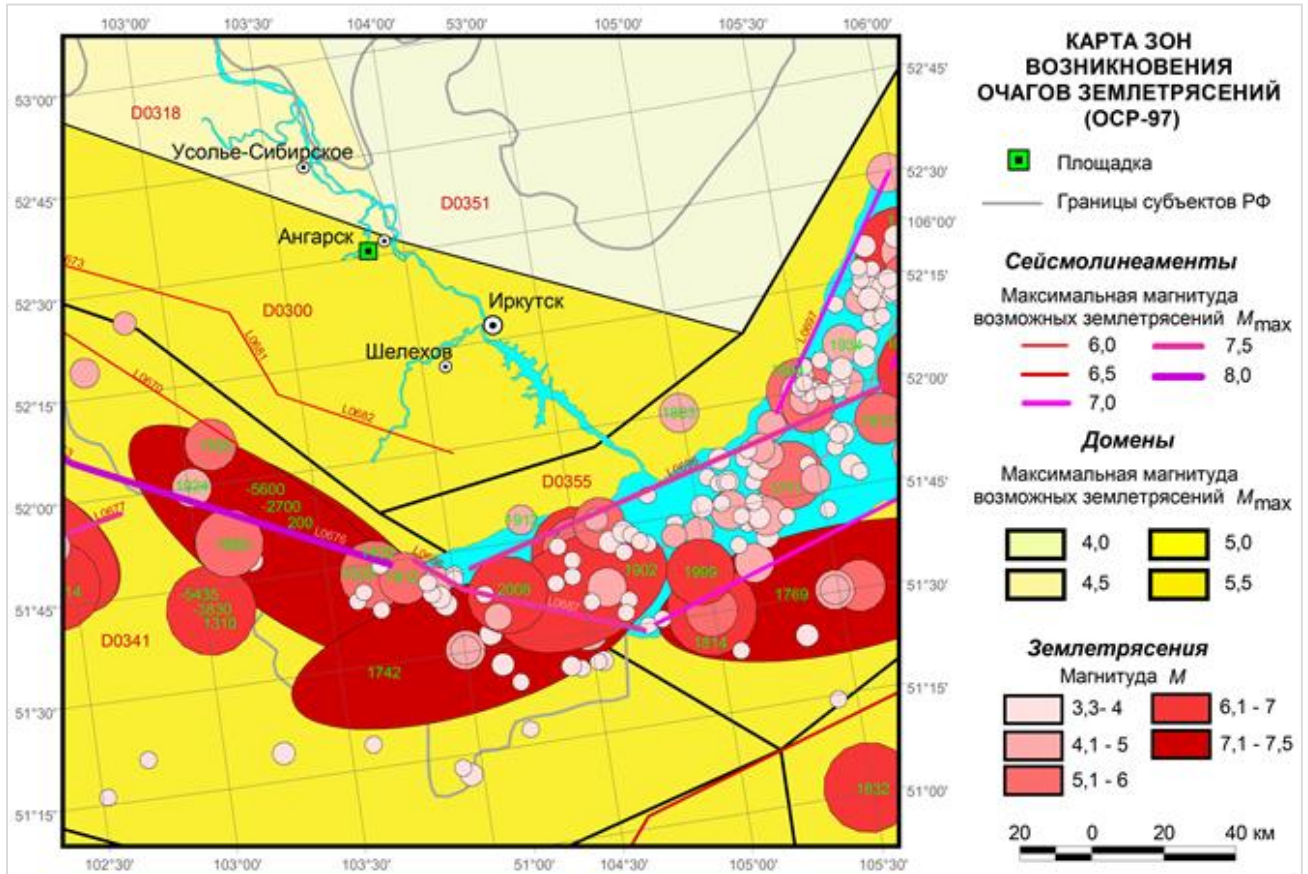


Рисунок 8.4 – Карта зон возникновения очагов землетрясений по ОСР-2015, а также землетрясения специализированного каталога (у наиболее сильных землетрясений красным шрифтом указаны года возникновения); площадка показана зеленым квадратом

При этом в ОСР-2015 у доменов минимальная магнитуда $M_{min} = 3,0-4,0$, а максимальная магнитуда $M_{max} = 4,0-5,5$; у линеаментов $M_{min} = 6,0$, $M_{max} = 6-8$; у очагов $M_{min} = 6,0$.

В Алтай-Саяно-Байкальском регионе очагов не выделено. Таким образом, существует иерархия сейсмичности: слабая сейсмичность описывается доменами, более сильная – линеаментами и сильная очаговая – очагами.

После выделения зон ВОЗ удельная плотность общего потока V_{RM} сейсмических событий разных магнитуд M в регионе, равная их среднегодовому числу, распределялась между всеми зонами региона.

Поток доменов определялся из реальных характеристик покрываемых ими областей (сейсмические каталоги, сейсмодислокации и т.п.). Вся сейсмичность с $M > 6,0$ распределялась на линеаменты пропорционально их длине, т.е. активность 1 км любого линеамента в данном регионе одинакова, однако сильная сейсмичность на них «обрывается» согласно их M_{max} . Для каждой зоны ВОЗ также оценивались параметры возможных в ней землетрясений: возможные глубины, азимуты, углы наклона и т.д., а также возможные разбросы в их значениях.

Величина сейсмичности района площадки определяется параметрами зон ВОЗ (рисунок 8.1), взаимным расположением исследуемых участков относительно активных сейсмогенных структур региона (линеаментов и доменов).

Параметры зон ВОЗ, ближайших к рассматриваемой площадке, полученные из базы данных карт ОСР-2015, приведены в таблицах 8.3 и 8.4

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

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Таблица 8.3 – Параметры линеаментов с различными M_{max} из базы данных ОСР-2015, ближайших к площадке

Номер линеамен-та на карте зон ВОЗ	Длина линеа-мента в км	Координаты концов линеа-мента в градусах		График повторяемости землетрясений		Глубина кровли и подошвы слоя для верхней кромки очага-площадки	
		широта	долгота	Магнитуда M_L	Количество N в год	H_k , км	H_p , км
L0681	27	52,42	103,25	6,0	0,0001998	2,0	12,0
		52,20	103,40	–	–	–	–
L0702	37	51,98	106,40	6,5	0,0002790	4,0	19,0
		51,75	106,01	6,0	0,0002826	4,0	14,0
L0697	74	52,50	106,01	7,0	0,0004665	4,0	24,0
		51,96	105,39	6,5	0,0005528	4,0	19,0
		–	–	6,0	0,0005600	4,0	14,0
L0686	16	51,74	103,85	7,5	0,0000696	1,2	26,2
		51,65	104,03	7,0	0,0001021	1,2	21,2
		–	–	6,5	0,0001210	1,2	16,2
		–	–	6,0	0,0001225	1,2	11,2
L0676	93	52,10	102,53	8,0	0,0002750	1,2	31,2
		51,74	103,75	7,5	0,0004060	1,2	26,2
		–	–	7,0	0,0005948	1,2	21,2
		–	–	6,5	0,0007048	1,2	16,2
		–	–	6,0	0,0007140	1,2	11,2

Таблица 8.4 – Параметры домена из базы данных ОСР-2015/ОСР-97, в котором расположена площадка

Номер домена на карте зон ВОЗ	Площадь домена в кв. км	Координаты вершин домена-многоугольника в градусах		Повторяемость землетрясений		Глубина кровли и подошвы слоя для верхней кромки очага-площадки	
		широта	долгота	Магнитуда M_L	Количество N в год	H_k , км	H_p , км
D0300	254107	56,57	92,60	5,5	0,01636440	2,0	7,0
		56,66	94,54	5,0	0,04527933	2,0	7,0
		56,43	97,22	4,5	0,12528530	2,0	7,0
		55,87	98,63	4,0	0,34665701	2,0	7,0
		53,08	102,25	–	–	–	–
		52,54	103,97	–	–	–	–
		52,17	105,31	–	–	–	–
		51,95	104,64	–	–	–	–
		51,87	103,74	–	–	–	–
		52,41	102,87	–	–	–	–
53,10	100,58	–	–	–	–		

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

Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист
							60

Номер домена на карте зон ВОЗ	Площадь домена в кв. км	Координаты вершин домена-многоугольника в градусах		Повторяемость землетрясений		Глубина кровли и подошвы слоя для верхней кромки очага-площадки	
		широта	долгота	Магнитуда M_{LN}	Количество N в год	H_k , км	H_p , км
		53,58	97,69	–	–	–	–
		53,51	94,96	–	–	–	–
		52,89	90,26	–	–	–	–
		54,60	89,23	–	–	–	–
		56,21	89,05	–	–	–	–
		56,57	92,60	–	–	–	–

Площадка находится в домене D0300, имеющем максимальную магнитуду, равную 5,5. Минимальное расстояние от площадки до ближайшего линеамента L0681, характеризующегося максимальной магнитудой 6,0, составляет 36 км (рисунок 8.1).

8.3.2 Параметры землетрясений, представляющих максимальную опасность для площадки

Для нахождения характеристик сейсмических воздействий на площадке необходимо определить параметры землетрясений, задающих сейсмичность на ней. Для этого необходимо рассмотреть параметры зон ВОЗ, окружающих площадку, с учетом спадания интенсивности колебаний по мере удаления от относящихся к ним гипоцентров землетрясений.

О спадании бальности сейсмических сотрясений от землетрясений заданной магнитуды и с расстоянием при удалении объектов от эпицентральных областей можно судить по известному уравнению Н.В. Шебалина, а также по реальным оценкам недавних землетрясений и выявленных макросейсмических закономерностей. Расчет проводился по уравнению вида:

$$I = 1,5 M_{LN} - 3,5 \lg R + 3,0$$

где I – интенсивность сотрясений в баллах от землетрясения с магнитудой (M_{LN}) и удалением от его гипоцентра на расстояние R (в км). Коэффициенты в данном уравнении, были многократно проверены на практике.

Был проведен анализ параметров зон ВОЗ с различными M_{max} , ближайших к площадке, в соответствии с уравнением Н.В. Шебалина (таблица 8.5), который показал, что сильные сотрясения с интенсивностью 6 и более баллов на площадке могут вызвать землетрясения, относящиеся к домену D0300 и линеаментам L0681, L0697, L0686, L0676.

Таблица 8.5 – Максимальная интенсивность сейсмических воздействий от землетрясений, приуроченных к ближайшим к площадке зонам ВОЗ из базы данных ОСР-2015 с различными M_{max}

Зона ВОЗ, соответствующая землетрясению	D0300	L0681	L0702	L0697	L0686	L0676
1	2	3	4	5	6	7
Максимальная магнитуда зоны ВОЗ	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
Минимальное расстояние от зоны ВОЗ до площадки, км	2	36	171	123	81	80
Максимальная расчетная интенсивность на площадке от зоны ВОЗ, баллы MSK-64	10,2	6,6	4,9	6,2	7,6	8,3

Для дальнейшего определения параметров сейсмических воздействий на площадке необходимо найти наиболее типичные значения параметров землетрясений, возникновение

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

972-ИГИ1

Лист

61

которых приведет к колебаниям с интенсивностью, соответствующей уточненной исходной сейсмичности (6,0 баллов по шкале MSK 64 для периода повторяемости сотрясений в 500 лет и 7,7 баллов для периода в 5000 лет). Землетрясения с такими параметрами называют модальными. Их следует рассматривать для оценки сейсмической опасности на заданной площадке.

Для оценки типичных параметров землетрясений, способных вызвать в районе площадки сотрясения интенсивностью в 6 и 7.7 баллов был проведен анализ вкладов в уровень сейсмической опасности сейсмогенерирующих структур (зон ВОЗ).

В соответствии с результатами работ по уточнению исходной сейсмичности модальное землетрясение для сотрясений интенсивностью $I = 7,7$ баллов по шкале MSK-64 на рассматриваемой площадке, соответствующее максимальному расчетному землетрясению, относится к линеamentу L0676 с $M_{max} = 8,0$ и имеет магнитуду $M = 8,0$ и удаление гипоцентра от площадок $R = 122$ км, что следует как из формулы Н.В. Шебалина, так и из последних исследований, использованных при построении комплекта карт ОСР 2015/ОСР 97. Модальное землетрясение для сотрясений интенсивностью $I = 6,0$ баллов по шкале MSK-64 на рассматриваемой площадке, соответствующее проектному землетрясению, относится к линеamentу L0681, имеет магнитуду $M = 6,0$ и удаление гипоцентра от площадок $R = 52$ км.

Параметры модального землетрясения были использованы для расчета акселерограммы, используемой в расчетах реакции грунта площадки на сейсмические воздействия.

8.3.3 Определение параметров, задающих вид исходной акселерограммы на площадке

Для расчета характеристик ожидаемых сейсмических воздействий на площадке от сильных землетрясений необходимо сначала получить акселерограмму соответствующую модальному землетрясению, которое в данном случае имеет магнитуду $M = 6,0$ и гипоцентральное расстояние $R = 52$ км в случае проектного землетрясения (ПЗ) и $M = 8,0$ и $R = 122$ км в случае максимального расчетного землетрясения (МРЗ).

Дополнительно необходимо учесть, что для землетрясений рассматриваемого региона характерен взбросо-сдвиговый механизм [15]. Получаемая акселерограмма должна относиться к основанию верхней толщи известного инженерно-геологического разреза. Далее акселерограмма будет пересчитана на верхнюю границу толщи грунтов площадки.

Максимальное ускорение акселерограммы модального землетрясения определялось согласно рекомендациям.

Максимальное ускорение акселерограммы модального землетрясения для ПЗ и МРЗ определялось согласно выражению для ближней зоны:

$$\lg a_{max} = 0,634 M - 1,92 \lg R + 1,076,$$

где R – гипоцентральное расстояние.

Для модального землетрясения на средних грунтах (II категория по сейсмическим свойствам), соответствующего ПЗ, $a_{max} = 38 \text{ см/с}^2$. Для МРЗ $a_{max} = 139 \text{ см/с}^2$.

Преобладающий период колебаний, связанный с максимальной амплитудой записи, $T_{a_{max}}$, рассчитывался по формуле:

$$\lg T_{a_{max}} = 0,15 M + 0,25 \lg R - 1,9 + C \pm 0,20,$$

где коэффициент C для взбросо-сдвигов принимает значение равное $-0,05$ [8, 9]. Соответственно $T_{a_{max}} = 0,24 \text{ с}$ для ПЗ, а для МРЗ – $T_{a_{max}} = 0,59 \text{ с}$.

Еще одним важным параметром акселерограммы является ширина спектра реакции S , определяющая частотный состав сейсмических колебаний. Она находилась по формуле:

$$S = 0,6 + C_{S1} + C_{S2} \pm 0,20,$$

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

						972-ИГИ1	Лист
Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата		62

где коэффициент C_{S1} взбросо-сдвигов равен – 0,05, а C_{S2} для грунтов II категории равен 0 [8, 9], соответственно получаем $S = 0,55$.

Основной параметр семейства огибающих сейсмических колебаний – ширина импульса d определяется согласно выражению:

$$\lg d = 0,15 M + 0,5 \lg R - 1,3 + C_{d1} + C_{d2} \pm 0,30,$$

где C_{d1} – константа, равная – 0,12 для взбросо-сдвигов, а C_{d2} – константа, равная 0,00 для грунтов II категории по сейсмическим свойствам [8, 9]. Получаемое значение параметра d равно 2,18 с для ПЗ, и $d = 6,66$ с для МРЗ.

Параметр d входит в широко используемое выражение для огибающей акселерограммы:

$$a(t) = a_{\max} \frac{3td}{9t^2 - 9td + 4d^2},$$

полученное на основе обработки акселерограмм землетрясений (в основном Запада США), где t – текущее время.

Таким образом, на основании характеристик модального землетрясения были вычислены все параметры, определяющие вид акселерограммы в нижнем слое известного инженерно-геологического разреза.

8.3.4 Получение исходной акселерограммы для расчета характеристик сейсмических воздействий

На основании рассчитанных значений параметров, определяющих сейсмические воздействия, была синтезирована акселерограмма наиболее вероятного землетрясения на нижнем слое известного инженерно-геологического разреза.

Для этого был использован метод, предложенный группой профессора Ф.Ф. Аптикаева (Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН), основанный на синтезировании акселерограмм по локальному спектру коэффициентов динамичности и описан в разделе 8 СП 286.1325800. 2016.

Спектр принимает максимальные значения β_{\max} , равные 3,2 в районе преобладающего периода T_{\max} . Уровень, равный β_{\max} , он сохраняет в интервале $\lg T_{\max} \pm 0,2$.

От концов интервала с максимальными значениями начинаются склоны спектра, имеющие линейный вид в двойном логарифмическом масштабе $\lg \beta - \lg T$, где β – значения спектра коэффициентов динамичности, а T – период.

Скорость уменьшения значений β одинакова в низкочастотной и высокочастотной части спектра и такова, что на уровне спектра в $0,5 \beta_{\max}$ ширина спектра составляет $S + 0,4$, где величина 0,4 соответствует удвоенному доверительному интервалу для ширины спектра реакции. В низкочастотной части спектра, где $\beta < 0,4 \beta_{\max}$, значения β снижаются пропорционально $1/T^2$.

Полученные для ПЗ и МРЗ локальные спектры представлены на рисунках 8.2 и 8.3.

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

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

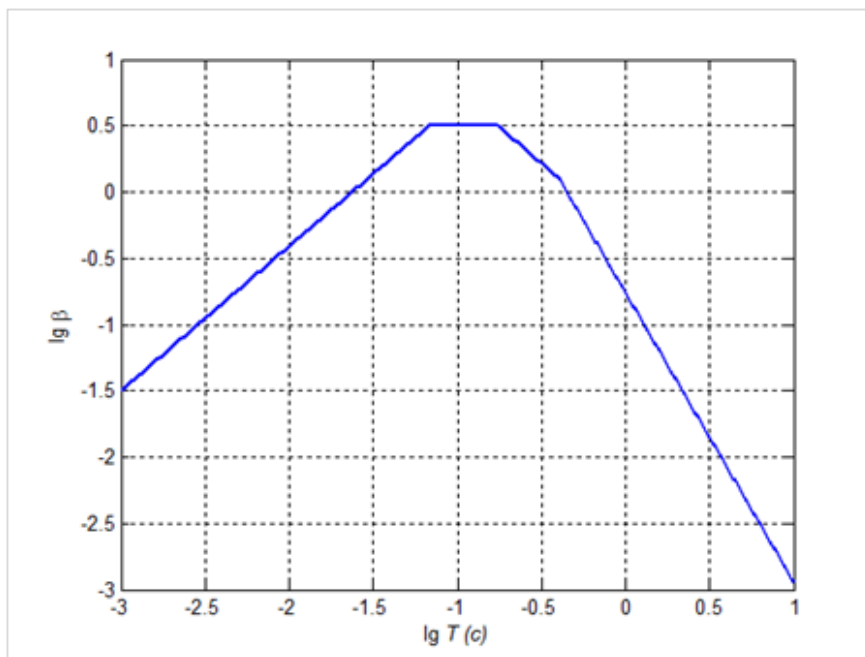


Рисунок 8.5 – Локальный спектр ответа для максимального расчетного землетрясения

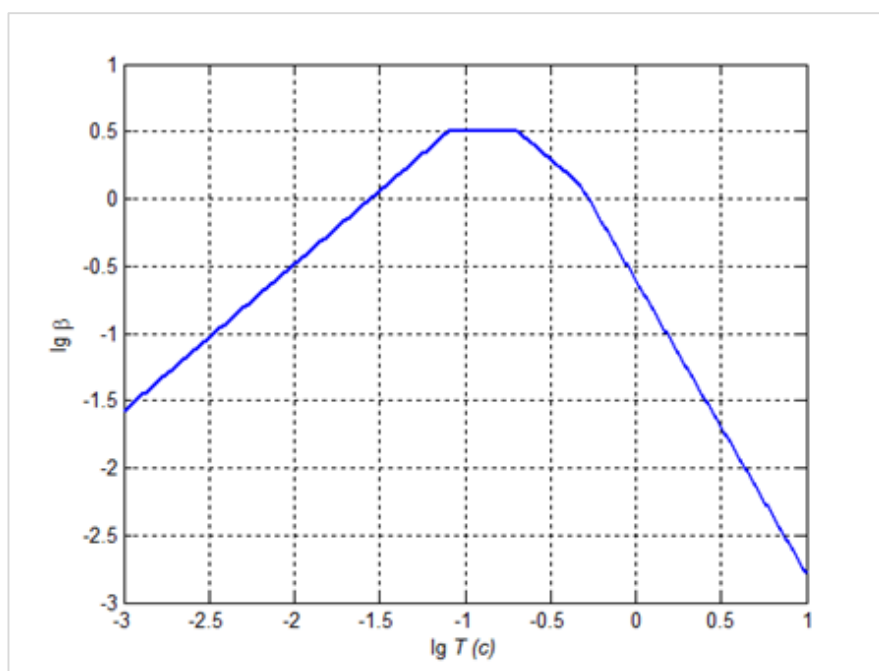


Рисунок 8.6 – Локальный спектр ответа для проектного землетрясения

По ним с помощью специализированной программы по методу схожести с описанным в [14] были построены акселерограммы с необходимыми амплитудами a_{\max} и огибающими, имеющими значения параметра d , рассчитанные ранее. Спектр ответа акселерограмм отклоняется от локального спектра не более чем на 10%.

Построенная исходная акселерограмма для МРЗ показана на рисунке 8.4. Аналогичная акселерограмма для ПЗ показана на рисунке 8.5. Они использовались для дальнейших расчетов колебаний грунта на площадке.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

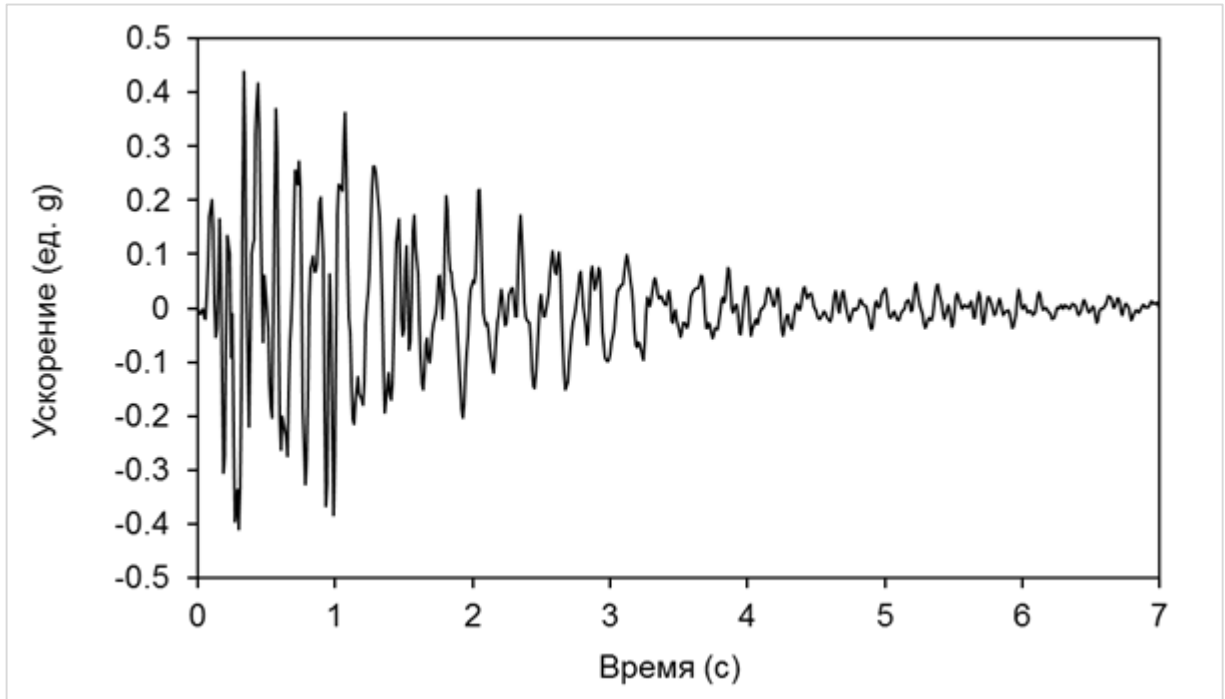


Рисунок 8.7 – Синтезированная акселерограмма для МРЗ; ускорение указано в единицах ускорения свободного падения g

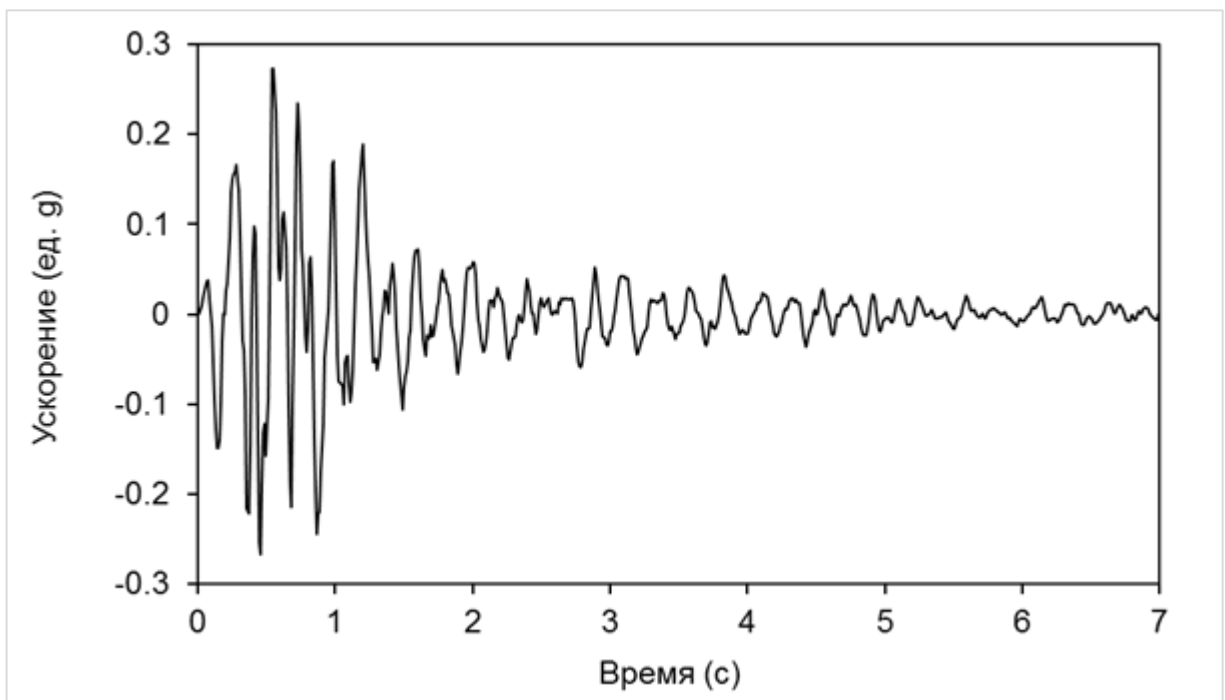


Рисунок 8.8 – Синтезированная акселерограмма для ПЗ; ускорение указано в единицах ускорения свободного падения g

8.3.5 Методика расчета характеристик прогнозируемых сейсмических воздействий

Определение количественных характеристик сейсмических воздействий проводилось на основе расчета акселерограмм сильных землетрясений (модальных) с нахождением реакции грунтовой толщ.

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

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Акселерограммы рассчитывались с применением программы NERA (разработка Калифорнийского университета) на основе ранее полученной исходной акселерограммы, соответствующей модальному землетрясению.

Перед расчетом реакции грунтовой толщи площадки была проведена корректировка синтезированной акселерограммы модального землетрясения, чтобы обеспечить равенство амплитуды акселерограммы, полученной для эталонного грунта, рассчитанному значению a_{max} .

Полученные акселерограммы на дневной поверхности площадки определялись свойствами налегающей толщи и параметрами колебаний от модального землетрясения. Для задания характеристик налегающей грунтовой толщи, в которой распространяются упругие волны, использовались параметры грунтовых толщ, соответствующие выделенным зонам, представленные в таблице 8.2.

На основании проведенных расчетов для всех зон (типов грунтовых толщ), выделенных на площадке, были получены акселерограммы для верхней границы грунта, соответствующие им Фурье-спектры, спектры ответа и графики коэффициентов динамичности.

Рассчитанные акселерограммы при проектном (ПЗ) и максимальном расчетном (МРЗ) землетрясении для верхней границы грунта, и соответствующие акселерограммам Фурье-спектры, спектры ответа и графики коэффициентов динамичности приведены:

- для первой зоны площадки (первый тип грунтовых условий – в Приложении Н;
- для второй зоны площадки (второй тип грунтовой толщи) – в Приложении П;
- для третьей зоны площадки (третий тип грунтовой толщи) – в Приложении Р;
- для четвертой зоны площадки (четвертый тип грунтовой толщи) – в Приложении С
- для пятой зоны площадки (пятый тип грунтовой толщи) – в Приложении Т;
- для шестой зоны площадки (шестой тип грунтовой толщи) – в Приложении У;
- для седьмой зоны площадки (седьмой тип грунтовой толщи) в Приложении Ф;
- для восьмой зоны площадки (восьмой тип грунтовой толщи) – в Приложении Х.

8.4 Прогноз изменений сейсмичности площадки с учетом изменений инженерно-геологических условий в период строительства и эксплуатации объекта

По результатам проведенных инженерно-геологических изысканий значительного изменения (повышения или понижения) уровня грунтовых вод в результате работ на площадке не ожидается, а также не ожидается других изменений, способных привести к существенным изменениям сейсмических свойств грунтов, то можно прогнозировать сохранение сейсмичности площадки в период строительства и эксплуатации объекта.

8.5 Выводы

Согласно комплекту карт общего сейсмического районирования ОСР-2015, нормативная сейсмичность района площадки составляет 8 баллов для периода повторяемости 500 лет (карта ОСР 2015-А), 8 баллов – для периода 1000 лет (ОСР 2015-В) и 9 баллов для периода 5000 лет (ОСР 2015-С).

Для площадки золошлакоотвала участка № 1 ТЭЦ-9 для задания сейсмических воздействий при максимальном расчетном землетрясении (МРЗ) следует использовать карту ОСР-2015-С, и карту ОСР-2015-А – при проектном землетрясении (ПЗ). Уточненная исходная сейсмичность для МРЗ принята равной 7.7 баллам по шкале MSK 64, а для ПЗ – 6 баллам.

В ходе проведения работ по сейсмическому микрорайонированию площадки была установлена ее расчетная сейсмичность, рассчитаны акселерограммы и определены

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

							972-ИГИ1	Лист
								66
Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата			

характеристики сейсмических воздействий от сильных землетрясений для карты ОСП-2015-А при проектном землетрясении (ПЗ) и карты ОСП-2015-С для задания сейсмических воздействий при максимальном расчетном землетрясении (МРЗ).

По результатам изучения сейсмических свойств грунтов на площадке выделено восемь зон с различными типами грунтовой толщи.

На основании проведенных работ расчетная сейсмичность площадки (с учетом уточненной исходной) для периода повторяемости сотрясений в 500 лет (карта ОСП-2015-А) в долях балла по шкале MSK-64 для зоны №1 равна 6.4 баллам, №2, №4 и №8 – 6.6 баллам, №3 – 6.8 баллам, №5 – 7.2 баллам, №6 – 6.1 баллам, №7 – 6.9 баллам.

Расчетная сейсмичность (с учетом уточненной) для периода повторяемости сотрясений в 5000 лет (карта ОСП-2015-С) в долях балла по шкале MSK-64 составила для зоны № 1 – 8.1 балла, для зоны № 2, №4 и №8 – 8.3 балла, для зоны № 3 – 8.4 балла, для зоны № 5 – 8.9 балла, для зоны № 6 – 7.8 балла, для зоны № 7 – 8.6 балла.

Результаты выполненных работ отражены на картах сейсмического микрорайонирования, построенных для периодов повторяемости сотрясений в 500 (граф. прил. 972-ИГИ1-03, листы 1 и 2) и 5000 лет, что соответствуют проектному и максимальному расчетному землетрясениям.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					972-ИГИ1	Лист
			Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.		Подп.

9 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В административном отношении участок работ расположен в г.Ангарск в пятом промышленном массиве.

Золошлакоотвал участка № 1 ТЭЦ-9 трехсекционный равнинного типа в расположен на берегу протоки Голуторовская.

По периметру золошлакоотвал окружен грунтовой дамбой. Общая протяженность напорного фронта 6725 м. Внутренняя чаша золошлакоотвала разделительной дамбой поделена на две секции № 2 и № 3.

Секции № 2 и № 3 фильтрующие, секция № 4 – с противオフィльтрационным экраном.

Гидротехнические сооружения вводились в эксплуатацию очередями: первая очередь – в 1963 г, вторая – 1973 г, третья – 1981 г, секция № 4 – в 1999 г.

В настоящее время секции № 2 и № 3 не эксплуатируются с 2012 г, а секция № 4 – с 2019 г.

В геоморфологическом отношении золошлакоотвал размещается в пределах первой надпойменной террасы р.Ангары. Средние абсолютные отметки поверхности террасы вблизи протоки Голуторовской составляют 408,0-409,0 м, увеличиваясь до 411,0-412,0 м в районе секции № 4.

В геологическом строении принимают участие четвертичные отложения, в генетическом отношении подразделяющиеся на техногенные, аллювиальные, подстилающиеся коренными породами юры, выветрелыми в кровле до глинистого состояния.

Толща грунтов до разведанной глубины неоднородна. В результате анализа пространственной изменчивости частных показателей свойств грунтов, с учетом геологического строения, литологических, генетических и возрастных особенностей, в пределах изученного разреза выделено 23 инженерно-геологических элементов.

Техногенные отложения:

- ИГЭ 2 – суглинок твердый, легкий, песчанистый и пылеватый с примесью органических веществ.
- ИГЭ 3 – суглинок твердый, гравелистый.
- ИГЭ 4 – супесь твердая песчанистая.
- ИГЭ 5 – песок пылеватый средней плотности маловлажный.
- ИГЭ 6 – песок мелкий средней плотности маловлажный.
- ИГЭ 7 – песок гравелистый средней плотности маловлажный
- ИГЭ 8 – галечниковый грунт с песчаным заполнителем маловлажный.
- ИГЭ 9 – зола рыхлая, пылеватая маловлажная.
- ИГЭ 9а – зола рыхлая, пылеватая, водонасыщенная.
- ИГЭ 10 – зола рыхлая пылеватая, влажная (перемещенная).

Аллювиальные отложения:

- ИГЭ 11 – суглинок мягкопластичный, легкий, песчанистый и пылеватый.
- ИГЭ 11а – суглинок тугопластичный, легкий, пылеватый.
- ИГЭ 12 – супесь твердая песчанистая.
- ИГЭ 12а – супесь пластичная песчанистая с примесью органических веществ
- ИГЭ 14 – песок пылеватый средней плотности, маловлажный и влажный.

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

							972-ИГИ1	Лист
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			68

- ИГЭ 15 – песок мелкий средней плотности, маловлажный и влажный.
- ИГЭ 17 и ИГЭ 18, соответственно, гравийный и галечниковый грунты с песчаным заполнителем водонасыщенные.

Элювиальные отложения:

- ИГЭ 19 – суглинок твердый легкий, песчанистый и пылеватый.
- ИГЭ 20 – супесь твердая песчанистая.

Нормативные и расчетные значения показателей физико-механических свойств, выделенных инженерно-геологических элементов, приведены в таблицах 7.2, 7.6 и 7.8.

Условия залегания и распространения, выделенных инженерно-геологических элементов приведены в инженерно-геологических колонках и на разрезах (граф. прил. 972-ИГИ1-02).

Для условий сухого складирования были изучены физико-механические свойства золошлаковых отложений при оптимальной влажности и плотности и с заданной влажностью и плотностью грунта. Нормативные и расчетные значения приведены в таблице 7.6.

При проектировании и расчете вместимости сухого хранения ЗШС, рекомендуется предусмотреть их уплотнение до плотности скелета $1,0 \text{ г/см}^3$ независимо от исходной влажности.

Гидрогеологические условия участка характеризуются наличием грунтовых вод, приуроченным к грунтам четвертичного комплекса. В генетическом отношении выделяются два водоносных горизонта.

Водоносный техногенный золошлаковый горизонт имеет локальное распространение в пределах секции № 4, ограничен в плане дамбами, в основании – пленочным покрытием. Водовмещающими породами являются золошлаковые отложения, слабопроницаемые.

Водоносный горизонт аллювиальных отложений приурочен к песчано-гравийно-галечниковым отложениям. По характеру и условиям залегания грунтовые воды безнапорные порово-пластового типа.

Уровень грунтовых вод в пределах участка, вскрывается на абсолютных отметках 405,3-409,5 м. Вскрытая мощность обводненного слоя составила от 1,8 до 6,1 м.

По химическому составу грунтовые воды горизонта в основном гидрокарбонатно-сульфатные магниевые-кальциевые с минерализацией $0,6-1,1 \text{ г/дм}^3$. В двух скважинах (21012 и 21019) вскрыты сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые воды с минерализацией $0,4-0,6 \text{ г/дм}^3$. По показателю Ph подземные воды от нейтральных до щелочных.

По водопроницаемости глинистые грунты ИГЭ 2, ИГЭ 11, ИГЭ 11а, ИГЭ 19 и ИГЭ 20 относятся к слабопроницаемым, грунты ИГЭ 3 – ИГЭ 7, ИГЭ 9, ИГЭ 9а, ИГЭ 10, ИГЭ 12, ИГЭ 12а, ИГЭ 14 и ИГЭ 15 относятся к водопроницаемым, гравийно-галечниковые грунты ИГЭ 8, ИГЭ 17 и ИГЭ 18 – к сильноводопроницаемым.

К специфическим грунтам относятся техногенно-перемещенные (ИГЭ 2 – ИГЭ 8), техногенно-перееотложенные (антропогенные) – ИГЭ 9, ИГЭ 9а и ИГЭ 10 грунты, и элювиальные грунты – ИГЭ 19 и ИГЭ 20.

По способу образования грунты ИГЭ 2 – ИГЭ 8 относятся к планомерно возведенным насыпям, отсыпаны сухим способом, и по времени и способу уплотнения относятся к уплотненным.

Грунты ИГЭ 9, ИГЭ 9а образованы путем намыва, характеризуются однородным составом и сложением. По времени самоуплотнения грунты ИГЭ 9 и нижняя часть разреза ИГЭ 9а относятся к грунтам, самоуплотнение которых завершено.

Для верхней части разреза ИГЭ 9а и для золошлаков ИГЭ 10 – процесс самоуплотнения грунтов не завершен.

Элювиальные грунты находятся в состоянии природной влажности, относятся к прочноструктурным разностям, при водонасыщении – размокают полностью или распадаются

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

							972-ИГИ1	Лист
Изм.	Коп. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			69

на структурные элементы, их прочностные характеристики значительно снижаются. Проектом не предусматривается вскрытие элювиальных грунтов.

Из неблагоприятных инженерно-геологических процессов, оказывающих влияние на выбор проектных решений и влияющих на устойчивость и эксплуатацию сооружений, в отчете отмечены процессы морозного пучения и землетрясения.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов для участка золошлакоотвала рассчитанная по СП 22.13330.2016 п.5.5.3 составила для суглинков – 1,84 м, для супесей, песков мелких и пылеватых – 2,25 м, для песков гравелистых – 2,41 м, для галечниковых грунтов – 2,73 м.

В зоне сезонного промерзания по степени пучинистости грунты относятся к среднепучинистым (ИГЭ 2), слабопучинистым (ИГЭ 4, ИГЭ 6 и ИГЭ 7), к пучинистым (ИГЭ 5, ИГЭ 9, ИГЭ 9а и ИГЭ 10), к непучинистым (ИГЭ 8).

В соответствии с таблицей 5.1 СП 115.13330.2016 категория опасности природные процесса пучения относится к весьма опасной.

По картам общего сейсмического районирования ОСР-2015 СП 14.13330.2018, сейсмичность района составляет для карты А – 8 баллов, для карты В – 8 баллов и для карты С – 9 баллов по шкале MSK-64.

Для района площадки ТЭЦ-9 лабораториями современной геодинамики и инженерной сейсмологии и сейсмологии Федерального государственного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) были выполнены работы по уточнению исходной сейсмичности [16], согласно полученным результатам установлена уточненная исходная сейсмичность для карты ОСР-2015-А – 6 баллов, ОСР-2015-В – 7 баллов, ОСР-2015-С – 7.7 баллов.

По результатам сейсмического микрорайонирования (метод сейсмических жесткостей) участок золошлакоотвала (ГТС III класса) характеризуется расчетной сейсмической интенсивностью с учетом уточненной исходной сейсмичностью 6.1 – 7.2 баллов для карты ОСР-2015-А и, 7.8 – 8.9 баллов для карты ОСР-2015-С.

Грунты по сейсмическим свойствам относятся ко II и III категории.

Согласно СП 115.13330.2016 таблица 5.1 категория опасности по землетрясениям – опасная и весьма опасная.

По совокупности инженерно-геологических, гидрогеологических и техногенных условий категория сложности района (участка) принята II (средней сложности), согласно (приложение Г, таблица Г.1, СП 47.13330.2016).

Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист
							70
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

10 ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

- 1 СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Госстрой РФ. Москва, 2018 г.
- 2 СП 446.1325800.2019. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. Госстрой РФ. Москва, 2019 г.
- 3 СП 23.13330.2018. Основания гидротехнических сооружений. Госстрой РФ. Москва, 2018 г.
- 4 СП 22.13330.2016. Основание зданий и сооружений. Госстрой РФ. Москва, 2016 г.
- 5 СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. Госстрой РФ. Москва, 2018 г.
- 6 СП 115.13330.2016. Геофизика опасных природных воздействий. Госстрой РФ. Москва, 2016 г.
- 7 СП 131.13330.2018. Строительная климатология. Госстрой РФ. Москва, 2018 г.
- 8 СП 11-105-97. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Часть VI. Правила производства геофизических исследований. Госстрой России. Москва, 2004 г.
- 9 СП 283.1325800.2016. Объекты строительные повышенной ответственности. Правила сейсмического районирования. Госстрой РФ. Москва, 2017 г.
- 10 Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями. ДальНИИС Госстроя СССР. Москва, 1989 г.
- 11 ГОСТ 21.301-2014 «СПДС. Основные требования к оформлению отчетной документации по инженерным изысканиям». Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Москва, Стандартинформ, 2015 г.
- 12 ГОСТ 21.302--2013 «СПДС. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям». Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Москва, Стандартинформ, 2014 г.
- 13 ГОСТ 19912-2012. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Москва, Стандартинформ, 2012 г.
- 14 ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Москва, Стандартинформ, 2012 г.
- 15 ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Москва, Стандартинформ, 2013 г.
- 16 РД 34.15.073-91. Руководство по геотехническому контролю за подготовкой оснований и возведением грунтовых сооружений в энергетическом строительстве. Главтехстрой министерства энергетики и электрификации СССР. Москва, 1991 г.
- 17 РСН 60-86. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ. Госстрой РСФСР. – М.: МосЦТИСИЗ Госстроя РСФСР, 1986. – 32 с.
- 18 РСН 65-87. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования по производству работ. Госстрой РСФСР. – М.: МосЦТИСИЗ Госстроя РСФСР, 1987. – 26 с.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.							Лист	
										71
			Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	

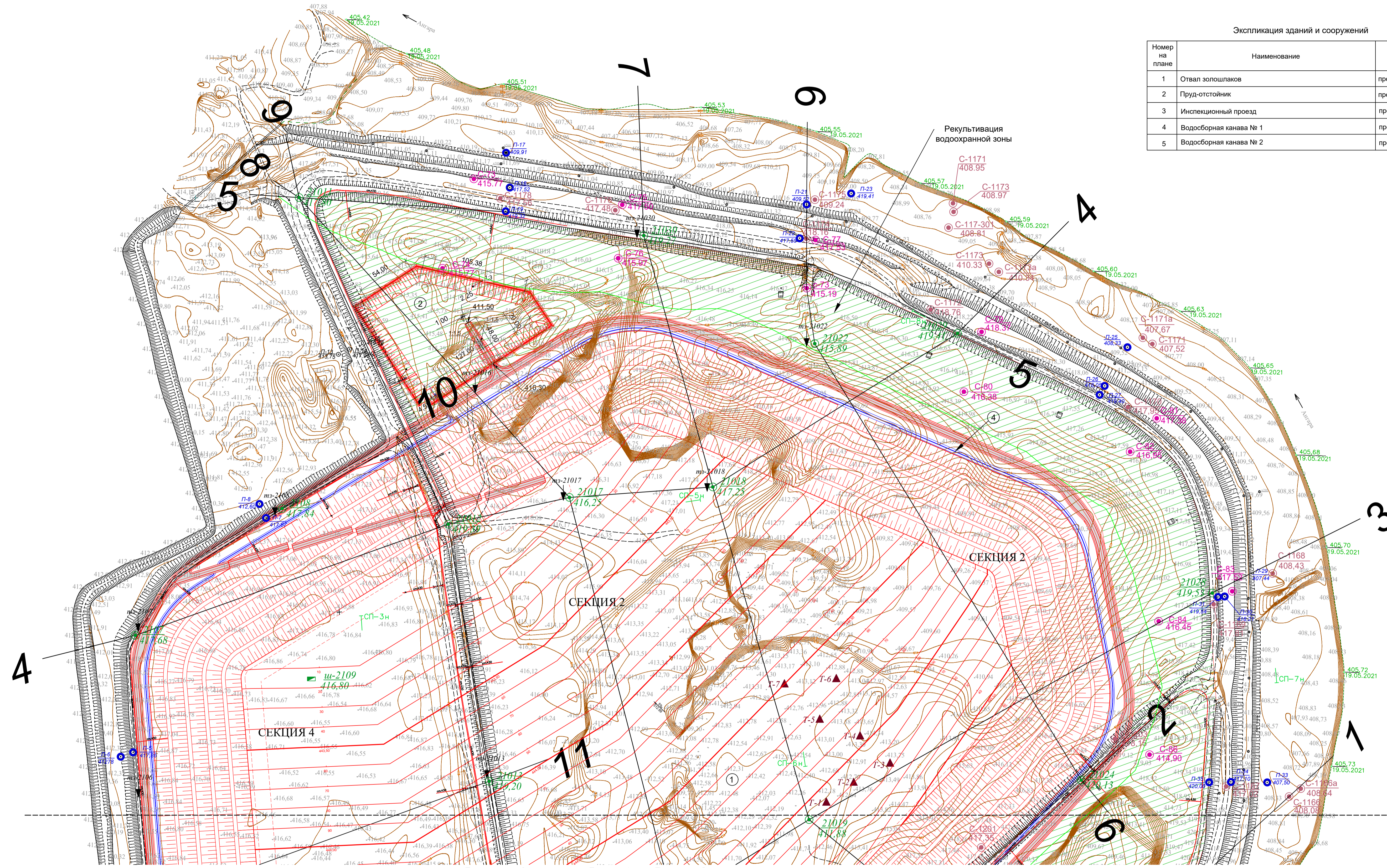
11 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ (ИСТОЧНИКОВ)

- 1 Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200000. Лист N-48-XXXII. ГФУГП «Иркутскгеология», 2000 г.
- 2 НП ОО «Центр геолого-экологических исследований». Расширение существующего золошлакоотвала Иркутской ТЭЦ-1 в городе Ангарске Иркутской области. Секции № 2 и № 3. Технический отчёт по инженерно-геологическим изысканиям на площади секции №3. Иркутск, 2002 г.
- 3 НП ОО «Центр геолого-экологических исследований». Расширение существующего золошлакоотвала Иркутской ТЭЦ-1 в городе Ангарске Иркутской области. Секции № 2 и № 3. Технический отчёт по инженерно-геологическим изысканиям на площади секции №2. Иркутск, 2003 г.
- 4 НП ОО «Центр геолого-экологических исследований». Расширение существующего золоотвала Иркутской ТЭЦ-1 в городе Ангарске. Расширение насосной станции осветленной воды. Технический отчёт по инженерно-геологическим изысканиям. Иркутск, 2003 г.
- 5 Паспорта наблюдательных скважин и пьезометров.
- 6 АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», филиал ПАО «Иркутскэнерго» ТЭЦ 9. Декларация безопасности гидротехнических сооружений участка № 1 филиала ПАО «Иркутскэнерго» ТЭЦ-9. Иркутск, 2021 г.
- 7 Каган А.А. Расчетные характеристики грунтов. Стройиздат. Москва, 1985 г.
- 8 Аптикаев Ф.Ф. Инструментальная шкала сейсмической интенсивности. – М.: Наука и образование, 2012. – 176 с.
- 9 Аптикаев Ф.Ф., Эртелева О.О. Генерирование искусственных акселерограмм методом масштабирования реальных записей. // Физика Земли, № 7, 2002. – С 39-45.
- 10 Гусев А.А., Шумилина Л.С. Моделирование связи балл-магнитууда-расстояние на основе представления о некогерентном протяженном очаге. // Вулканология и сейсмология, № 4-5, 1999. – С. 29-40.
- 11 Мушкетов И.В., Орлов А.П. Каталог землетрясений Российской Империи. – Зап. РГО, 26, СПб., 1893.
- 12 Сейсмическая сотрясаемость территории СССР; отв.ред. Ю.В. Ризниченко. – М.: Наука, 1979. – 192 с.
- 13 Уломов В.И., Шумилина Л.С. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР-97). Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах / гл. ред. В.Н. Страхов и В.И. Уломов – 1 : 8 000 000. – М.: ОИФЗ: Роскартография, 1999. – 57 с.
- 14 Шебалин Н.В. Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании. // Сейсмическое районирование территории СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 95-111.
- 15 Шерман С. И., Лунина О. В. Новая карта напряженного состояния верхней части литосферы земли // Доклады Академии наук. – 2001. – Т. 378, – №5. – С. 672 674.
- 16 ФГБУ ИЗК СО РАН. «Уточнение исходной сейсмичности площадки ТЭЦ – 9». Окончательный информационно-технический отчет по договору № 28-23 от 13 марта 2023 г. Иркутск, 2023.

Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Изм.	Коп.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	972-ИГИ1	Лист
							72

Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Отвал золошлаков	проектир.
2	Пруд-отстойник	проектир.
3	Инспекционный проезд	проектир.
4	Водосборная канава № 1	проектир.
5	Водосборная канава № 2	проектир.



Линия совмещения Листа1 с Листом2

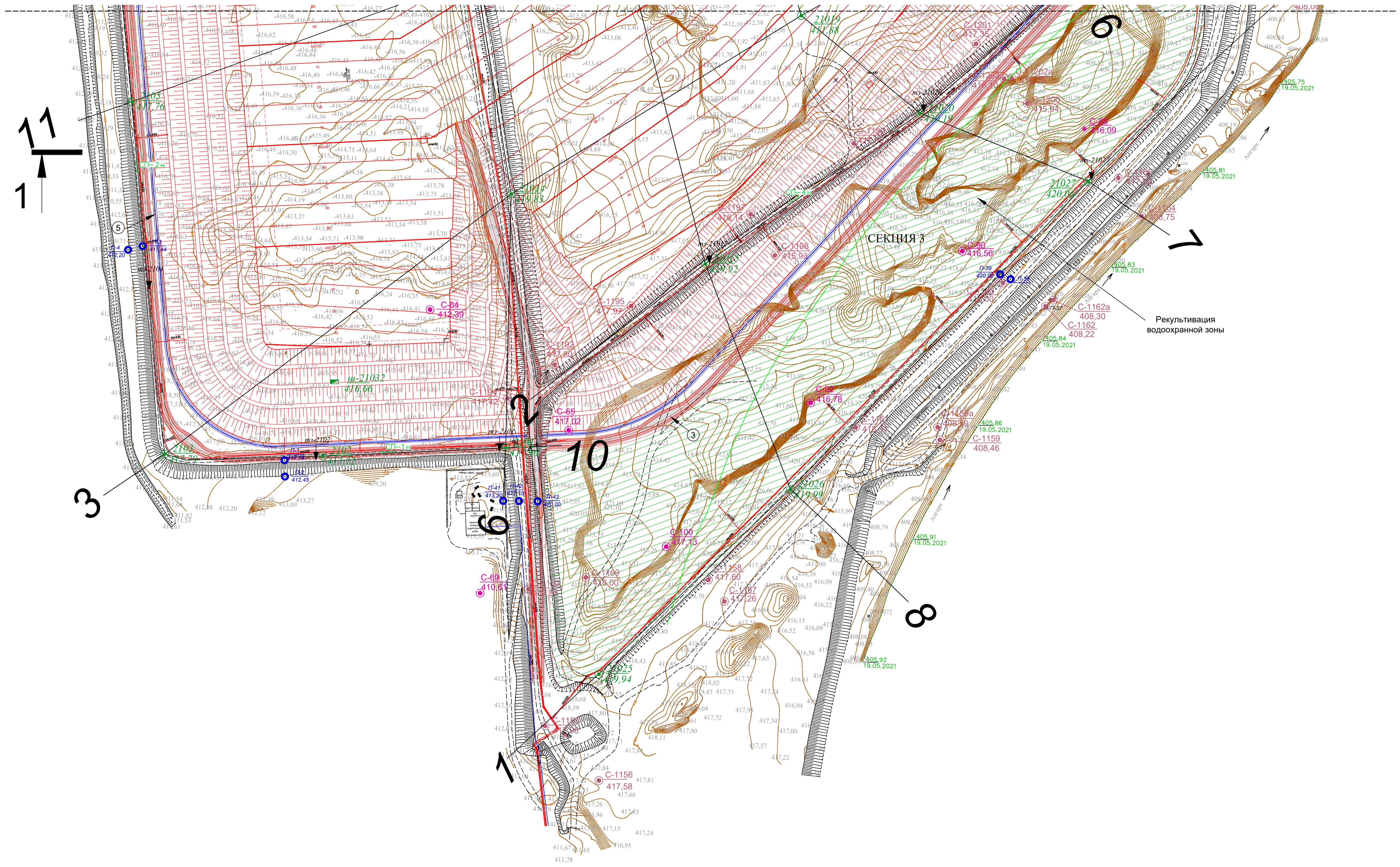
Условные обозначения

- **ш-21014**
419,83 Скажина пройдена в 2021 г ООО "Институт Гидропроект":
в числ. - номер скважины, в знам. - абс.отметка устья, м
- **С-64**
412,39 Скажина пройдена в 1986 г институтом "СибНИПИЭнергопром"
в числ. - номер скважины, в знам. - абс.отметка устья, м
- **С-1198**
415,93 Скажина пройдена в 2003 г Минобр РФ, ИГТУ, факультет геологии
геоинформатики и геоэкологии Центр геолого-экологических исследований.
в числ. - номер скважины, в знам. - абс.отметка устья, м
- ▲ **тз-21015** Точка статического зондирования
- ▲ **Т-1** Точки отбора проб золы
- **П-33**
407,50 Пьезометр: в числ. его номер в знам. - абс.
отметка устья, м
- **СП-1Н** Сейсморазведочный профиль, номер н - начало
профиля

972-ИГИ1-01					
Отвал сухого складирования золошлаков					
Изм	Коп.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Полянцева				
Проверил	Драчева				
ГИП	Лебененко				
Золошлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9			Стадия	Лист	Листов
Карта фактического материала (1:2000)			И	1	2
			ООО Институт "Красноярскгидропроект"		

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

Линия совмещения Листа2 с Листом1



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Полицева				
Проверил	Драчева				
ГИП	Лебеденко				

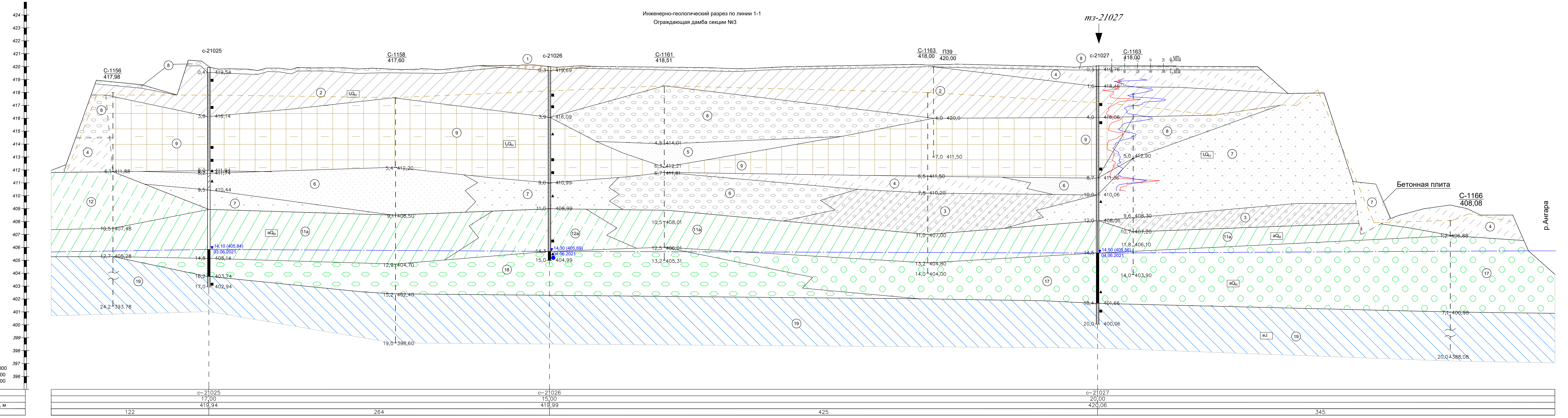
Согласовано

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

972-ИГИ1-01						
Отвал сухого складирования золошлаков						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	
Разраб.	Полицева					
Проверил	Драчева					
ГИП	Лебеденко					
Золошлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9				Стадия	Лист	Листов
Карта фактического материала (1:2000)				И	2	
				ООО Институт "Красноярскгидропроект"		
Формат А1						

Инженерно-геологический разрез по линии 1-1
Ограждающая дамба секции №3

m3-21027



Масштаб гориз. 1: 1000
вертикальный 1: 100
геологич. 1: 100

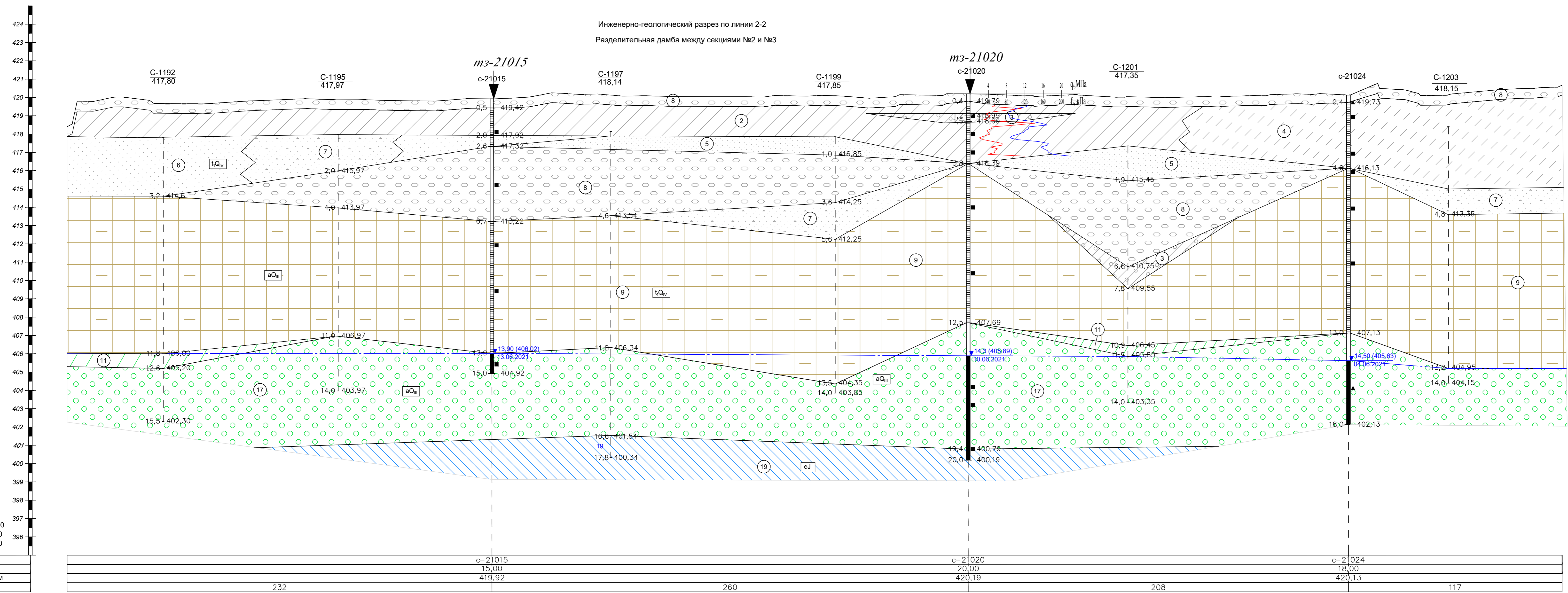
Скважины	с-21025	с-21026	с-21027
Глубины, м	17,00	15,00	20,00
Абс. отметка устья, м	419,94	419,99	420,06
Расстояние, м	122	264	425

Примечание: Условные обозначения на листе 2

972-ИГИ1-02										
Отвал сухого складирования золошлаков										
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Золошлакотвал участка №1 ТЭЦ-9		Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Полицева						И	1	11
Проверил		Драчева								
ГИП		Лебеденко				Инженерно-геологический разрез по линии 1-1		ООО Институт "Красноярскгидропроект"		

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

Инженерно-геологический разрез по линии 2-2
Разделительная дамба между секциями №2 и №3



Четвертичная система - Q

Современное звено. Техногенные отложения tQ_V
Техногенно-перемещенные грунты - t_1Q_V

- 1) Почвенно-растительный слой
- 2) Суглинок твердый, легкий, песчаный, с примесью органических веществ
- 3) Суглинок твердый гравелистый
- 4) Супесь твердая песчаная
- 5) Песок пылеватый, средней плотности, маловлажный
- 6) Песок мелкий, средней плотности, маловлажный
- 7) Песок гравелистый, средней плотности, маловлажный
- 8) Галечниковый грунт с песчаным заполнителем, плотный, маловлажный
- 9) Зола рыхлая, пылеватая, маловлажная
- 9a) Зола рыхлая, пылеватая, водонасыщенная
- 10) Зола рыхлая, пылеватая, влажная (перетолженная)

Верхнечетвертичное звено
Аллювиальные отложения - aQ_{III}

- 11) Суглинок полутвердый, легкий, песчаный
- 11a) Суглинок тугопластичный, легкий, пылеватый
- 12) Супесь твердая, песчаная
- 12a) Супесь пластичная, песчаная, с примесью растительных остатков
- 14) Песок пылеватый, средней плотности маловлажный и влажный
- 15) Песок мелкий, средней плотности маловлажный и влажный
- 17) Гравийный грунт с песчаным заполнителем водонасыщенный
- 18) Галечниковый грунт с песчаным заполнителем водонасыщенный

Техногенно-образованные (антропогенные) грунты - t_2Q_V

- 11) Суглинок полутвердый, легкий, песчаный и пылеват
- 20) Супесь твердая, песчаная

Прочие обозначения

- a) Литологическая граница и/или граница ИГЭ: а - достоверная, б - предполагаемая
- Граница между генетическими комплексами
- Естественная поверхность на 2003г (чертежи 0232-ИИ-1, 012.ГС-ЗУ.044.002)
- 14.5 (405.63) Установившийся уровень воды
- 04.06.2021 В числ. - глубина в м, абс.отм., м. В знам. - дата проведения замера.
- Скважина и ее номер
- Абс. отметка устья, м
- 5.0 415.13 Подошва слоя, м
- 10.0 410.13 Забой скважины, м
- Точка отбора образцов грунта: нарушенной структуры, ненарушенной структуры
- Точка отбора пробы воды
- Номер ИГЭ или
- Геологический индекс
- Дренажные трубы диаметром 200мм
- Бетонная плита (крепление откоса дренажной призмы)

Влажность и консистенция грунтов (по заполнителю)

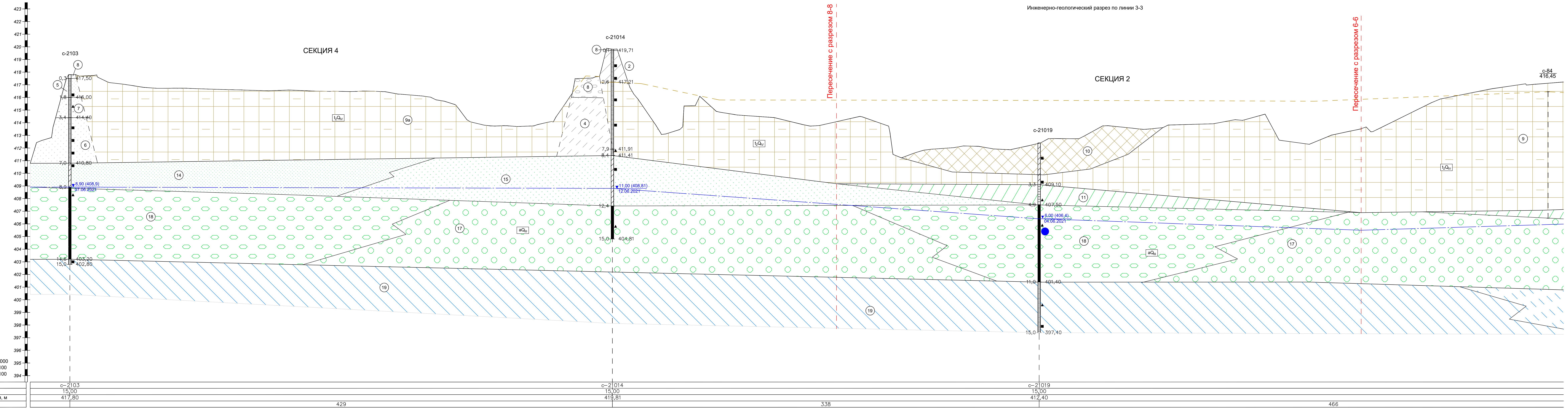
Крупнообломочные, песчаные	Супеси		Суглинки, глины	
	малой степени водонасыщения	твердые	твердые	твердые
-	-	-	полутвердые	полутвердые
-	-	-	тугопластичные	тугопластичные
средней степени водонасыщения	пластичные	мягкопластичные	мягкопластичные	мягкопластичные
-	-	-	текучепластичные	текучепластичные
водонасыщенные	текучие	текучие	текучие	текучие

Масштаб гориз. 1: 1000
вертикальный 1: 100
геологич. 1: 100

Скважины	Глубины, м	Абс. отметка устья, м	Расстояние, м
с-21015	15,00	419,92	232
с-21020	20,00	420,19	260
с-21024	18,00	420,13	208
			117

972-ИГИ1-02									
Отвал сухого складирования золошлаков									
Изм	Кол.уч	Лист N док	Подпись	Дата	Золашлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9		Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Полищева			И		2		
Проверил		Драчева							
ГИП		Лебеденко			Инженерно-геологический разрез по линии 2-2		ООО Институт "Красноярскгидропроект"		

Инженерно-геологический разрез по линии 3-3

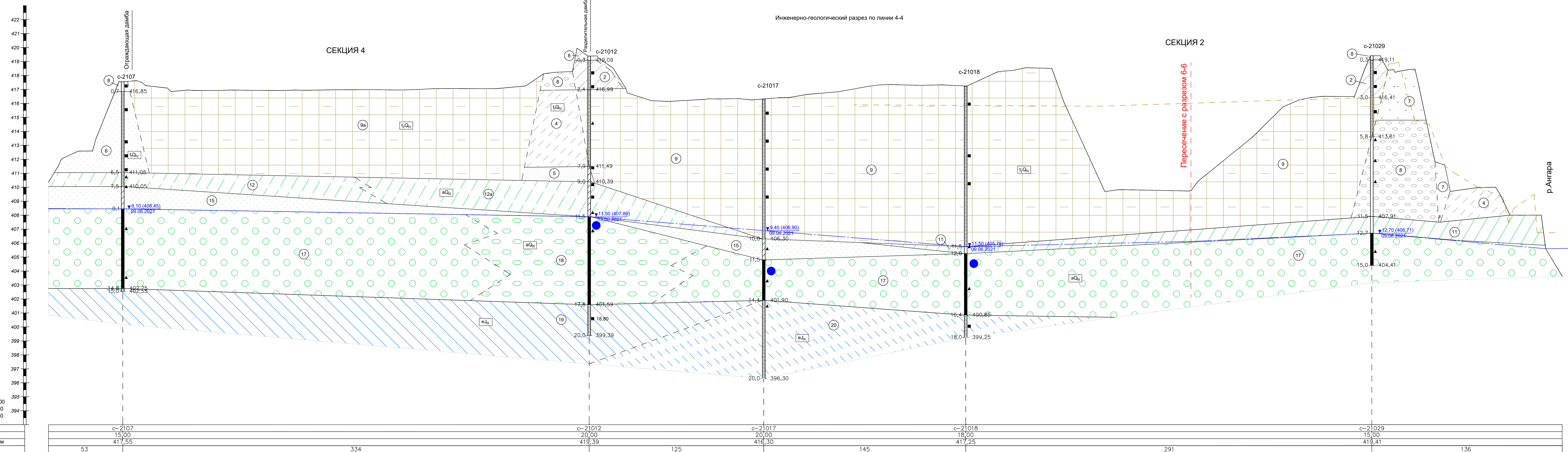


Масштаб гориз. 1: 1000
 вертикальный 1: 100
 геологич. 1: 100

Примечание: Условные обозначения на листе 2

972-ИГИ1-02					
Отвал сухого складирования золошлаков					
Изм.	Кол. у.	Лист N док.	Подпись	Дата	
Разраб.	Полицева				
Проверил	Драчева				
ГИП	Лебеденко				
Золошлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9				Стадия	Лист
Инженерно-геологический разрез по линии 3-3				И	3
				Листов	
				ООО Институт "Красноярскгидропроект"	
				Формат А3х	

Инженерно-геологический разрез по линии 4-4



Масштаб гориз. 1: 1000
 вертикальный 1: 100
 геологич. 1: 100

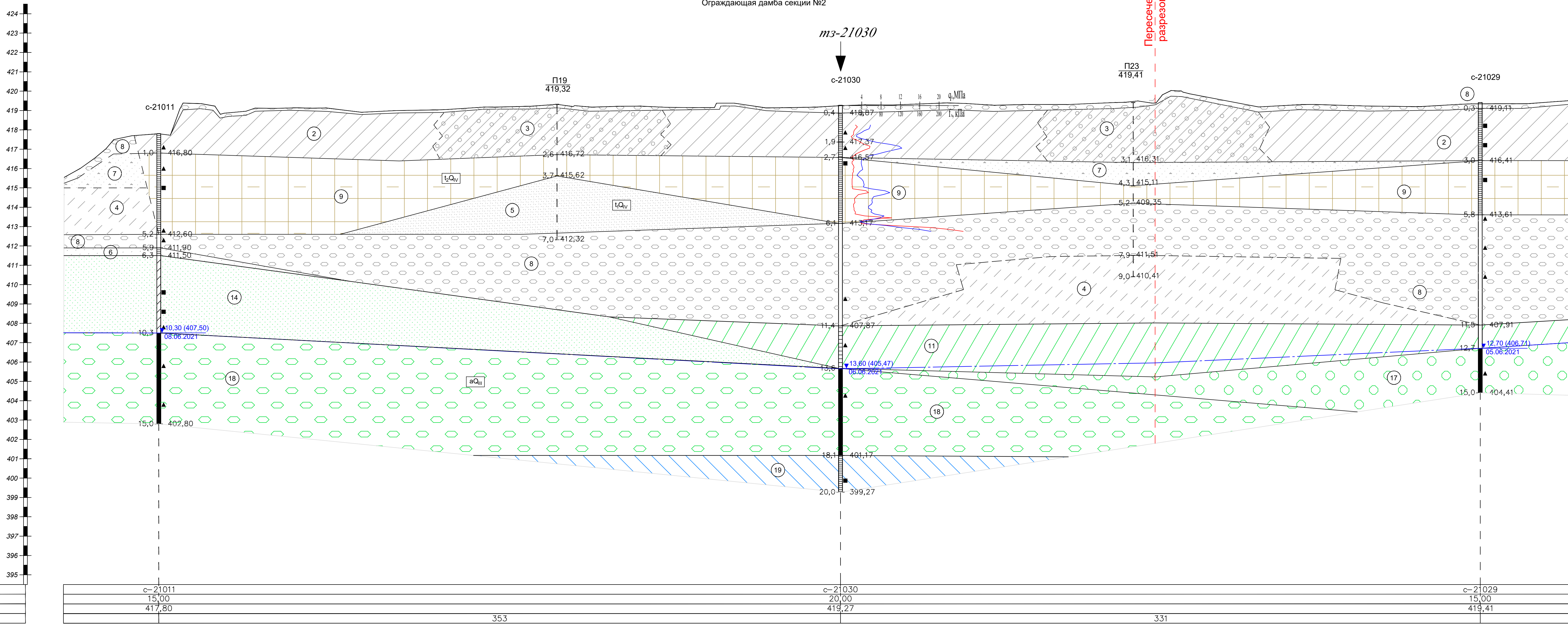
Скважины	с-2107
Глубины, м	15,00
Абс. отметка устья, м	417,55
Расстояние, м	53

972-ИГИ1-02					
Отвал сухого складирования золошлаков					
Изм.	Кол. у.	Лист N док	Подпись	Дата	
Разраб.	Полицева				
Проверил	Драчева				
ГИП	Лебеденко				
Золошлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9				Стадия	Лист
Инженерно-геологический разрез по линии 4-4				И	4
				Листов	
				ООО Институт "Красноярскгидропроект"	
				Формат А3	

Примечание: Условные обозначения на листе 2

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

Инженерно-геологический разрез по линии 5-5
Ограждающая дамба секции №2



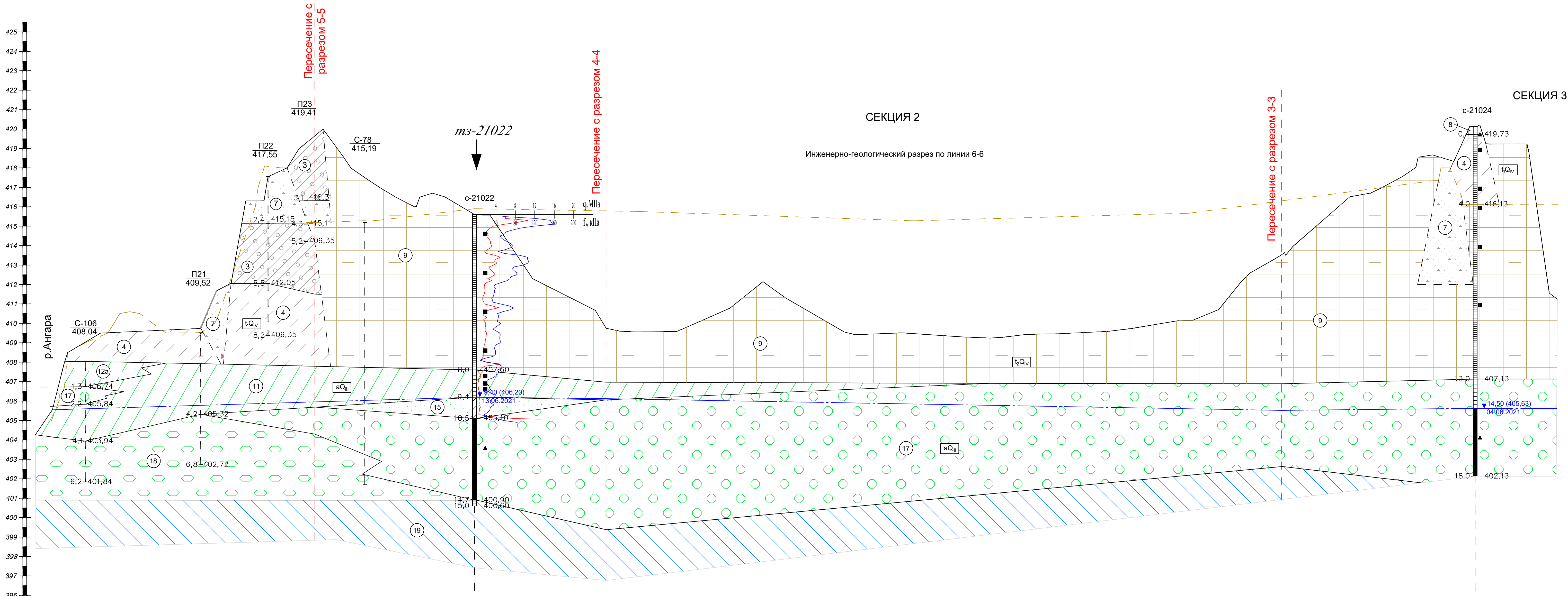
Ссылка на листы 1 и 2
Инв. № по плану и дата изм. инв. №

Масштаб гориз. 1: 1000
вертикальный 1: 100
геологич. 1: 100

Скважины	с-21011	с-21030	с-21029
Глубины, м	15,00	20,00	15,00
Абс. отметка устья, м	417,80	419,27	419,41
Расстояние, м	35,3	331	

Примечание: Условные обозначения на листе 2

972-ИГИ1-02					
Отвал сухого складирования золошлаков					
Изм.	Кол.	Лист	N док.	Подпись	Дата
Разраб.	Поливецва				
Проверил	Драчева				
ГИП	Лебеденко				
Золошлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9			Стадия	Лист	Листов
Инженерно-геологический разрез по линии 5-5			И	5	
			ООО Институт "Красноярскгидропроект"		
Формат А3х3					



СЕКЦИЯ 2
Инженерно-геологический разрез по линии 6-6

СЕКЦИЯ 3

Масштаб гориз. 1: 1000
вертикальный 1: 100
геологич. 1: 100

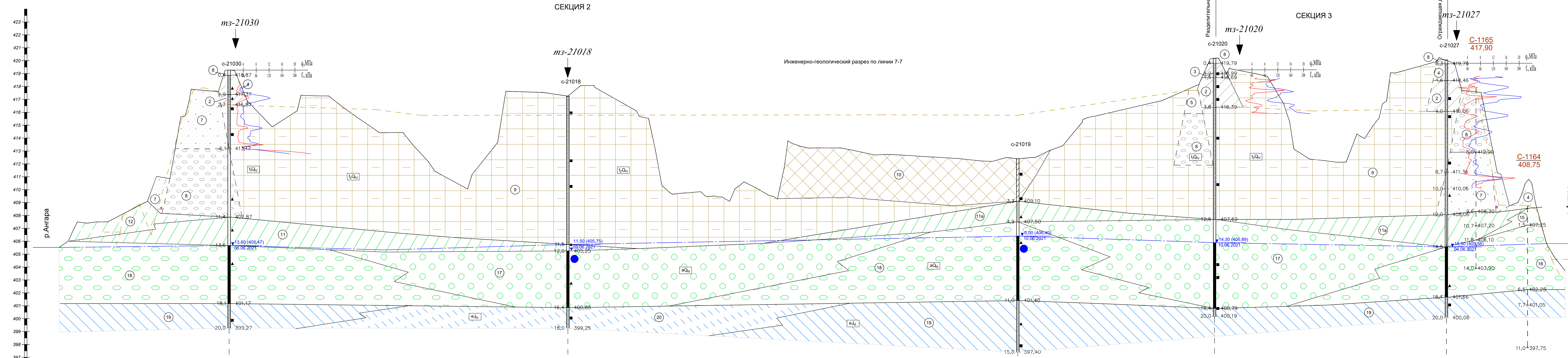
Скважины	С-21022	С-21024
Глубины, м	15,00	18,00
Абс. отметка устья, м	415,60	420,13
Расстояние, м	225,4	42

Примечание: Условные обозначения на листе 2

972-ИГИ1-02					
Отвал сухого складирования золошлаков					
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата
Разраб.	Поливцева				
Проверил	Драчева				
ГИП	Лебеденко				
Золошлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9				Стадия	Лист
Инженерно-геологический разрез по линии 6-6				И	6
				ООО Институт "Красноярскгидропроект"	
Формат А3х3					

Инв. № подл. и дата вв. в действие

Составлено



Скважины	с-21030	с-21018	с-21019	с-21020	с-21027
Глубины, м	20,00	18,00	15,00	20,00	20,00
Абс. отметка устья, м	419,27	417,25	412,40	420,19	420,06
Расстояние, м		263		152	180

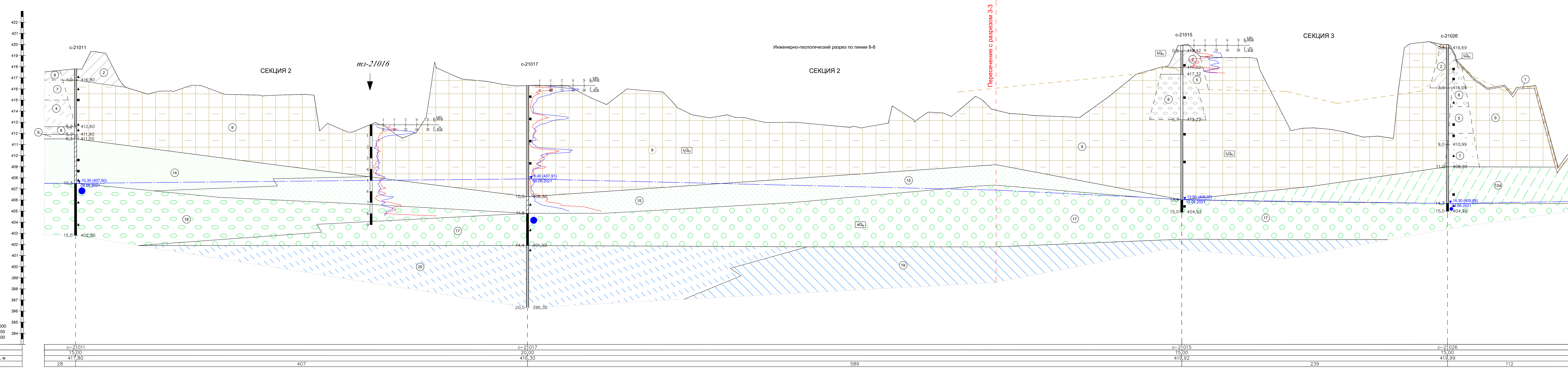
Масштаб гориз. 1: 1000
 вертикальный 1: 100
 геологич. 1: 100

Создано	
Изм.	
Проверено	
Инж. № подл.	
Подп. и дат.	
Взам. инв.	

Инженерно-геологический разрез по линии 7-7

Примечание: Условные обозначения на листе 2

972-ИГИ1-02			
Отвал сухого складирования золошлаков			
Изм.	Кол. у.	Лист N док.	Подпись Дата
Разраб.	Полицева		
Проверил	Драчева		
ГИП	Лебеденко		
Золошлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9		Стадия	Лист
Инженерно-геологический разрез по линии 7-7		И	7
		Листов	
		ООО Институт "Красноярскгидропроект"	
		Формат А3	



Согласовано

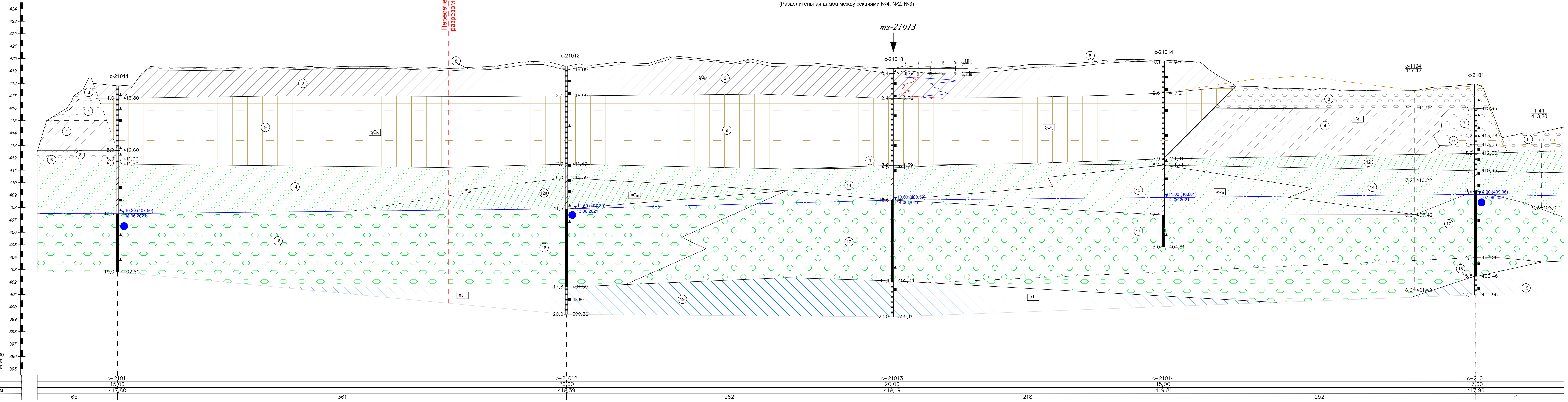
И.В. № подл. и дата

Масштаб гориз. 1: 1000
вертикальный 1: 100
геол. 1: 100

Примечание: Условные обозначения на листе 2

972-ИГИ1-02					
Отвал сухого складирования золшлаков					
Изм.	Кол.	Лист N док.	Подпись	Дата	
Разраб.	Драчева				
Проверил	Драчева				
ГИП	Лебедеко				
					972-ИГИ1-02
					Отвал сухого складирования золшлаков
					Золшлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9
					Стадия И
					Лист 8
					Листов
					Инженерно-геологический разрез по линии 8-8
					ООО Институт "Красноярскидипроект"
					Формат А3x5

Инженерно-геологический разрез по линии 9-9
(Разделительная дамба между секциями №4, №2, №3)



Пересечение с
разрезом 10-10

mз-21013

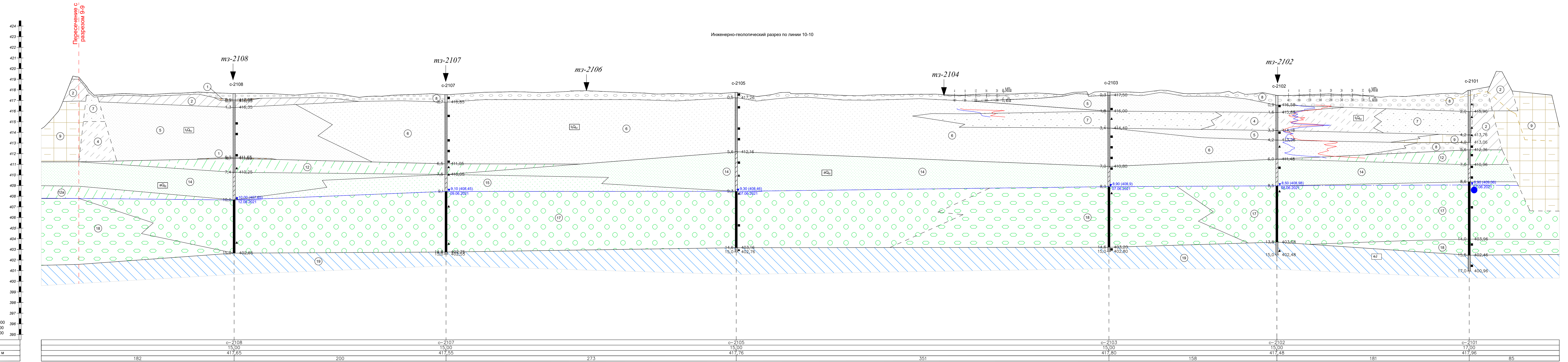
масштаб гориз. 1: 1000
вертикальный 1: 100
геологич. 1: 100

Скважины	с-21011	с-21012	с-21013	с-21014	с-2101
Глубины, м	15,00	20,00	20,00	15,00	17,00
Абс. отметка устья, м	417,80	419,39	419,19	419,81	417,96
Расстояние, м	65	361	262	218	252

Примечание: Условные обозначения на листе 2

972-ИГИ1-02					
Отвал сухого складирования золошлаков					
Изм.	Кол. лист	Лист N док	Подпись	Дата	
Разраб.	Полицева				
Проверил	Драчева				
ГИП	Лебененко				
Золошлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9				Стадия	Лист
				И	9
Инженерно-геологический разрез по линии 9-9				Листов	
				ООО Институт "Красноярскгидропроект"	
				Формат А3x5	

Инженерно-геологический разрез по линии 10-10



Пересечение с разрезом 9-9

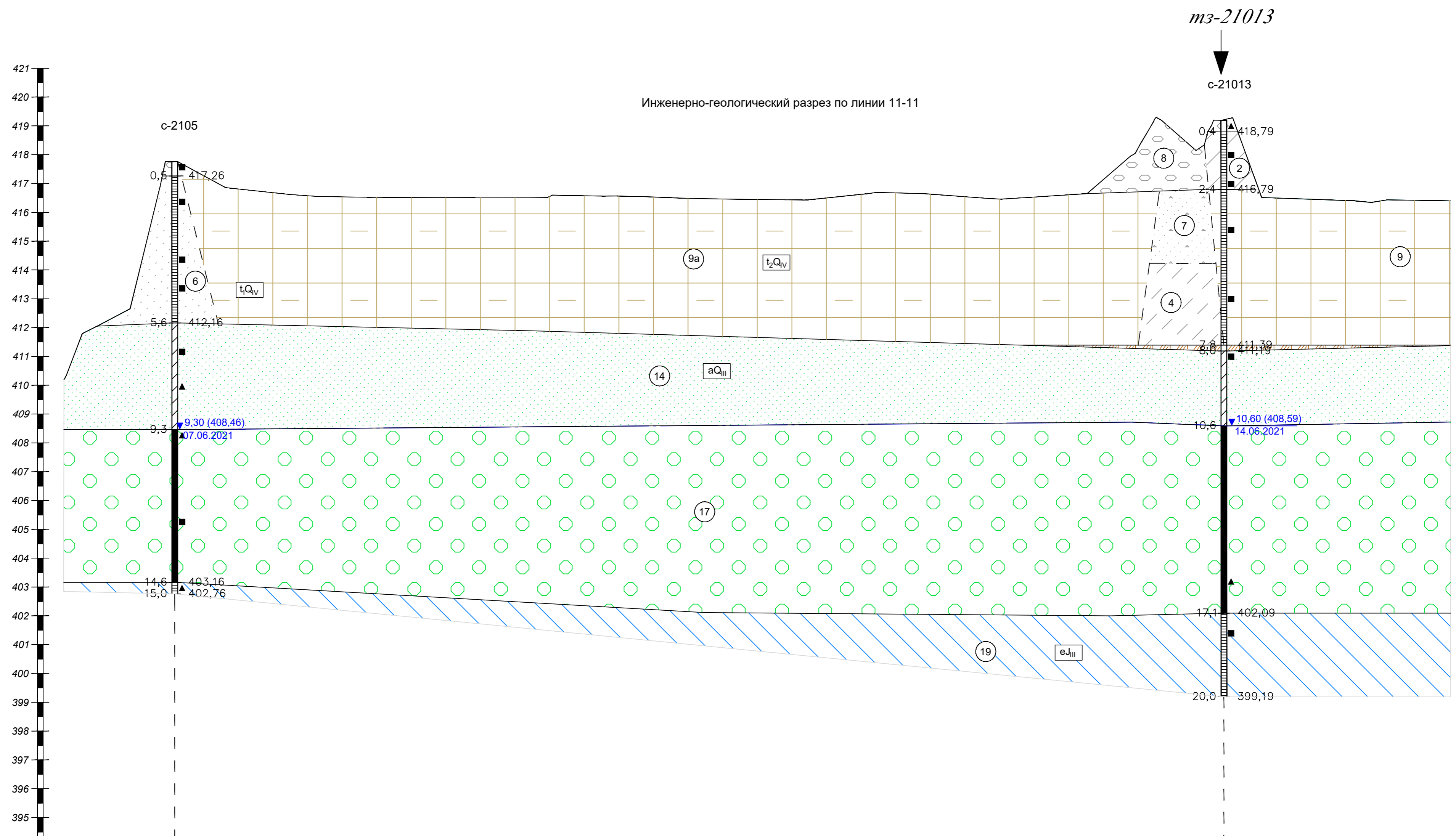
Масштаб гориз. 1: 1000
вертикальный 1: 100
геологич. 1: 100

Скважины
Глубины, м
Абс. отметка устья, м
Расстояние, м

Примечание: Условные обозначения на листе 2

972-ИГИ1-02					
Отвал сухого складирования золошлаков					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Полышева				
Проверил	Драчева				
ГИП	Лебеденко				
Золошлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9				Стадия	Лист
Инженерно-геологический разрез по линии 10-10				И	10
ООО Институт "Красноярскгидропроект"				Листов	

Инженерно-геологический разрез по линии 11-11



Масштаб гориз. 1: 1000
вертикальный 1: 100
геологич. 1: 100

Скважины	c-2105	c-21013
Глубины, м	15,00	20,00
Абс. отметка устья, м	417,76	419,19
Расстояние, м	364	79

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

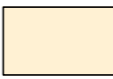


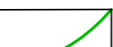


Примечание: Условные обозначения на листе 2

972-ИГИ1-02					
Отвал сухого складирования золошлаков					
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док	Подпись	Дата
Разраб.	Поливцева				
Проверил	Драчева				
ГИП	Лебедеико				
Золошлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9				Стадия	Лист
				И	11
Инженерно-геологический разрез по линии 11-11				ООО Институт "Красноярскгидропроект"	



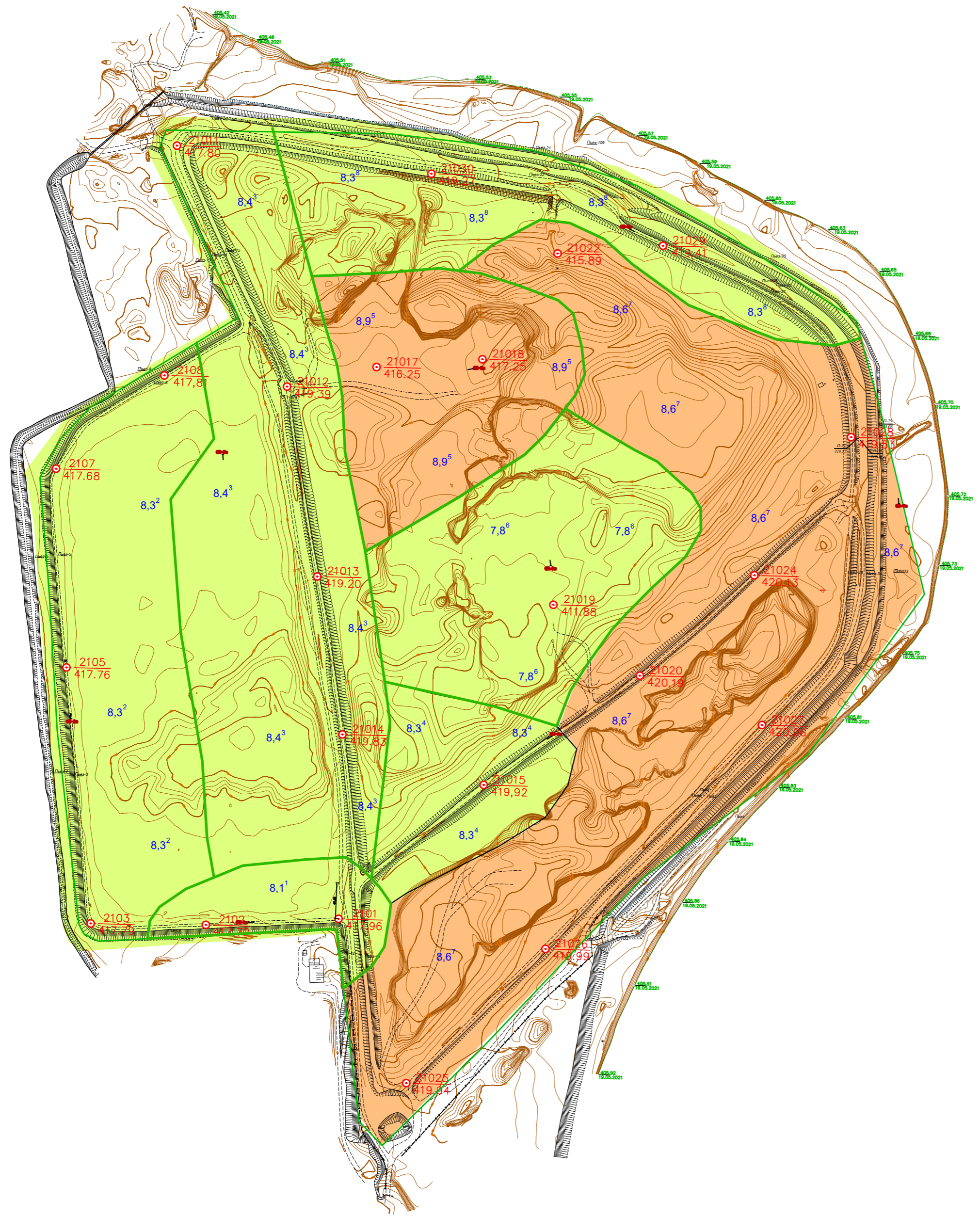
**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
К КАРТЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ**

Сейсмическая интенсивность и типы частотных характеристик :

-  Расчетная сейсмичность на момент проведения работ
7 баллов для периода 500 лет (с точностью до целого балла)
-  Расчетная сейсмичность на момент проведения работ
6 баллов для периода 500 лет (с точностью до целого балла)
-  Расчетная сейсмичность в долях балла баллах для периода 1000 лет;
справа сверху - индекс номера зоны площадки (номера типа
грунтовой толщи), определяющий тип количественной
характеристики колебаний грунтов
-  Граница территории сейсмического микрорайонирования
-  Граница между зонами с различными
количественными характеристиками
-  Сейсморазведочный профиль, номер
н - начало профиля

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

972-ИГИ1-03										
Отвал сухого складирования золошлаков										
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док	Подпись	Дата	Золошлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9		Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Столникова							И	1	2
Проверил	Драчева							ООО Институт "Красноярскгидропроект"		
ГИП	Лебеденко					Карта сейсмического микрорайонирования (А) для периода повторяемости 500 лет (1:5000)				



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
К КАРТЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ

- Сейсмическая интенсивность и типы частотных характеристик :
- Расчетная сейсмичность на момент проведения работ
8 баллов для периода 5000 лет (с точностью до целого балла)
 - Расчетная сейсмичность на момент проведения работ
9 баллов для периода 5000 лет (с точностью до целого балла)
 - Расчетная сейсмичность в долях балла баллах для периода 1000 лет;
справа сверху - индекс номера зоны площадки (номера типа
грунтовой толщи), определяющий тип количественной
характеристики колебаний грунтов
 - Граница территории сейсмического микрорайонирования
 - Граница между зонами с различными
количественными характеристиками
 - Сейсморазведочный профиль, номер
н - начало профиля

8,1¹

СП-1н

Согласовано	
Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № подл.

972-ИГИ1-03												
Отвал сухого складирования золошлаков												
Изм	Кол.уч	Лист	N док	Подпись	Дата	Золошлакоотвал участка №1 ТЭЦ-9						
Разраб.	Столникова									Стадия	Лист	Листов
Проверил	Драчева									И	2	
ГИП	Лебеденко					Карта сейсмического микрорайонирования (С) для периода повторяемости 5000 лет (1:5000)			ООО Институт "Красноярскгидропроект"			

