

**Общество с ограниченной ответственностью
«Строительная Компания «Гидрокор»**

Действующий член СРО А «Объединение проектировщиков»

Заказчик: ООО «ВТОРЭКОПРОМ»

Объект: «Создание объекта по обработке, утилизации и захоронению твердых коммунальных отходов, расположенных на территории Республики Тыва»

Адрес: Республика Тыва, Кызылский район, в южном направлении от пгт. Каа-Хем

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по результатам инженерно-геофизических

исследований

231023-ИГФИ

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

**Санкт-Петербург
2024**

Общество с ограниченной ответственностью «Строительная Компания «Гидрокоп»

Действующий член СРО А «Объединение проектировщиков»

Заказчик: ООО «ВТОРЭКОПРОМ»

Объект: «Создание объекта по обработке, утилизации и захоронению твердых коммунальных отходов, расположенных на территории Республики Тыва»

Адрес: Республика Тыва, Кызылский район, в южном направлении от пгт. Каа-Хем

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

*по результатам инженерно-геофизических
исследований*

231023-ИГФИ

Изм.	№ док.	Подпись	Дата
1	11/10		02.25
2			03.25
3			03.25

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

Генеральный директор

Главный инженер проект



С. О. Гладиштейн

Е. М. Петрова

Санкт-Петербург
2024



Общество с ограниченной ответственностью
«Изыскательская компания «ГОСТ»
ОГРН 1197847133780, ИНН 7811731100, КПП 781101001
193149, г. Санкт-Петербург, ул. Русановская, д. 11, лит.
А, пом.10-Н, оф.1
тел. +7-905-289-38-07, e-mail: ikgost@mail.ru

СРО-И-038-25122012 от 25.12.2012 г.


Заказчик – ООО «СК «Гидрокор»

Дата выпуска:

**«Создание объекта по обработке, утилизации и захоронению
твердых коммунальных отходов,
расположенных на территории Республики Тыва»**

**ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

№ 11/10-2023-ИГФИ

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	11/10		05.02.25

г. Санкт-Петербург

2024 г.



Общество с ограниченной ответственностью
«Изыскательская компания «ГОСТ»
ОГРН 1197847133780, ИНН 7811731100, КПП 781101001
193149, г. Санкт-Петербург, ул. Русановская, д. 11, лит.
А, пом.10-Н, оф.1
тел. +7-905-289-38-07, e-mail: ikgost@mail.ru

СРО-И-038-25122012 от 25.12.2012 г.

Заказчик – ООО «СК «Гидрокор»

Дата выпуска:

**«Создание объекта по обработке, утилизации и захоронению
твердых коммунальных отходов,
расположенных на территории Республики Тыва»**

**ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

№ 11/10-2023-ИГФИ



Генеральный директор



С. В. Казаковцев

г. Санкт-Петербург

2024 г.

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

Список исполнителей

Инженер-геофизик	Фисенко А.В.	03.06.2024	
Инженер-геофизик	Казиев В.С.	03.06.2024	

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

Содержание



Обозначение	Наименование	Примечание
11/10-2023-ИГФИ-С	Содержание	с. 4
11/10-2023-ИГФИ-Т.1	Технический отчет по результатам инженерно-геофизических исследований. Текстовая часть.	с. 7
11/10-2023-ИГФИ-Т.2	Технический отчет по результатам инженерно-геофизических исследований. Текстовые приложения.	с. 89
11/10-2023-ИГФИ-Г	Графическая часть	с. 150
	Карта фактического материала масштаба. М 1:1000	с. 151
	Геолого-геофизические разрезы М 1:200 (Г), М 1:200 (В)	с. 153
	Карта СМР 500 лет. М 1:1000	с. 155

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №подл

11/10-2023-ИГФИ-С

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-С			
Разработал		Казнев В.С.			03.06.24	«Создание объекта по обработке, утилизации и захоронению твердых коммунальных отходов, расположенных на территории Республики Тыва»	Стадия	Лист	Листов
Н.Контроль		Фисенко А.В.			03.06.24		П,Р	4	156
							ООО «ИК «ГОСТ»		

Оглавление

1. Введение	7
1.1 <i>Наименование и местоположение объекта.</i>	7
1.2 <i>Цели, задачи и сроки выполнения инженерно-геологических изысканий.</i>	7
1.3 <i>Основание для выполнения инженерно-геологических изысканий.</i>	8
1.4 <i>Вид градостроительной деятельности, этап выполнения инженерно-геологических изысканий.</i>	8
1.5 <i>Идентификационные сведения об объекте, сведения о заказчике, исполнителе работ.</i>	8
1.6 <i>Лицензии на выполнение определенных видов работ.</i>	8
1.7 <i>Общие сведения о землепользовании и землевладельцах.</i>	9
1.8 <i>Обоснование отступлений от требований программы работ.</i>	9
2. Изученность территории	10
2.1 <i>Сведения о ранее выполненных инженерно-геологических изысканиях.</i>	10
2.2 <i>Оценка возможности использования имеющихся материалов.</i>	15
3. Физико-географические условия района работ и техногенные факторы	16
3.1 <i>Климат</i>	16
3.2 <i>Геоморфология</i>	17
3.3 <i>Рельеф</i>	17
3.4 <i>Гидрография</i>	18
3.5 <i>Почвы и растительность, хозяйственное освоение территории</i>	18
3.6 <i>Сейсмичность</i>	18
4. Методика и технология выполнения работ	19
4.1 <i>Состав, виды и объемы работ.</i>	19
4.2 <i>Сравнительная таблица фактически выполненных объемов работ и объемов работ, запланированных к выполнению программой.</i>	23
4.3 <i>Период выполнения.</i>	24
4.4 <i>Техника и оборудование, программные продукты, применяемые методики.</i>	24
5. Геологическая характеристика территории	28
5.1 <i>Описание выделенных стратиграфо-генетических комплексов.</i>	28
5.2 <i>Наличие и условия залегания водоносных горизонтов.</i>	29
5.3 <i>Прогноз изменения гидрогеологических условий.</i>	29
5.4 <i>Обоснование выделения инженерно-геологических элементов.</i>	29
5.5 <i>Тектоническое строение и неотектоника.</i>	30
6. Характеристика сеймотектонического строения и сейсмичности района исследований ..	35
7. Результаты геофизических исследований	50
8. Специфические грунты	80
9. Геологические и инженерно-геологические процессы	80
9.1 <i>Землетрясения.</i>	81

Взам. инв. №	Подпись и дата	Изм.	Кол. Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-С	Лист
									1

10. Сведения о контроле качества и приемке работ82

10.1 Сведения о внутреннем контроле качества работ 82

11. Заключение 83

12. Используемые документы и материалы.....87

Текстовые приложения89

А. Программа работ по инженерно-геофизическим исследованиям.....90

Б. Техническое задание..... 122

В. Выписка СРО..... 137

Г. Метрологическое обеспечение изысканий..... 139

Д. Каталог координат геофизических исследований 142

Е. Расчет приращений по методу МСЖ..... 143

Ж. Акт внутриведомственной приемки инженерно-геофизических исследований..... 146

Графические приложения..... 150

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

Изм.	Кол. Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

1. Введение

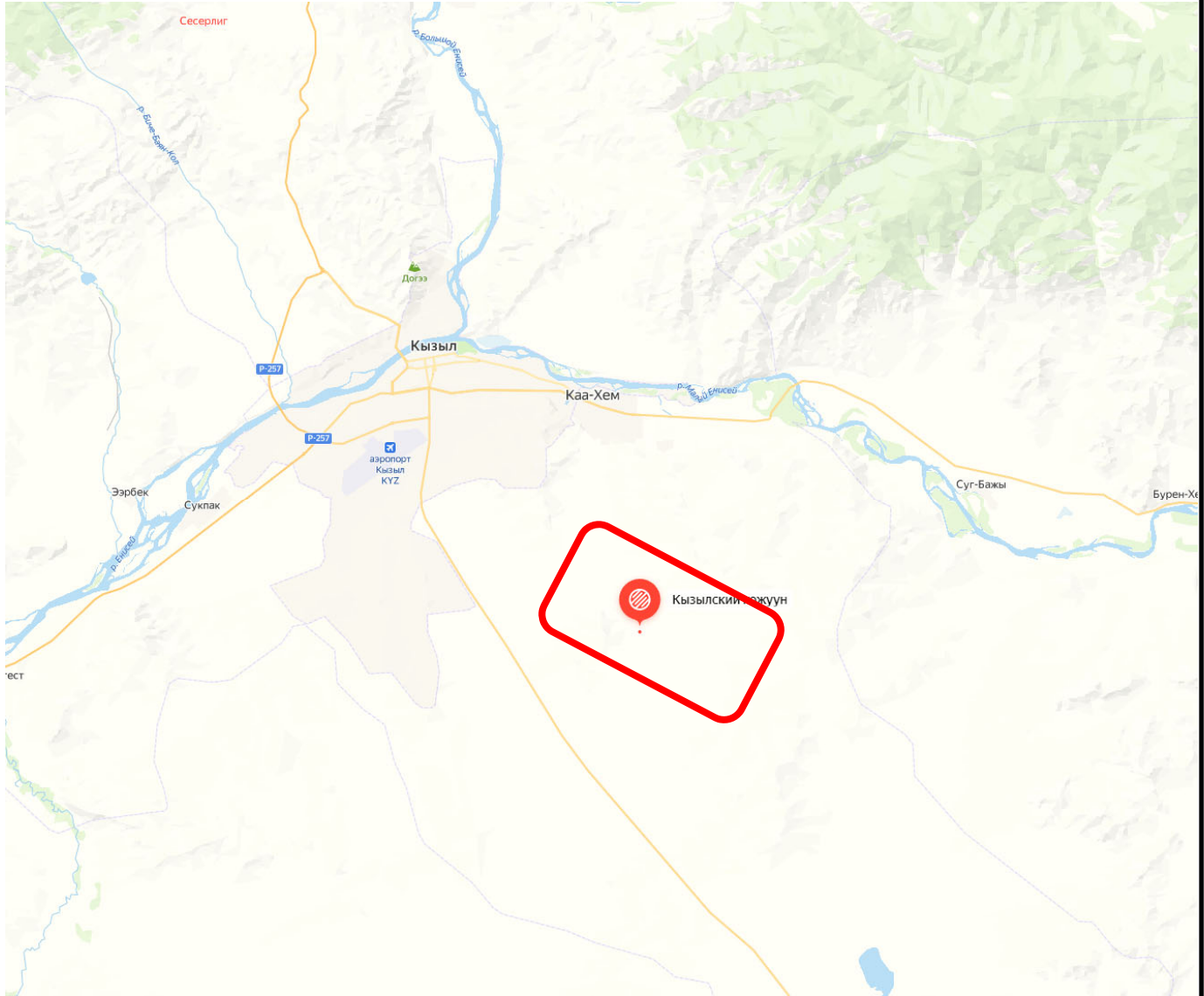
1.1 Наименование и местоположение объекта.

Наименование объекта: «Создание объекта по обработке, утилизации и захоронению твердых коммунальных отходов, расположенных на территории Республики Тыва».

Территория изысканий расположена по адресу: Российская Федерация, Республика Тыва, Кызылский район, в южном направлении от пгт. Каа-Хем, рисунок 1.1.1.

Рисунок 1.1.1

Ситуационный план



1.2 Цели, задачи и сроки выполнения инженерно-геологических изысканий.

Целью инженерно-геологических изысканий является комплексное изучение инженерно-геологических условий территории для получения необходимых и достаточных материалов при

Взам. инв. №

Подпись и дата

Ивв. №подл

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Лист

2

1.7 Общие сведения о землепользовании и землевладельцах.

Объект расположен на земельных участках с кадастровым номером 17:05:1953005:115.

Согласно информации с сайта «Публичная кадастровая карта»:

- уточненная площадь - 500 000 кв. м;
- разрешенное использование земель: «специальная деятельность»;
- категория земель – Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения;
- форма собственности – не прописана.

1.8 Обоснование отступлений от требований программы работ.

Отступления от программы работ не предусмотрены.

Изм. №	Кол. Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1	Лист
Взам. инв. №	Подпись и дата	Изм. №					

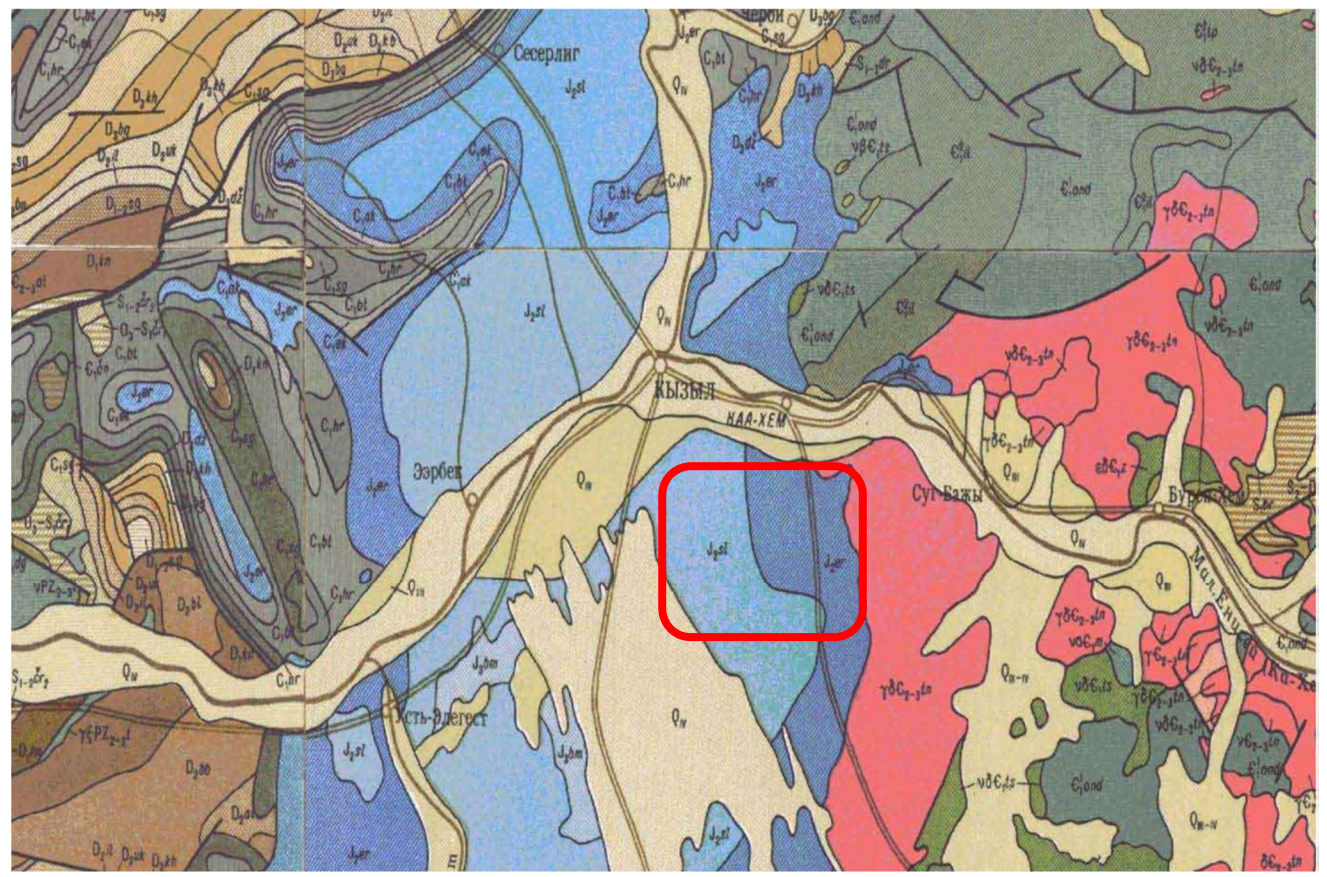
2. Изученность территории

2.1 Сведения о ранее выполненных инженерно-геологических изысканиях.

Площадка производства работ является достаточно изученная, по архивным материалам, представленным геологическими картами Тувинской АССР, масштаба 1:500 000, 1983 г.

Рисунок 2.1.1

Геологическая карта Тувинской АССР.
Масштаб 1:500 000.



Согласно данным по изучению Каа-Хемского угольного бассейна, расположенного в 3-х км на север от участка исследования Улуг-Хемский каменноугольный бассейн занимает северо-восточную часть крупного средне-верхнепалеозойского Тувинского прогиба, сформированного на раннекаледонском складчатом основании. Кроме угленосных отложений, в геологическом строении бассейна принимают участие породы нижнего кембрия, силура, среднего и верхнего девона и нижнего карбона, выходящие на дневную поверхность в окраинных его частях. Угленосные отложения юры слагают ядро прогиба и залегают преимущественно на нижнекаменноугольных осадках, реже на отложениях среднего и верхнего девона; они являются самыми молодыми образованиями, участвующими в строении Улуг-Хемского бассейна. Наиболее полный разрез представлен в центральной самой глубокой части Улуг-Хемского бассейна, где мощность угленосных осадков достигает 150 м. Угленосные отложения расчленены

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

на четыре свиты (снизу вверх): элегестскую, эрбекскую, салдамскую, и бомскую (без угольную). Каа-Хемское месторождение представляет собою часть восточного крыла Кызылско-Эрбекской мульды Улуг-Хемского бассейна. В геологическом строении его принимают участие среднеюрские отложения, залегающие с незначительным угловым несогласием на более древних нижне-каменноугольных отложениях.

Юрская система.

Элегестская свита – Jel является основной угленосной свитой, как месторождения, так и всего Улуг-Хемского бассейна. Отложения свиты характеризуются постепенным переходом гранулометрического состава осадков от более крупных в нижней части до более мелкозернистых в верхних горизонтах свиты. В разрезе свиты по литологическому составу пород выделяются, снизу вверх, четыре пачки: продуктивная *Jel*, песчаниково-конгломератовая *Jel*, продуктивная *Jel* и песчаников *Jel*.

Продуктивная пачка – Jel имеет мощность до 1,9 м. Нижняя угольная пачка пласта каменного угля 2 «Улуг». Породы кровли этого пласта содержат песчаниково-конгломератовый прослой, а в почве залегает кремнистый аргиллит незначительной мощности. Это служит хорошим маркирующим признаком пласта на всей площади бассейна.

Песчаниково-конгломератовая пачка – Jel имеет мощность до 2,2 м. В составе пачки преобладают среднезернистые песчаники, среди которых выделяются линзы разногалечных конгломератов.

Продуктивная пачка – Jel имеет мощность до 9,8 м. В пачки залегает основной пласт каменного угля 2 «Улуг», характеризующийся в пределах месторождения устойчивой рабочей мощностью, изменяющейся от 4,4 до 9,8 м.

Песчаниковая пачка – Jel имеет мощность до 15 м, сложена мелкозернистыми песчаниками.

Эрбекская свита – Jer характеризуются постепенным переходом гранулометрического состава осадков от более крупных в нижней части до более мелкозернистых в верхних горизонтах свиты. Разрез свиты сложен выдержанными прослоями конгломератов мощностью до 3 м и разнозернистыми песчаниками. Галька конгломератов представлена мелкозернистыми песчаниками и аргиллитами верхнего девона, в меньшем количестве встречаются кварцевые и кварцевые гальки и еще реже – обломки гранитов, эффузивов и роговиков. Размеры галек чаще всего не превышают 5-7 см. Окатанность гальки совершенная. Цементом является разнозернистый песчаник, который в свою очередь сцементирован глинистым цементом. Редко встречается мусковит, биотит, халцедон. Подчиненную роль играют алевролиты, с которыми обычно связаны тонкие прослои аргиллитов. Встречаются до 19 невыдержанных угольных пластов малой мощности (№ 0-18), имеющих ограниченное площадное распространение.

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

0,20 до 1,0 м. Как правило, они имеют темно-серый цвет и тонкую слоистость нередко прослои аргиллитов осидеритизированы в связи, с чем цвет приобретает буроватый оттенок.

Четвертичные отложения – QIII Каа-Хемского месторождения представлены следующими генетическими типами:

Аллювиальные отложения состоят из русловых пролювиальных образований, а также отложений террас. Аллювий р. Енисей и его истоков представлен чередующимися между собою плохо отсортированными галечниками, рыхлыми разномерными песчаниками и тонкоотмученными глинистыми и илистыми фракциями.

Элювиально-делювиальные отложения представлены песчано-глинистым, очень редко углисто-глинистым материалом с включением дресвы и щебенки коренных пород. Мощность их колеблется от долей до десятка метров в основании склонов.

Эоловые пески распространены в восточной части месторождения, вблизи выхода пласта 2 «Улуг» на поверхность. Здесь они образуют небольшие холмики, сложенные хорошо отсортированным среднезернистым песком, с незначительной примесью пыли. На участке открытых работ четвертичные отложения представлены двумя типами: элювиально-делювиальными отложениями и эоловыми песками.

Элювиально-делювиальные отложения на участке открытых работ имеют повсеместное распространение и представлены супесями (60-65%) обломками песчаников и алевролитов различных размеров от 2-3-х до 15 см. Мощность отложений изменяется от 6,0 до 18,0 м. В северо-восточной части участка делювиальные отложения перекрываются эоловыми песками.

В период углеобразования площадь бассейна, а также месторождения на определенные промежутки времени превращались то в сушу с речными долинами, в которых накапливался русловой и пойменный аллювий, то в обширные болота с мощными торфяниками, то в прибрежно-мелководные площади. Чередование фаций в разрезе свидетельствует о многократных изменениях условий осадконакопления угленосных отложений на протяжении длительного времени их формирования. Общая мощность угленосных отложений в пределах Улуг-Хемского бассейна достигает 150 м в пределах Каа-Хемского месторождения – 50 м.

Вскрышная толща Каа-Хемского месторождения каменного угля сложена осадочными отложениями. Породы представлены: песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углистыми алевролитами, углями, а также четвертичными суглинками, супесями.

В составе вмещающих пород преобладают разномерные песчаники от мелко до крупнозернистых (до 47%). Алевролиты тоже занимают значительную часть вскрышной толщи (до 42%) и встречаются в виде крупно- и мелкоалевритовых разностей. Характерны алевролиты, обогащенные тем или иным количеством обугленных растительных остатков и детрита. Среди алевролитов и песчаников встречаются прослои и линзы аргиллитов, углистых аргиллитов и угля.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №подл

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Лист

8

Вещественный состав вскрышных пород, определенный в результате петрографического описания характеризуется присутствием широкой гаммы породообразующих минералов, таких как кварц, полевые шпаты (от калиевых полевых шпатов до плагиоклазов), обломков кварцитовых, кремнисто-кварцитовых и кремнистых пород, а также гранитоидов, обломков алевритовых пород и слюдистых минералов. Терригенная часть песчаников в среднем составляет 74%. Песчаники по соотношению главных породообразующих минеральных компонентов характеризуются как кварц-полевошпатовые.

Цементирующая составляющая в составе пород занимает значительное место, среднее содержание ее изменяться в широких пределах: от 25 до 53% в песчаниках и до 65-75 % в алевролитах. По составу наиболее часто встречаются песчаники с карбонатным, глинисто-карбонатным, а также кремнисто-карбонатным цементом. Реже встречаются глинистые и кремнистые разности.

По характеру связей породы Каа-Хемского месторождения подразделяются на скальные (породы продуктивной толщи на известковом цементе), полускальные (породы продуктивной толщи на глинистом цементе) и несвязные (пески, супеси со щебенкой коренных пород).

Наиболее распространенными породами являются полускальные. Они представлены, в основном, разномерными песчаниками на глинистом цементе.

К скальным породам относятся крепкие средне-крупнозернистые песчаники, гравелиты, алевролиты и аргиллиты на известковистом и известковисто-кремнистом цементе.

Вмещающие породы представлены неравномерно переслаивающимися осадочными породами: песчаниками от тонко, мелко, средне, до крупнозернистых разновидностей редко гравийных; алевролитами.

Гидрогеология.

Исходя из данных В.И.Шибанова (1994г.), и Л.Н. Высотиной (2002г.) Каа-Хемское каменноугольное месторождение входит в состав Тувинского межгорного артезианского бассейна Саяно-Алтайской складчатой области.

В пределах Каа-Хемского месторождения выделены два водоносных горизонта:

- водоносный горизонт четвертичных отложений;
- водоносный комплекс среднеюрских угленосных отложений.

В границах месторождения горизонт четвертичных отложений не обводнен, его питание осуществляется только атмосферными осадками.

В обводнении горных выработок принимают участие трещинно-пластовые безнапорные воды водоносного горизонта среднеюрских отложений, которые имеют повсеместное распространение. Водоносными породами являются трещиноватые разномерные песчаники, пласты углей, трещиноватые алевролиты и разногалечниковые конгломераты, к водоупорам относятся аргиллиты. Водоносные породы и водоупоры не выдержаны ни по мощности, ни по

Изм. №	Взам. инв. №
	Подпись и дата
Изм. №	Подпись и дата

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1	Лист
							9

площади. При такой невыдержанности в залегании пород выделение отдельных водоносных горизонтов не представляется возможным, поэтому вся толща среднеюрских угленосных отложений рассматривается как единый водоносный комплекс, мощность которого составляет 500-550 м.

Питание водоносного комплекса осуществляется атмосферными осадками. Кроме того, не исключена возможность перетекания вод из обводненных нижележащих нижнекаменноугольных отложений. По условиям циркуляции воды водоносного комплекса являются трещинно-пластовыми, безнапорными. Глубина зеркала подземных вод изменяется в широких пределах от 24,7 м до 131,2 м. Удельный дебит изменяется от 0.44 л/сек. до 0.82 л/м. Коэффициент фильтрации находится в пределах 0,20 – 0,60 м/сут., и увеличиваясь в северо-западном направлении. В целом гидрогеологические условия месторождения простые. Увеличение водопритоков будет постепенное, с увеличением глубины залегания почвы пласта в северо-западной части месторождения. Максимальные водопритоки наблюдаются в весенне-летний период. По химическому составу воды водоносного комплекса среднеюрских отложений относятся к сульфатно-магниевым-натриевым. Минерализация вод достигает 2-3 г/л.

Величина общей жесткости находится в пределах 15,22-16,06 мг/экв/л, что характеризует воды комплекса как очень жесткие. Воды мутноватые, со значительным осадком, с запахом сероводорода, для питьевого водоснабжения не пригодны.

Рисунок 2.1.2

Обзорная схема Каа-Хемского угольного разреза



2.2 Оценка возможности использования имеющихся материалов.

В отчете использованы архивные ранее материалы изученности территории.

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1	Лист 10

3. Физико-географические условия района работ и техногенные факторы

3.1 Климат

Таблица № 3.1.1

Климатические характеристики района*

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА ГОДА													
Республика, край, область, пункт (по ближайшему населенному пункту)													Кызыл
Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью		0,98											-49
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью		0,98											-48
		0,92											-47
Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,94											-37		
Абсолютная минимальная температура воздуха, °С											-54		
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С											10,9		
Продолжительность, сут, и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха	≤ 0°С	продолжительность											170
		средняя температура											-19,3
	≤ 8°С	продолжительность											216
		средняя температура											-14,2
	≤ 10°С	продолжительность											233
		средняя температура											-12,5
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %											73		
Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч. наиболее холодного месяца, %											69		
Количество осадков за ноябрь-март, мм											58		
Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль											В		
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с											1,7		
Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной температуры воздуха ≤ 8 °С											1,4		
КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕПЛОГО ПЕРИОДА ГОДА													
Барометрическое давление, гПа											947		
Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,95											25		
Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,98											29		
Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, °С											27,7		
Абсолютная максимальная температура воздуха, °С											41		
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца, °С											14,0		
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %											55		
Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее теплого месяца, %											46		
Количество осадков за апрель-октябрь, мм											179		
Суточный максимум осадков, мм											51		
Преобладающее направление ветра за июнь-август											С		
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с											2,0		
СРЕДНЯЯ МЕСЯЧНАЯ И ГОДОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, °С													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
	-29,4	-24,3	-10,6	4,7	12,2	18,5	20,3	17,5	10,3	0,9	-13,2	-25,7	-1,6

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм. №

Лист

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

11

Изм. Кол.Уч Лист № Док. Подп. Дата

* СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

Согласно Приложению А (рекомендованному) к СП 131.13330.2020 «Строительная климатология. СНиП 23-01-99*», участок работ относится ко I Д климатическому району климатического районирования территории России для строительства.

Географическое положение данного района, расположенного в центре Азиатского материка, его изолированность и большая высота над уровнем моря обуславливают резко выраженную континентальность климата.

Континентальность климата подтверждается высокой годовой и суточной амплитудой температур воздуха и малым количеством осадков. Над рассматриваемым регионом в течение всего года преобладает антициклональная сухая и ясная погода.

Перенос воздушных масс обычно осуществляется в направлении с запада на восток, однако временами наблюдаются выходы циклонов с юга на юго-запад, обуславливающие нередко обильные осадки. В зимний период циклоническая деятельность проявляется слабо. В летний период развивается циклоническая деятельность, с которой связано выпадение значительного количества осадков. Весьма существенное влияние на климат оказывает географическое положение хребтов (экспозиция склонов) относительно направления движения влажных воздушных масс. Случаются годы, когда в июне и даже августе наблюдаются заморозки.

Среднегодовое количество осадков 220 мм, из них 60 % выпадает в летнее время. Преобладающее направление ветров восточное, наиболее сильные северо-западные (15-25 м/сек в порыве, до 40 м/сек). Наибольшее количество ветреных дней приходится на период с апреля по август. Осенне-зимний период практически безветренный.

Многолетняя мерзлота отсутствует. Первые заморозки начинаются в начале сентября. Устойчивый снежный покров сохраняется с ноября по апрель. Среднегодовое количество осадков 220 мм, из них 60 % выпадает в летнее время. Преобладающее направление ветров восточное, наиболее сильные северо-западные (15-25 м/сек. в порыве до 40 м/сек). Сейсмичность района 5-6 до 7 баллов

3.2 Геоморфология

Участок производства работ расположен в северо-восточной части Улуг-Хемского угольного бассейна на левом берегу р. Малый Енисей (Каа-Хем) в 18 км юго-восточнее административного центра Республики Тыва – г. Кызыла. В административном отношении оно входит в состав Кызылского кожууна Республики Тыва Российской Федерации.

3.3 Рельеф

Рельеф площадки изысканий – всхолмленная равнина с абсолютными отметками от 790 м до 830 м.

Изм. №подл	Подпись и дата	Взам. инв. №
------------	----------------	--------------

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1	Лист
							12

3.4 Гидрография

Место проведения работ приурочено к бассейну реки Енисей. В 13-ти км севернее площадки исследований протекает р. Малый Енисей.

Ширина русла достигает 200 м, глубина 2–3 м. Расход воды зимой 100-110 м³/сек, летом 1000–1500 м³/сек, в половодье до 6590 м³/сек.

3.5 Почвы и растительность, хозяйственное освоение территории

Участок представляет собой освобожденную от застройки территорию.

Лес в районе месторождения отсутствует. Вся площадь покрыта скудной полупустынной растительностью, рисунок №5.

3.6. Сейсмичность

Согласно СП 14.13330.2018 сейсмичность участка изысканий г. Кызыл составляет 8 баллов при 10% вероятности возможного превышения (карта А ОСР 2015), 9 баллов при 5% вероятности возможного превышения (карта В ОСР 2015) и 10 баллов при 1% вероятности возможного превышения (карта С ОСР 2015).

Категория грунтов по сейсмическим свойствам принималась согласно дополнительных характеристик сейсмических свойств грунтов (СП 14.13330.2018 таблица 4.1), а именно – сейсмическая жесткость. Категория грунтов по сейсмическим свойствам для Слоя 1, ИГЭ 1, 2 – II; ИГЭ 3, 5, 6 – I (СП 14.13330.2018, таблица 4.1). Грунты ИГЭ-4 не встречены в районе проведения геофизических исследований.

Расчетная сейсмичность для площадки проектируемого строительства, для степени сейсмической опасности карты ОСР-2015-А (5 %) в течении 50 лет оценивается в диапазоне **от 7.53 до 7.95 балла** по шкале MSK-64, что в целочисленных значениях, с арифметическим округлением составляет **7.5-8.0 баллов** баллов. Таким образом сейсмичность площадки оценивается в 8 баллов для карты ОСР-2015-А.

В соответствии с таблицей 5.1 СП 115.13330.2016 категория опасности эндогенных процессов (землетрясения) оценивается как весьма опасная.

Взам. инв. №							Лист
Ивв. №подл							11/10-2023-ИГФИ-Т.1
Подпись и дата	Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	13

Исследования производятся последовательно на двух типах волн продольных – Р и поперечных – S. При возбуждении Р-волн плашка укладывается в лунку горизонтально относительно поверхности земли, а при возбуждении S-волн – субвертикально под углом 45-60°. При проведении исследований на поперечных волнах применяется методика «правых и левых ударов», т.е. на каждом ПВ возбуждается сейсмический сигнал во взаимно противоположных направлениях. В этом случае регистрируется оба типа волн, причём зарегистрированная Р-волна является помехой, которую удаётся ослабить в результате вычитания «левых» и «правых» ударов.

При реализации данной методики получается два типа сейсмограмм: одна группа сейсмограмм получена при возбуждении «левыми» ударами, а другая – «правыми». На полученных сейсмограммах ОПВ S-волны находятся в противофазе, что при последующем вычитании усиливает амплитуды зарегистрированных S-волн относительно амплитуды Р-волн, которые вычитаются синфазно. Для обеспечения улучшения соотношения сигнал-шум производится до 5-40 повторных ударов (накоплений) на каждом ПВ.

Обработка сейсморазведочных данных

Обработка полученных сейсмических материалов выполняется в пакете обрабатывающих программ RadExPro Plus, разработанном ООО «ДекоГеофизика». Эта система позволяет осуществить весь процесс обработки данных КМПВ: чтение и визуализацию сейсмограмм, фильтрацию и различного рода усиление трасс, корреляцию первых вступлений, построение и редактирование годографов, определение скоростей упругих волн и построение преломляющих границ.

Выработанный граф кинематической обработки данных КМПВ ориентирован на реализованный в пакете RadExPro Plus способ T₀ и разностных годографов и состоит из нескольких этапов:

- создание проекта и ввод параметров системы наблюдений;
- ввод и обработка сейсмограмм;
- корреляция первых вступлений и построение годографов;
- обработка годографов, расчет T₀ и θ_p;
- определение скоростей в верхнем слое;
- построение преломляющей границы;
- построение сводного разностного годографа и расчет граничных скоростей;
- интерпретация полученных разрезов с выделением кровли коренных пород и УГВ;
- анализ полученных данных, с выявлением динамики процесса.

Начальный этап обработки заключается в создании проекта, в рамках которого проводится вся дальнейшая обработка. В пределах созданного проекта осуществляется ввод параметров системы наблюдений по профилям. После ввода данных о геометрии наблюдения профиль со

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1

всеми пунктами возбуждения будет изображен на карте-схеме. В последующем, каждая сейсмограмма, а также соответствующие годографы и результаты вычислений, будут привязаны к этим пунктам возбуждения.

На следующем этапе проводится корреляция первых вступлений и построение их годографов по сейсмограммам, привязанным к соответствующим пикетам источника упругих колебаний. Дальнейшая обработка после пикировки волн в первых вступлениях осуществляется в рабочем окне профиля.

Первоначально построенные годографы проходят этап редакции. Затем строятся сводные годографы, линия T_0 и разностный годограф, определяются значения скоростей V_1 , V_2 и V_n по годографам и вычисляются эхо-глубины до преломляющей границы. По построенному разностному годографу определяются значения граничной скорости, которые заносятся в базу данных профиля для использования их при расчете эхо-глубин преломляющего горизонта.

Далее производится определение значений скорости V_1 в перекрывающем преломляющую поверхность слое по годографам прямой волны, регистрируемой вблизи каждого пункта возбуждения. Полученные вдоль профиля значения скорости V_1 заносятся в базу данных профиля.

Построение преломляющей поверхности вдоль профиля проводится с использованием тех значений скоростей V_1 , граничной скорости и T_0 в базе данных, которые были занесены туда на предыдущих этапах. Построенная преломляющая граница визуализируется в рабочем окне разреза, где производится оформление полученного разреза.

Далее производится анализ скоростей, полученных по разрезу, сопоставляются данные с предыдущими записями. Строятся разрезы, с заключениями о динамике изменения среды.

Расчет параметров сейсмических воздействий

Расчеты производятся по нескольким методам: по методу аналогий и методу сейсмических жесткостей.

По методу сейсмических жесткостей принимается фоновая сейсмичность в соответствии с детальной картой ОСР, далее делается расчет по формуле:

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

где 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.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Ивв. №подл

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Фоновая сейсмичность складывается с приращением и получается уточненная бальность площадки за счет грунтовых условий.

Согласно техническому заданию требуется произвести оценку сейсмической опасности и расчеты сейсмических воздействий для этого объекта для сценарных землетрясений с периодами повторяемости ~500, т.е. в соответствии с картой ОСР-2015-А.

С помощью полученных данных производится сопоставление приращений по разным методикам.

Расчет спектральных характеристик колебаний грунтов при сильных землетрясениях

Численное моделирование реакции геологической среды на землетрясения будет осуществлено с помощью компьютерной программы NERA (J.P. Bardet and T. Tobita. Nonlinear Earthquake site Response Analyses, 2001), представляющей модифицированный алгоритм программы SHAKE91, разработанной в конце 60-х годов в США (Schnabel et.al., 1972).

Программа NERA предназначена для анализа движений, возникающих в заданном одномерном горизонтально-слоистом грунтовом разрезе, при падении на него вертикально снизу плоской горизонтально-поляризованной волны. Расчет волнового поля основан на использовании представления о частотно-зависимой переходной функции, как отношения амплитуды расчетного движения к амплитуде падающей волны в частотной области. В программе выполняется учет нелинейного и неупругого поведения грунтов при нагрузках, вызванных приложенным движением.

Расчет свойств грунта по отношению к максимальным сдвиговым деформациям, вызванным сейсмическим движением, выполняется итеративно в линейном приближении с использованием зависимостей относительного модуля сдвига и вязкого затухания от уровня циклической деформации для материала каждого слоя.

Программа NERA позволяет выполнить расчет амплитуд акселерограмм, временных изменений напряжения и деформации, а также спектров реакции и Фурье на любой границе раздела одномерного разреза для заданного входного движения.

По программе NERA будут рассчитаны характеристики землетрясения, получены расчётные сейсмограммы с оценкой амплитудно-частотных характеристик сейсмических колебаний, вызванных землетрясением с учетом грунтовых условий площадки строительства.

Для расчетов локального изменения параметров движения грунта от прогнозного землетрясения в пределах исследуемой площадки будет использована акселерограмма сценарного землетрясения, масштабированная относительно свободной поверхности однородного разреза грунтов II категории по СП 14.13330.2018, залегающих на упругом полупространстве.

При моделировании реакции реального грунта, акселерограмма пересчитывается на верхнюю границу упругого полупространства.

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1	Лист 17

Трансформированная таким образом акселерограмма служит входным сейсмическим воздействием для реальных грунтовых разрезов. Амплитудно-частотный состав колебаний в каждой расчетной точке участка для дневной поверхности определяется путем пересчета заданного сейсмического воздействия на кровле упругого полупространства при прохождении сейсмических волн через рыхлую толщу.

Для расчетных СГМ проведено математическое моделирование и получены значения пиковых ускорений и спектров реакции для каждой из трех компонент. Расчеты выполнены для периода повторяемости землетрясений лет и T= 500 лет.

По всем работам формируется глава в отчете, со всеми рассчитанными параметрами и уточненной фоновой сейсмичностью для данного участка исследований.

Камеральные работы.

Состав камеральных работ согласно СП 47.13330.2016, выполнен инженером-геофизиком Фисенко А.В.

Оценка качества проведенных работ произведена генеральным директором Казаковцевым С. В.

4.2 Сравнительная таблица фактически выполненных объемов работ и объемов работ, запланированных к выполнению программой.

Таблица №4.2.1

Объемы выполненных работ

№	Виды работ	Ед. изм.	Объем работ согласно ПР	Объем выполненных работ
<i>Полевые работы</i>				
1	Сейсморазведка МПВ при возбуждении колебаний ударами кувалды. Наблюдения с одной сейсмограммой Категория – II Шаг – до 2 м Число пикетов взрыва – 7 Работа с сеймостанцией 36-канальной Наблюдения с двумя компонентами вектора смещений (регистрация поочередная)	физ.набл.	112	112
<i>Камеральные работы</i>				
2	Составление программы работ. Средняя глубина исследования, м: св. 15 до 25 Исследуемая площадь, до 1 км ² II категория сложности ИГУ	программа	1	1

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

3	Обработка материалов сейсмозвездки и сейсмоакустики. Сейсмозвездка МПВ на дневной поверхности при одном типе волн Выполнение специальных расчётов по оценке физико-механических и динамических параметров, напряженного состояния, трещиноватости и др., а также расчётов на ЭВМ	физ.набл.	112	112
4	Обработка материалов сейсмологических наблюдений за колебаниями грунтов при землетрясениях, взрывах и микроколебаниях при машинной обработке Расчет приращений сейсмичности методом сейсмических жесткостей	расчет	16	16
5	Обработка материалов сейсмологических наблюдений за колебаниями грунтов при землетрясениях, взрывах и микроколебаниях при машинной обработке Расчет спектральных характеристик колебаний грунтов при сильных землетрясениях	расчет	24	24
6	Составление технического отчёта по сейсмозвездке, электроразведке, геофизическим исследованиям скважин и сейсмическому микрорайонированию	отчет	1	1

4.3 Период выполнения.

Полевые работы были выполнены в период с 08.05.2024 г. по 22.05.2024 г. под руководством Казиева В.С.

Камеральные работы были выполнены в период с 24.05.2024 г. по 31.05.2024 г. под руководством Фисенко А.В.

4.4 Техника и оборудование, программные продукты, применяемые методики.

Полевые геофизические исследования выполнены

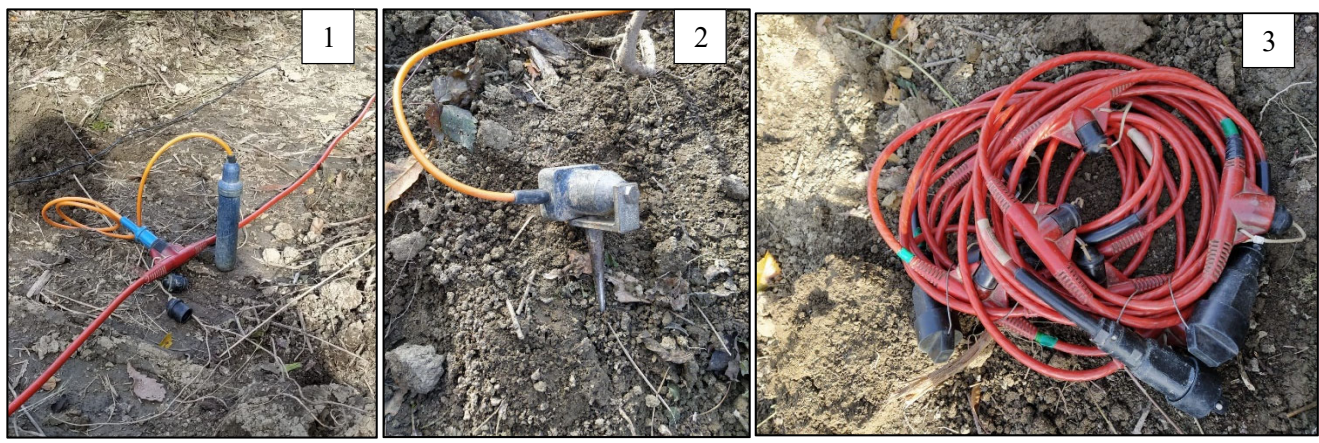
Сейсмозвездка КМПВ выполнялась с использованием телеметрической 36-канальной сейсмической станции ТЕЛСС-3 с шагом по профилю пунктов приема (ПП) 2 метра. Длина расстановки составляла 70 метров.

Для регистрации сейсмических сигналов использовалась разделенная на секции 36-канальная сейсмозвездочная коса и сейсмоприемники типа GS-20DX, обеспечивающие надежный прием регистрируемых сигналов.

Рисунок 4.4.1

Приемник продольных волн (1), поперечных волн (2), сейсмозвездочная коса (3)

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1	Лист
Взам. инв. №							
Подпись и дата							
Изм. №подл							



Возбуждение сейсмического сигнала обеспечивается ударом кувалды массой 8 кг по металлической пластине (плашке), уложенной в предварительно подготовленную лунку.

При проведении сейсморазведочных работ применялась телеметрическая сейсморазведочная система ТЕЛСС-3, предназначенная для проведения малоглубинных сейсмических исследований с записью зарегистрированной информации в компьютер типа ноутбук в цифровой форме в формате SEG-Y. Система изготовлена ООО «ГЕОСИГНАЛ».

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм. №подл

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Рисунок 4.4.2

Вид сейсморазведочной станции ТЕЛСС-3



Система ТЕЛСС-3 представляет возможности решения широкого круга задач в области сейсмических исследований глубин до 1,5 км в зависимости от применяемых сейсмических кос и источника возбуждения сейсмических колебаний.

Основные технические характеристики сеймостанции ТЕЛСС-3:

Число сейсмических каналов в модуле	4;
Число разрядов аналого-цифрового преобразователя	32;
Период дискретизации, мс	0, 25; 0,5; 1; 2; 4;
Максимальная длина записи, отсчетов на канал	4096;
Мгновенный динамический диапазон, Дб	130;
Коэффициент нелинейных искажений, %	не более 0,0005;
Максимальное число накоплений	256;

Камеральная обработка полученных результатов выполнена с помощью программного комплекса GeoSimple, RadexPro, текстовая часть в программах Microsoft Office, графическая обработана в AutoCAD.

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Таблица № 4.4.1.

Применяемые приборы, оборудование и инструменты

№ п/п	Вид работ	Применяемое оборудование/ программное обеспечение
1	2	5
1	Сейсморазведка методом КМПВ	Телеметрическая 36 канальная сейсмическая станция ТЕЛСС-3
2	Обработка данных КМПВ	Программное обеспечение RadExPro Plus, Godograf, Surfer
3	Расчет приращений сейсмичности методом сейсмических жесткостей	Программное обеспечение Excel
4	Расчет спектральных характеристик колебаний грунтов при сильных землетрясениях	Программное обеспечение Excel, NERA
5	Камеральная обработка материалов и составление отчета	Программные средства пакета Microsoft Office, Autodesk AutoCAD

4.5 Метрологическая поверка средств измерений или аттестация испытательного оборудования.

Согласно СП 47.13330.2016, средства измерений, используемые для производства инженерно-геологических изысканий, на основании закона РФ «Об обеспечении единства измерений» должны быть аттестованы и проверены в соответствии с требованиями нормативных документов Госстандарта России.

Настоящие виды изыскательских работ выполнялись в соответствии с действующими нормативными документами и требованиями по их метрологическому обеспечению, текстовое приложение «Г».

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1	Лист
							22

5. Геологическая характеристика территории

5.1 Описание выделенных стратиграфо-генетических комплексов.

В геолого-литологическом строении площадки до максимальной изученной глубины 25,0 м принимают участие (сверху-вниз):

- современные отложения (pQ_{IV});
- юрские отложения среднего отдела (J₂).

Четвертичная система (Q)

Современные отложения (pQ_{IV})

Вскрыты всеми скважинами. Образованы из подстилающих их грунтов темно-коричневого цвета. Залегают непосредственно с поверхности мощностью до 0,4 м с абсолютными отметками кровли 792,7-834,4 м.

Юрская система

Средний отдел

Ааленский и байосский ярусы

Эрбекская свита (J_{3er})

Распространены повсеместно и представлены:

а) песком пылеватым серо-коричневым, средней плотности до плотного, малой степени водонасыщения, с прослоями суглинка, песка мелкого, средней крупности, с включением до 25% гравия.

Мощность слоя составляет 0,3÷5,0 м с абсолютными отметками кровли 792,7-834,4 м.

б) песком средней крупности серо-коричневый, плотным, малой степени водонасыщения, с прослоями песка гравелистого, с включением до 25% гравия, гальки, дресвы.

Мощность слоя составляет 0,6÷3,2 м с абсолютными отметками кровли 791,0-832,3 м.

в) глиной коричневой, пылеватая, легкой, твердой, с прослоями суглинка полутвердого, водонепроницаемой.

Мощность слоя составляет 0,2÷13,9 м с абсолютными отметками кровли 788,4-831,5 м.

г) **углем, черным, малопрочным, средней плотности размягчаемым.**

Мощность слоя составляет 0,2÷1,3 м с абсолютными отметками кровли 795,7-814,9 м.

д) аргиллитом известковистым серым, RQD 0%, прочным, малопрочным, размягчаемым, сильновыветрелым, сильнотрещиноватым, с мергелистым заполнителем.

Мощность слоя составляет 0,4÷6,8 м с абсолютными отметками кровли 788,9-830,6 м.

е) алевролитом серым, RQD 20%, плотным, средней прочности, размягчаемым, трещиноватым.

Мощность слоя составляет 1,3÷6,0 м с абсолютными отметками кровли 788,1-820,8 м.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Ивв. №подл

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Лист

23

5.2 Наличие и условия залегания водоносных горизонтов.

Гидрогеологические условия участка проектируемого строительства (ноябрь-декабрь 2023 г.) на глубину исследования характеризуются отсутствием подземных вод.

5.3 Прогноз изменения гидрогеологических условий.

Площадка производства работ, на момент проведения изысканий по установившемуся уровню подземных вод и потенциальному заглублению фундаментов по характеру воздействия принята «неподтопленной» (СП 22.13330.2016 п.5.4.8).

Стоит учесть возможность изменения поверхностного стока при вертикальной планировке территории, засыпке естественных дрена, производстве земляных работ, длительном разрыве между выполнением земляных работ и строительными работами, а при эксплуатации здания инфильтрации утечек производственных вод, уменьшение испарения под зданием и покрытиями, полив зеленых насаждений, инфильтрация вод поверхностного стока, нарушение условий подземного стока, засыпке не фильтрующим материалом в процессе строительства.

В процессе эксплуатации полигона возможны утечки фильтрата, которые могут скапливаться на границе водонепроницаемых скальных грунтов ИГЭ-5,6, с последующим дренированием в сторону пониженных участков, в том числе в сторону существующих водотоков.

5.4 Обоснование выделения инженерно-геологических элементов.

На основании анализа пространственной изменчивости показателей свойств грунтов, определенных лабораторными исследованиями с последующей статистической обработкой по ГОСТ 20522 -2012, полевыми испытаниями грунтов, в пределах площадки изысканий до изученной глубины 25,0 м выделено 6 инженерно-геологических элемента (далее ИГЭ).

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1	Лист
							24

Таблица №5.4.1

Таблица выделенных инженерно-геологических элементов

№ п/п	№ ИГЭ	Описание грунтов
1	1	Песок пылеватый серо-коричневый, средней плотности до плотного, малой степени водонасыщения, с прослоями суглинка, песка мелкого, средней крупности, с включением до 25% гравия, J _{2ег}
2	2	Песок средней крупности серо-коричневый, плотный, малой степени водонасыщения, с прослоями песка гравелистого, с включением до 25% гравия, гальки, дресвы, J _{2ег}
3	3	Глина коричневая, пылеватая, легкая, твердая, с прослоями суглинка полутвердого, водонепроницаемая, J _{2ег}
4	4	Уголь черный, малопрочный, средней плотности размягчаемый, J _{2ег}
5	5	Аргиллит известковистый серый, RQD 0%, прочный, малопрочный, размягчаемый, сильновыветрелый, сильнотрещиноватый, с мергелистым заполнителем, J _{2ег}
6	6	Алевролит серый, RQD 20%, плотный, средней прочности, размягчаемый, трещиноватый, J _{2ег}

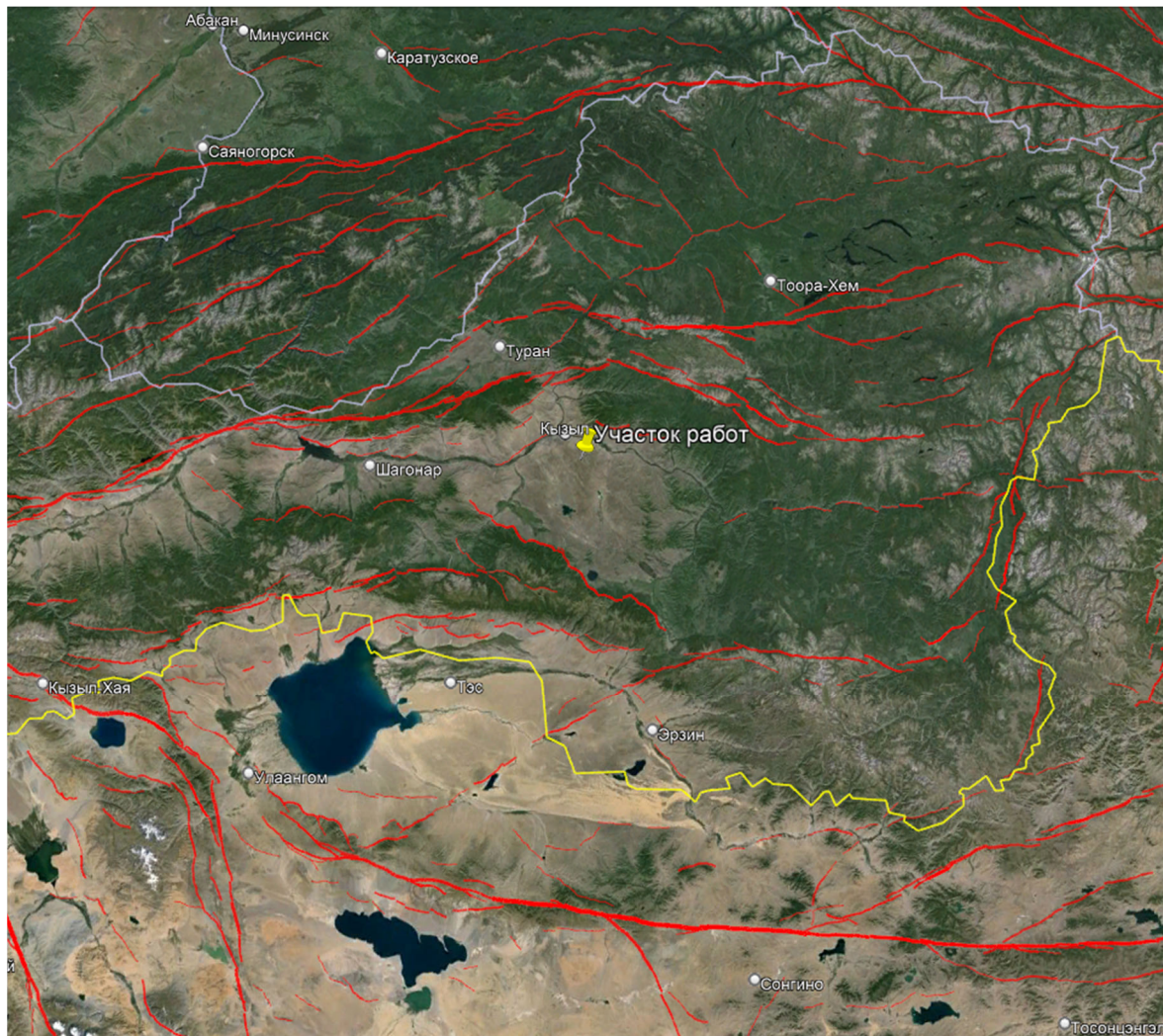
5.5 Тектоническое строение и неотектоника.

Тектонические условия Каа-Хемского месторождения по данным геологоразведочных и исследовательских работ Н.А.Пичугина, Н.А.Панарина (1964г.), А.Л.Лосева (1952г.), характеризуются, как довольно простые. Залегание пласта моноклиналиное, слабонаклонное с падением на северо-запад под углом 4-6⁰. Максимальная глубина залегания почвы пласта 126 м (скв. 608).

Изм. №подл	Подпись и дата	Взам. инв. №	11/10-2023-ИГФИ-Т.1						Лист
			Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	25

Рисунок 5.5.2

Карта активных разломов района работ, совмещенная с картой Google Earth



Анализируя карту активных разломов, составленную лабораторией неотектоники и современной геодинамики (Геологический институт Российской академии наук) можно прийти к выводу, что территория исследований испытывает влияние геодинамических процессов разрывных нарушений.

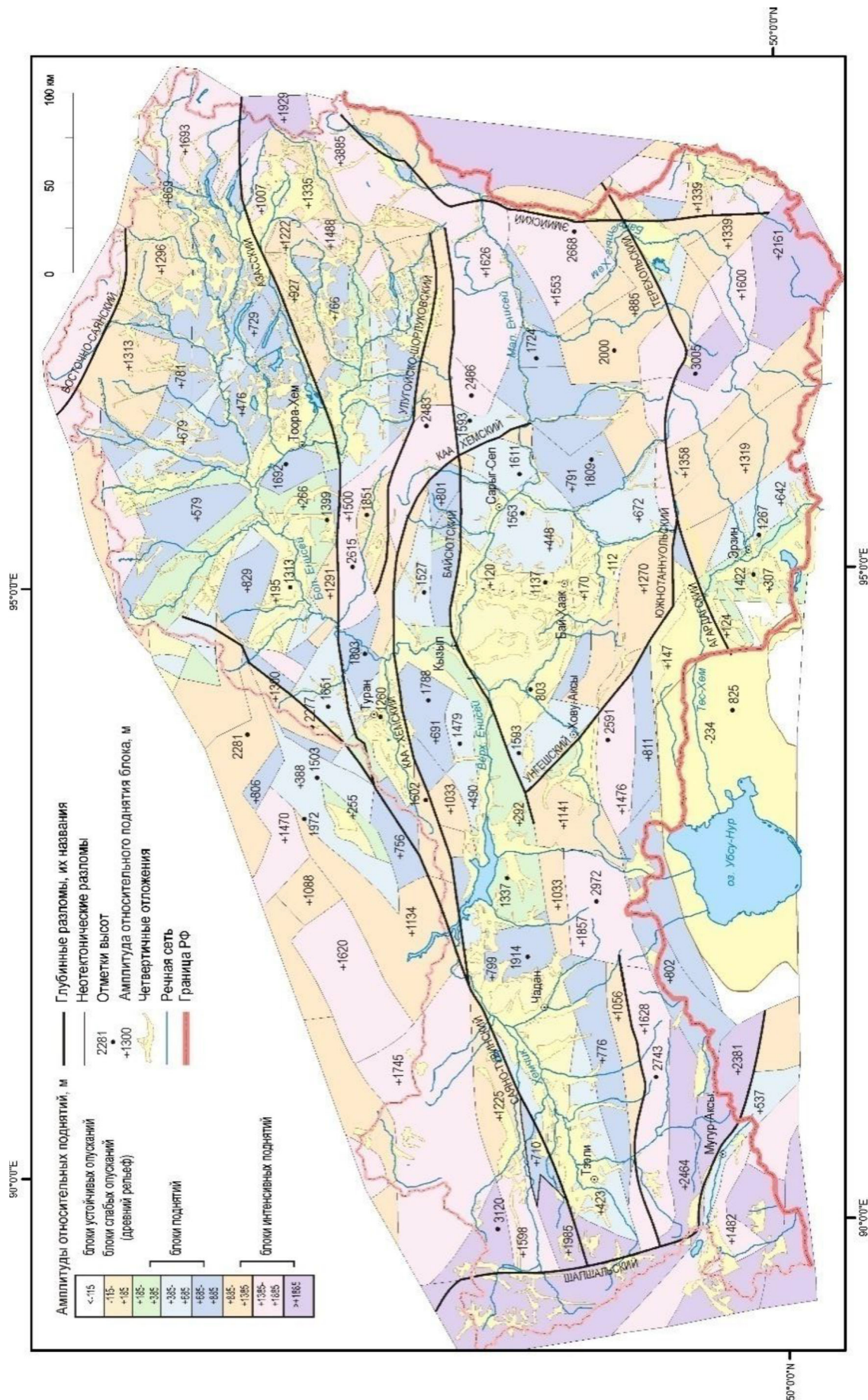
В основу выделения новейших морфоструктурных блоков положена интенсивность проявления относительных новейших тектонических движений (амплитуда) в пределах блоков: менее -115 м – блоки устойчивых опусканий; от -115 до +185 м – блоки слабых опусканий (древний рельеф); от +185 до +385 м – блоки предгорных слабых поднятий; от +385 до +885 м – блоки менее интенсивных поднятий; от +885 до +1385 м – блоки устойчивых интенсивных поднятий; от +1385 до +1885 м – блоки наиболее интенсивных поднятий (рис. 5.2.3). [36]

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Рисунок 5.5.3

Двумерная разломно-блоковая модель территории Тувы и Западного Саяна [36]



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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

6. Характеристика сеймотектонического строения и сейсмичности района исследований

Республика Тыва находится сейсмически опасном районе Саяно-Алтайской сейсмической области. Сейсмичность района составляет 8–9 баллов по шкале MSK-64, на востоке и юго-западе достигает до 10 баллов. Такой уровень сейсмичности свидетельствует о большой вероятности возникновения на территории Тувы катастрофических землетрясений. Индекс сейсмического риска для территории Республика Тыва составляет 1,8 и территория отнесена к первой группе сейсмического риска среди регионов России. Индекс учитывает сейсмическую опасность, плотность населения, степень фактической сейсмической уязвимости застройки. При этом уровень сейсмической изученности территории республики остается малоизученной.

Официальным документом, определяющим уровень фоновой сейсмичности для территории Российской Федерации, является СП 14.13330.2018 и комплект карт ОСР-2015 (Рис.6.1). Карта сейсмического районирования территории РФ представляет собой комплект из трех карт (масштаб 1:2 500 000), которые позволяют оценивать сейсмическую опасность территории в зависимости от категории ответственности и срока службы объектов строительства и отражают расчетную интенсивность IT сейсмических сотрясений в баллах шкалы MSK-64, ожидаемых на данной площади с заданной вероятностью $p(\%)$ в течение определенного интервала времени t (в данном случае, $t = 50$ лет) на средних грунтах, соответствующих грунтам II категории по СП 14.13330.2018. Дифференцированные оценки сейсмической опасности позволяют использовать комплект ОСР-2015 для проектирования и строительства сейсмостойких объектов разных категорий ответственности и сроков службы.

В Таблице 6.1 отражены рекомендации по применению карт ОСР-2015.

Таблица 6.1

Рекомендации по применению карт ОСР-2015.

№	Характеристика карты	Рекомендуемые объекты строительства
1.	Карта А Вероятность превышения указанных на карте значений сейсмической интенсивности для соответствующих территорий в течение 50 лет – 10%	Массовое строительство жилых, общественных и производственных зданий (сооружений), кроме указанных в п. 2.

Изм., №подл	Взам. инв. №
Изм.	Подпись и дата

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

№	Характеристика карты	Рекомендуемые объекты строительства
2	Карта В Вероятность превышения указанных на карте значений сейсмической интенсивности для соответствующих территорий в течение 50 лет – 5%	Объекты повышенной ответственности. – здания и сооружения, эксплуатация которых необходима при землетрясении или при ликвидации его последствий (системы энерго- и водоснабжения, пожарные депо, сооружения связи и т.п.). – здания с одновременным пребыванием в них большого числа людей (вокзалы, аэропорты, театры, цирки, концертные залы, крытые рынки, спортивные сооружения); – больницы, школы, дошкольные учреждения; здания высотой более 16 этажей; – другие здания и сооружения, отказы которых могут привести к тяжелым экономическим, социальным, экологическим последствиям.
3.	Карта С Вероятность превышения указанных на карте значений сейсмической интенсивности для соответствующих территорий в течение 50 лет – 1%	Особо ответственные объекты, в т.ч. из числа, указанных в п.2, по решению заказчика или соответствующего органа исполнительной власти.

Комплект из трех карт общего сейсмического районирования (ОСР-2015А, ОСР-2015-В, ОСР-2015-С) территории России отражает, в зависимости от периода повторяемости сильных землетрясений, различную степень их сейсмической опасности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий (В.Н. Страхов, В.И. Уломов, Л.С. Шумилина, 1998; В.И. Уломов, Л.С. Шумилина, 1998). Карта ОСР-2015-А, представленная в пиковых ускорениях колебаний грунта (PGA), вошла составной частью в мировую карту глобальной сейсмической опасности (Global Seismic Hazard Assessment Program – GSHAP) (В.И. Уломов, 1993; Global Seismic Hazard Assessment Program, 1993).

Карта ОСР-2015-А отражает 10%-ную вероятность возникновения в течение 50 лет в любом пункте зоны сотрясения, интенсивность которого равна значению балла, указанному на карте для данной зоны, либо превышает это значение. Это соответствует повторяемости такого сотрясения 1 раз в 500 лет. Карта ОСР-2015-В отражает 5%-ную вероятность возникновения в течение 50 лет в любом пункте зоны сотрясения, интенсивность которого равна значению балла, указанному на карте для данной зоны, либо превышает это значение. Это соответствует повторяемости такого сотрясения 1 раз в 1000 лет. Карта ОСР-2015-С отражает 1%-ную вероятность возникновения в течение 50 лет в любом пункте зоны сотрясения, интенсивность которого равна значению балла, указанному на карте для данной зоны, либо превышает это значение. Это соответствует повторяемости такого сотрясения 1 раз в 5000 лет.

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Лист

31

С точки зрения инженера-строителя на картах отображена сейсмичность (в терминологии СП 14.13330.2018), т.е. то значение балла, которое, с поправкой за грунтовые условия, является исходным данным для расчета сейсмической нагрузки на сооружение. В соответствии с действующей картой сейсмического районирования ОСР-2015 (рисунок 6.1), которая регламентирует степень вероятных сейсмических воздействий на здания и сооружения при планировании хозяйственного освоения территорий.

По нормативным картам ОСР-2015, г. Кызыл, в котором находится строительный объект, расположен: по карте ОСР-2015А в 8-балльной зоне, по картам ОСР-2015-В в 9-балльной зоне и ОСР-2015-С в 10-балльной зоне, соответственно (рисунок 6.1).

Согласно техническому заданию требуется произвести оценку сейсмической опасности и расчеты сейсмических воздействий для этого объекта для сценарных землетрясений с периодами повторяемости ~500, т.е. в соответствии с картой ОСР-2015-А.

Исходная сейсмичность площадки исследований по Карте ОСР-2015-А составляет 8 баллов для периода повторяемости 1 раз в 500 лет.

Нормативная фоновая сейсмичность для периода повторяемости – один раз в 500 лет или степени сейсмической опасности 10% в течение 50 лет. 8 баллов будет использована для расчета сейсмичности площадки по методу сейсмических жесткостей (МСЖ), как требует РСН 65-87 и РСН 60-86. Изменения сейсмической интенсивности от геологических условий площадки строительства выразятся в приращениях балльности.

Так же, фоновая сейсмичность 8 баллов будет использоваться как основа для расчета синтетических акселерограмм. На подходе к грунтовой толще будут задаваться исходные колебания, пиковые ускорения которых соответствуют 8 баллов по шкале MSK-64.

Стоит отметить, что в методе МСЖ нет возможности учесть влияние нелинейности деформаций при сильных землетрясениях, особенности амплитудно-частотной характеристики фильтрующей среды (грунтовой толщ), особенности отклика среды, резонансные явления и т.п. Т.е. метод МСЖ отражает в большей мере статический режим и, зачастую, его данные в области активных разломов и сложных условиях неоднозначны.

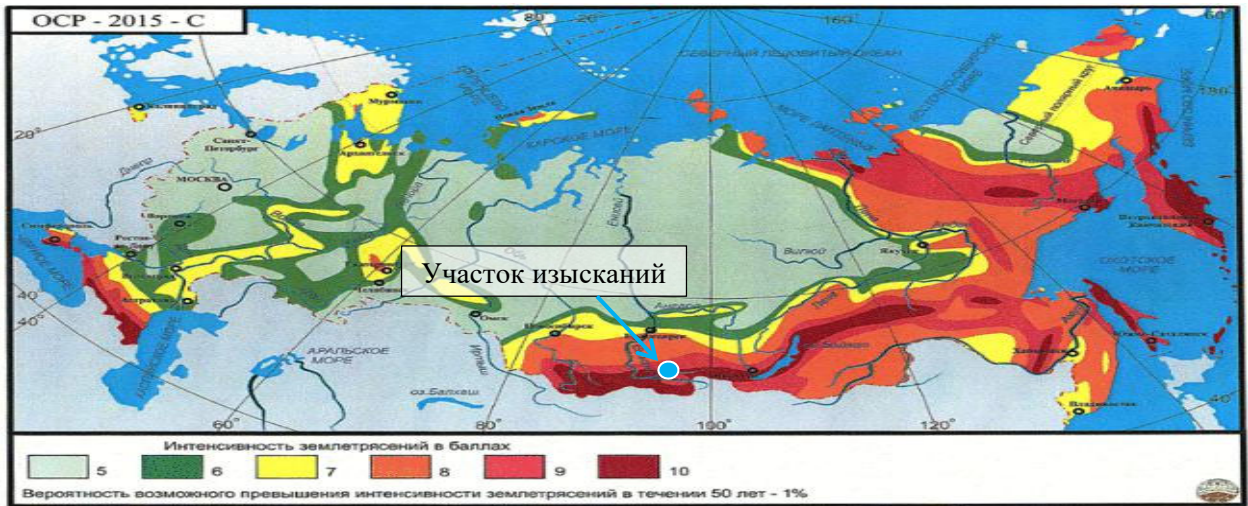
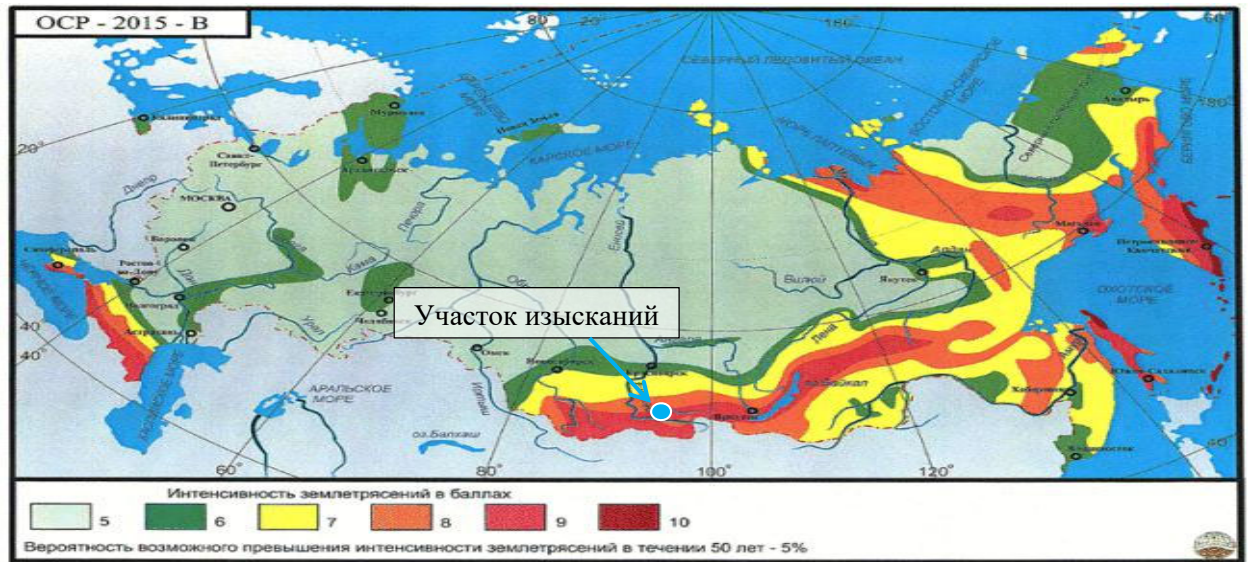
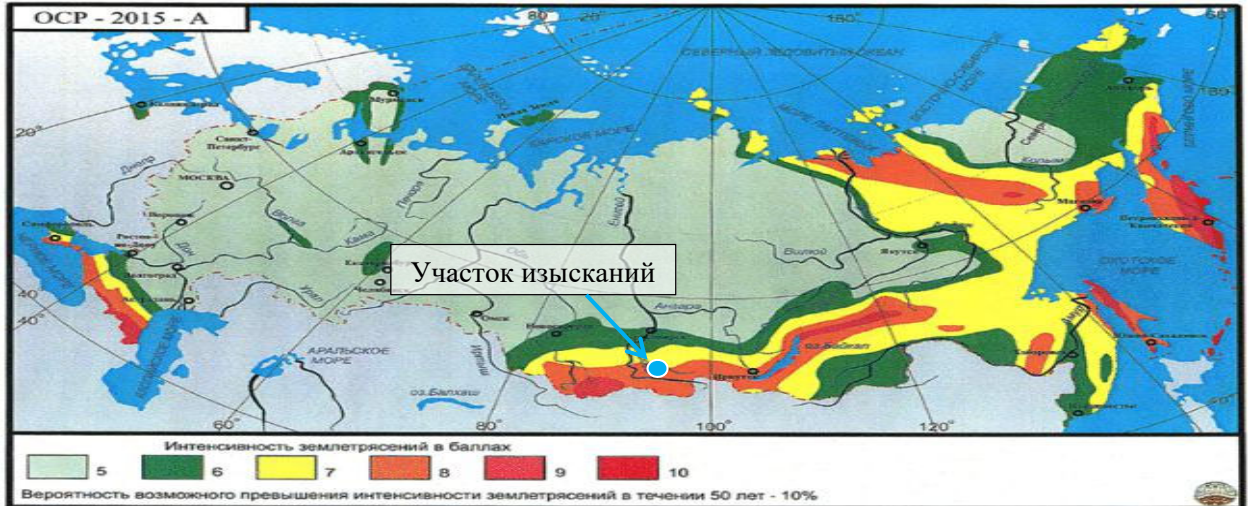
В настоящем отчете будут приведены данные о сейсмичности площадки в дробных значениях, как по методу МСЖ, так и пересчитанные пиковые ускорения по акселерограммам.

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1	Лист
							32

Рисунок 6.1

Карты ОСР-2015 (А, В, С)



По данным ЕГС РАН в окрестностях объекта также наблюдается достаточно интенсивная современная сейсмическая активность. Рисунок 5.2 иллюстрирует распределение эпицентров новейших землетрясений, так, только за последние 33 года, в радиусе ~300 км от территории

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

строительства произошло 225 сейсмических событий магнитудой до $M = 6,8$, очаги которых, как показывает рисунок 5.4, расположены преимущественно в верхней 10–15-километровой толще земной коры.

Рисунок 6.2

Землетрясения в регионе за 33 лет (1991 – 2024) с магнитудами M до 6,8 (отражено 225 землетрясений)

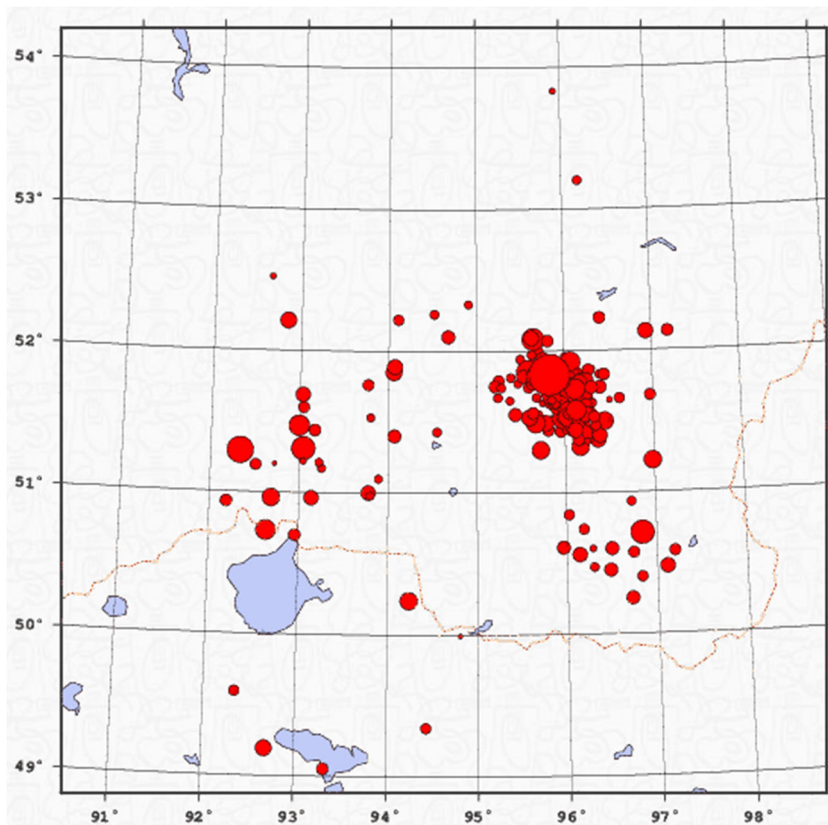
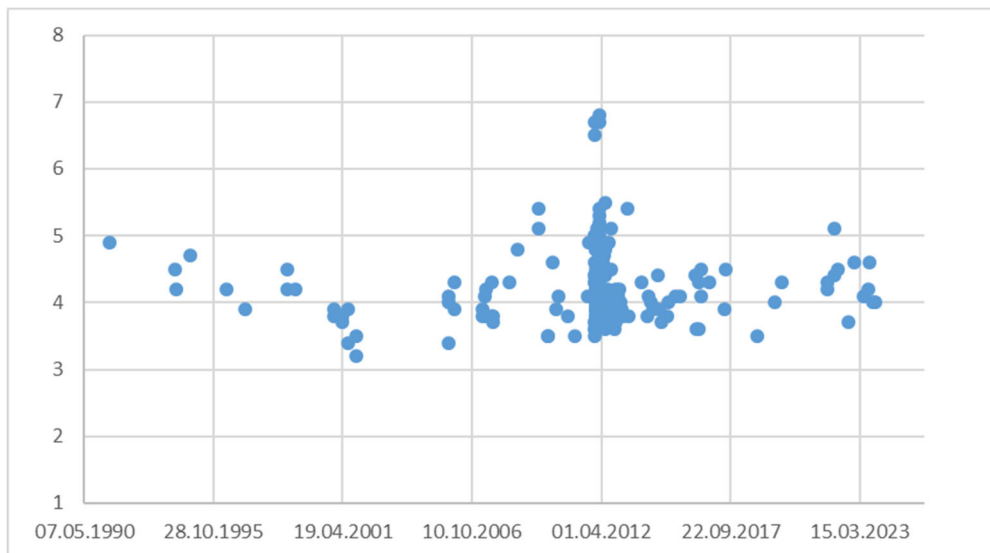


Рисунок 6.3

Распределение событий (по магнитуде)

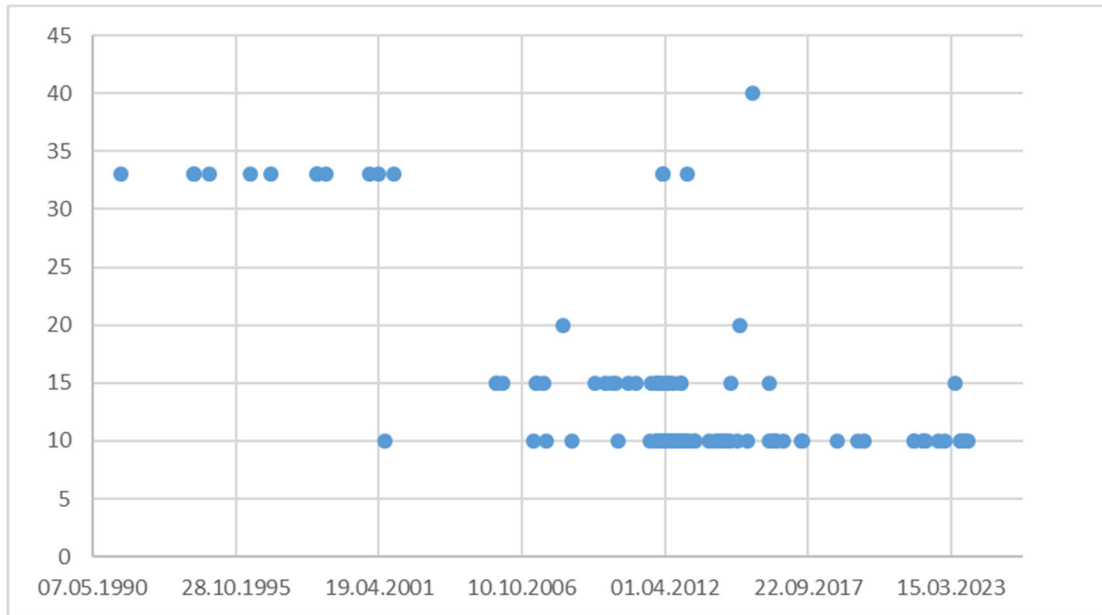


Ивв.№подлш	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Рисунок 6.4

Распределение событий (по глубине очага)



По степени сейсмичности и частоте сильных землетрясений исследуемая территория неоднородна (рис. 6.5). [36]

На графике (рис. 6.6) представлена динамика распределения землетрясений по морфоструктурным блокам различной амплитуды относительных поднятий за инструментальный период с 1963 по 2014 гг. – установлена тенденция роста числа и магнитуды землетрясений в блоках наибольшей динамической активности. [36]

Установлено, что наибольшей динамической и сейсмической активностью обладают морфоструктурные блоки интенсивных поднятий: амплитуды +885 – +1885 м. Сделан вывод о продолжающейся унаследованной геодинамической активности морфоструктурного плана в регионе за последние 1,8 млн. лет, и, как следствие, высокой вероятности возобновления сейсмических событий в пределах Тувы и Западного Саяна. [36]

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Рисунок 6.5

Морфоструктурная карта района с распределением эпицентров землетрясений за инструментальный период наблюдений (1963–2014 гг.) [36]

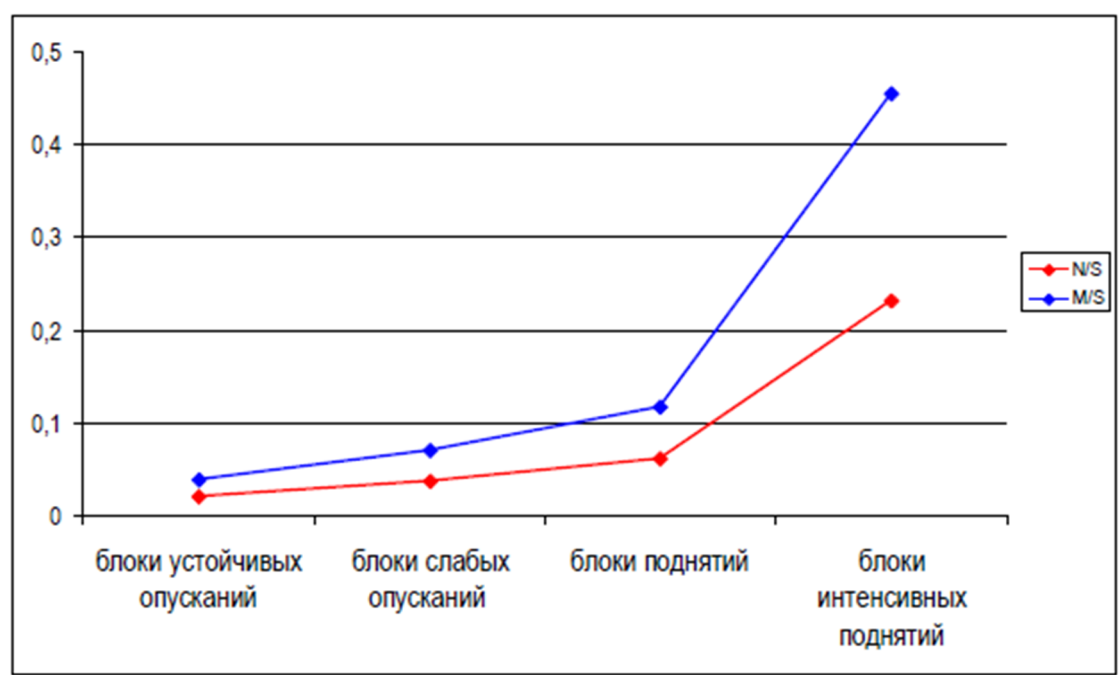
Ивв.№подл	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Рисунок 6.6

Динамика распределения количества землетрясений и магнитуд землетрясений по блокам (S – суммарная площадь блоков, N – количество землетрясений в блоках, M – суммарная магнитуда землетрясений в блоках) [36]



В настоящее время на территории Тувы действуют 9 сейсмостанций: 3 – СО РАН, 2 – Красноярский НИИГиМС, 4 – Центр мониторинга эндогенных источников чрезвычайных ситуаций (ЦМЭИ) ТуВИКОПР СО РАН: вблизи населенных пунктов Чадан, Туран, Эржей, Самагалтай, которые регистрируют сейсмические колебания земной поверхности. Сейсмическая активность Республики Тыва оценивается в настоящее время преимущественно по данным сейсмостатистики отдаленных региональных сейсмостанций. На территории изучаемого района четко проявлена корреляция высокосейсмичных зон с активизированными в новейшее время участками глубинных долгоживущих разломов сдвигового типа. [38]

В основу модели источников землетрясений положены линеаменты (сейсмогенные разломы) и домены (локальные объемы среды), рассматриваемые как условно однородные зоны (УОЗ) в отношении размещения в их пределах очагов землетрясений и повторяемости событий фиксированных магнитуд во времени. Повторяемость сейсмического эффекта от каждой УОЗ на земной поверхности – сотрясаемость, которая и положена в основу картирования сейсмической опасности – сейсмического районирования. [38]

В Западной и Юго-западной Туве (граница Монгун-Тайгинского кожууна и Республики Алтай) наибольшие значения сейсмической активности характерны для узла сочленения хребтов Цаган-Шибэту и Западного Танну-Ола. Именно здесь в 1970 г. произошло довольно сильное землетрясение с магнитудой 7,0. [38]

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Наибольшая сейсмическая активность отмечается в восточной Туве. Восточно-Тувинское нагорье разделяет Тоджинскую межгорную котловину, расположенную на северо-востоке от него, и Тувинскую котловину (Центрально-Тувинский прогиб), находящуюся на юго-западе. При этом сама зона нагорья характеризуется интенсивными поднятиями. Так, в декабре 2011 г и в феврале 2012 г. произошли два сильных землетрясения с магнитудой 6,7 и 6,8 соответственно, очаги которых были расположены в центральной части Восточно-Тувинского нагорья в районе хребта Академика Обручева, в 100 км восточнее Кызыла на глубине очага 10–15 км. Территория Восточно-Тувинского нагорья в обрамлении хребта Академика Обручева сложена преимущественно гранитами и относится к Каа-Хемскому гранитоидному батолиту (Руднев и др., 2006). Уникальность произошедших явлений состоит в том, что в течение короткого промежутка времени (два месяца) практически в одной точке произошло два события с одной и той же энергией. Это свидетельствует о нетривиальности процессов накопления и разрядки напряжений и о сложном взаимодействии этих процессов с геологической структурой земной коры. Отголоски землетрясения ощутили в Красноярском крае, на Алтае, в Хакасии и Томской области. По данным ГС РАН, землетрясение 27 декабря 2011 г. ощущалось в Орлике, Кемерово силой 3–4 балла, в Усть-Каменогорске и Красноярске – 3 балла, в Иркутске и Ангарске – 2–3 балла по шкале МСК-64. Землетрясение 26 февраля 2012 г. ощущалось в Сарыг-Сепе силой 6-7 баллов, в Кызыле – 6, в Орлике – 4, в Красноярске, Иркутске – 3–4. На карте общего сейсмического районирования этот район относится к 8-балльной зоне сотрясений. Здесь исторически известны сильные землетрясения, самые значительные из которых землетрясение 27 мая 1991 г. с магнитудой $M = 4,9$ на территории Монголии, ощущавшееся в отдельных населенных пунктах Тувинской АССР силой 3–4 балла, а также Бусингольское землетрясение 27 декабря 1991 года с $M = 6,5$ – одно из сильнейших за период инструментальных наблюдений в восточной части региона Бусингол, вблизи границы с Монголией. Оно ощущалось на значительной площади, включающей Тувинскую АССР, часть Иркутской области, Красноярского края и Монголии. Землетрясение сопровождалось мощной серией афтершоков. [38]

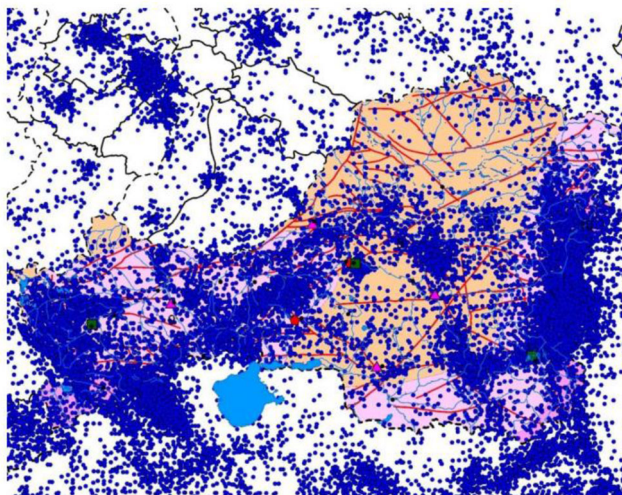
На рисунке 6.7 представлена карта эпицентров землетрясений, произошедших на территории Тувы, где видно, что в восточной части Тувы самая большая группа событий, а также видны компактные группы в центральной и западной части Тувы. [38]

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Рисунок 6.7

Карта эпицентров сейсмических событий на территории Тувы [38]



Землетрясения, зарегистрированные на территории Республики Тыва в 2017-2020 гг. и зоны повышенной сейсмической активности [38]:

Зона №1 – расположилась в юго-западной части Республики Тыва и включает в себя центральную часть Шапшальской очаговой зоны. В зоне зафиксировано 4 землетрясения с энергетическим классом $K \geq 11,0$.

Зона №2 – юго-западная часть Республики Тыва – проявился ВОЗ. В зоне зафиксировано 1 землетрясение $K \geq 11,0$.

Зона №3 – западная часть Республики Тыва – проявился Тээлинский ВОЗ в виде большого количества землетрясений $K < 11$ и 1 землетрясения $K \geq 11,0$.

Зона №4 – расположилась в центральной части Республики Тыва, включая Ырбанский ВОЗ. В зоне зафиксировано 1 землетрясение $K \geq 11,0$.

Зона №5 – центральная часть Республики Тыва – проявился Каа-Хемский очаг в виде большого количества землетрясений $K < 11$.

В районе Бусингольского очага выделились три зоны – северная, центральная и южная части вдоль разлома Бусингольской сейсмоактивной зоны – зарегистрировано 7 землетрясений $K \geq 11,0$.

Проявление данных зон подтверждает повышенную сейсмическую активность территории Республики Тыва и подчёркивает актуальность исследований, проводимых ТувИКОПР СО РАН совместно с Центром мониторинга эндогенных источников чрезвычайных ситуаций (г. Красноярск). В таблице 6.2 представлено распределение числа землетрясений с 1963–2015 гг. по годам и магнитуде. [38]

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1

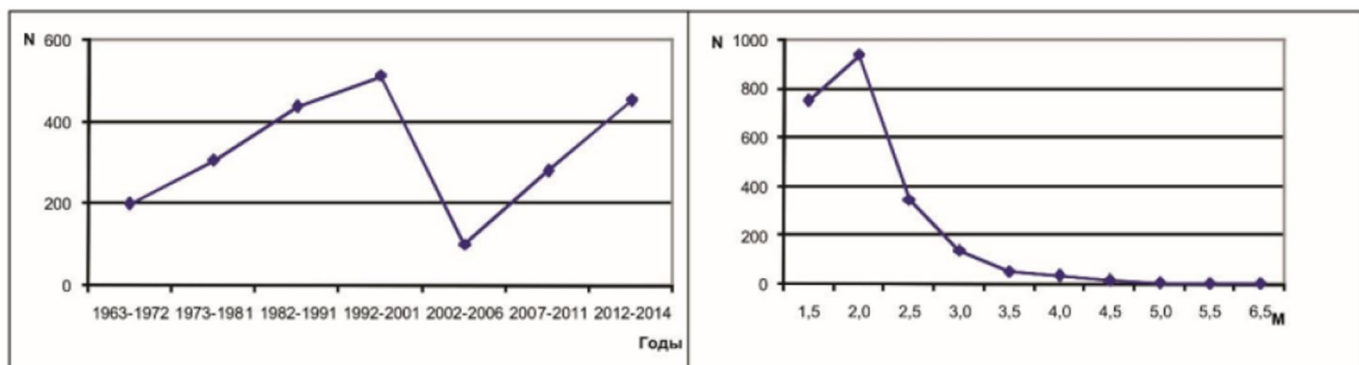
Таблица 6.2 [38]

Распределение числа сейсмических событий по годам и магнитуде

Магнитуда \ Годы	Магнитуда										Распределение землетрясений по годам
	1,5	2	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,5	
1963-1972	43	85	48	13	8	1	1	0	2	0	201
1973-1981	67	158	58	14	2	5	0	2	1	0	307
1982-1991	221	150	47	15	2	1	1	1	0	1	438
1992-2001	286	139	41	10	12	7	11	3	3	0	512
2002-2006	27	46	14	10	4	0	1	0	0	0	102
2007-2011	56	142	50	18	7	6	1	0	0	1	281
2012-2015	51	217	87	59	17	17	2	2	0	1	453
Распределение по магнитуде М	751	937	345	139	52	37	17	7	4	4	2293

Согласно представленному графику можно сделать вывод, что повторяемость сейсмических событий с наибольшей магнитудой происходят примерно раз в 20–30 лет и совпадает с сейсмической активностью на территории Тувы в 2011–2012 годах. При этом за несколько лет перед основным толчком происходят афтершоковые процессы с меньшей силой, т.е. предшествующие основному землетрясению. Для дальнейшей оценки сейсмической опасности территории Тувы нужны сейсмогеологические исследования. [38]

Рисунок 6.8



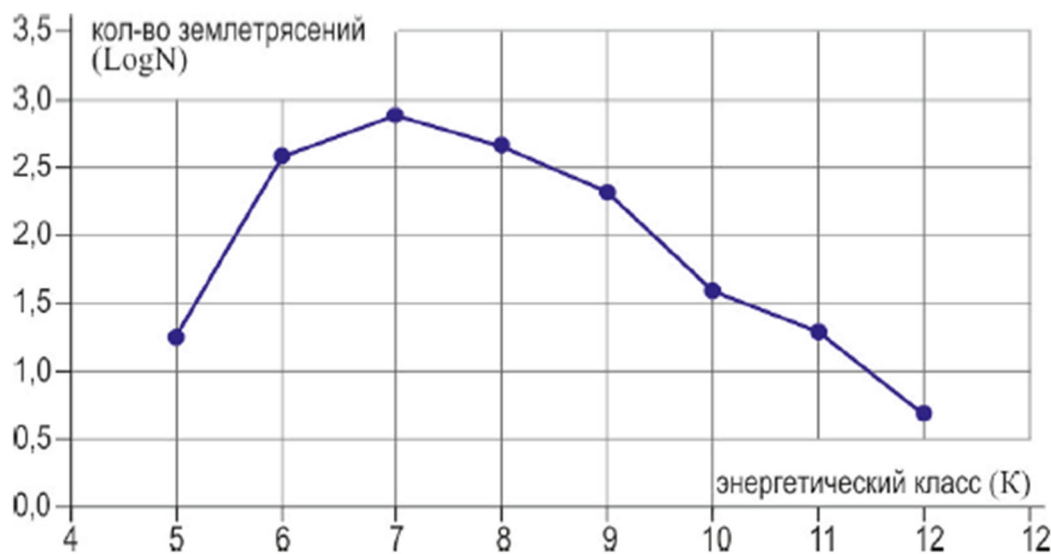
На рисунке 6.9 приведён график повторяемости сейсмических событий на территории республики Тыва в 2017–2020 гг. Выявлено, что сейсмический процесс здесь развивался закономерно. [35]

За период 2017–2020 гг. на территории Республики Тыва было зарегистрировано 16 землетрясений $K \geq 11,0$ ($M \approx 3,9$ и выше). [35]

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

Рисунок 6.9

График повторяемости землетрясений в Республике Тыва в 2017–2020 гг.



6.1 Уточнение сейсмической опасности района проектируемого строительства на основе базы данных ОСР-2015 с помощью программно-математического обеспечения

В основу модели источников землетрясений положены линеаменты (сейсмогенные разломы) и домены (локальные объемы среды), рассматриваемые как условно однородные зоны (УОЗ) в отношении размещения в их пределах очагов землетрясений и повторяемости событий фиксированных магнитуд во времени. Повторяемость сейсмического эффекта от каждой УОЗ на земной поверхности – сотрясаемость, которая и положена в основу картирования сейсмической опасности – сейсмического районирования.

Фрагмент ЛДФ-модели зон ВОЗ для района исследований приведен на рисунке 6.10. Территория находится в пределах домена D0316. Вблизи территории находятся 0573 (6,5), 0574 (7,0), 0576 (7,5), 0603 (7,5), 0597 (7,0), 0604 (7,0), 0610 (7,0).

Для периода повторяемости 1 раз в 500 лет выбраны:

- домен D0316 способен генерировать землетрясения с магнитудами $M_{max} = 5,5$;
- линеамент L0603 способный генерировать землетрясения с магнитудами $M_{max} = 7.5$ (рисунок 6.11).

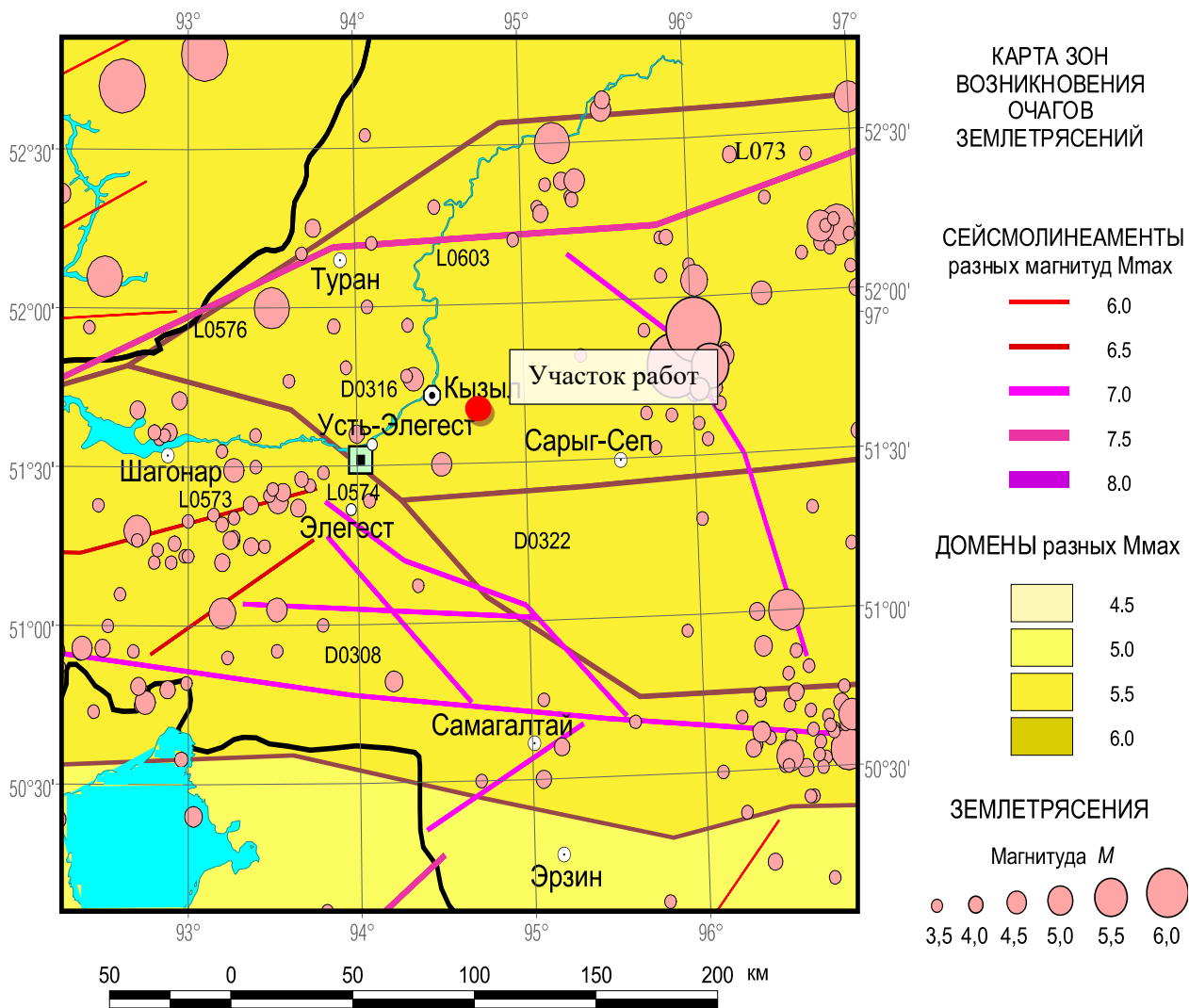
На основе информации о сейсмогенерирующих структурах в окрестности г.Кызыл выбраны очаги сценарных землетрясений Z1 и Z2, соответствующие карте ОСР-2015-А (10%).

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Рисунок 6.10

Карта зон возникновения очагов землетрясений по ОСР-2015, площадка условно показана красным квадратом. Положение объекта отмечено красным.



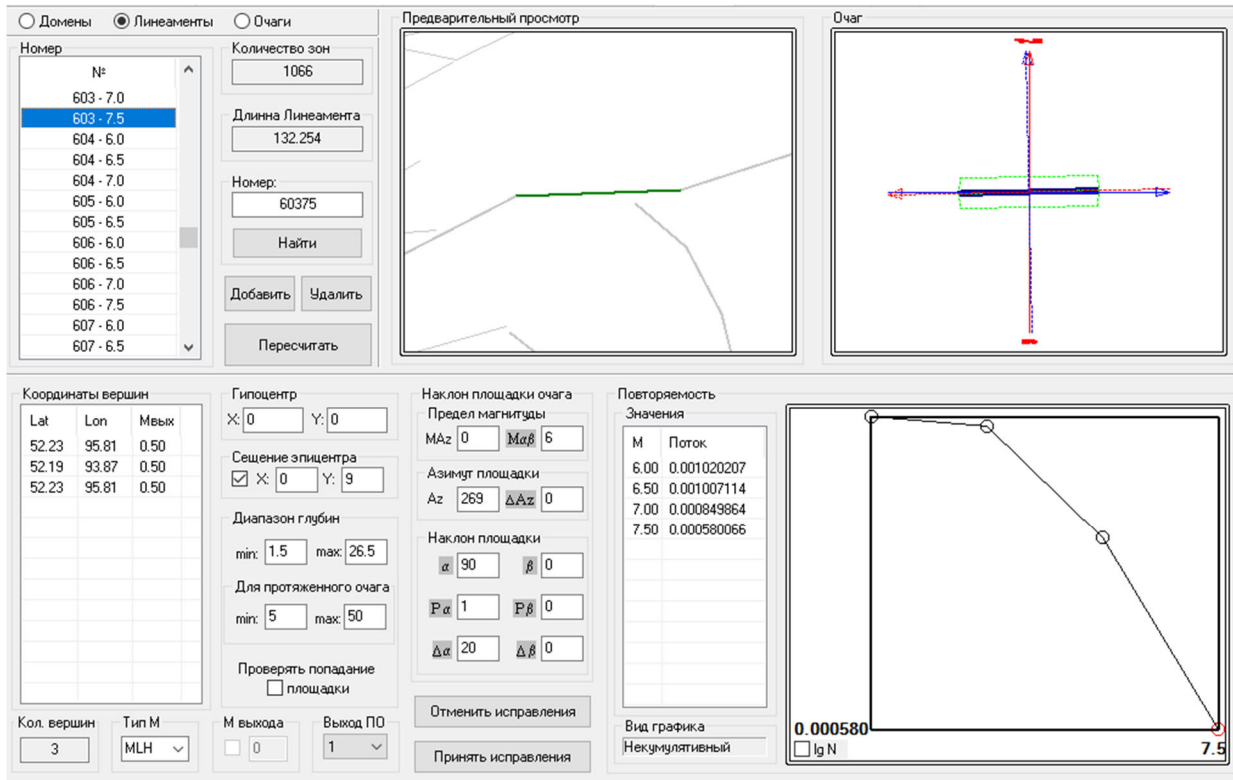
Ивл. №подл	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Рисунок 6.11

Характеристики линеамента L0603



Для структурных элементов, представляющих наибольшую опасность для изучаемой территории, на основе базы данных ОСР-2015 сотрудниками ОИФЗ РАН был выполнен вероятностный анализ сейсмической опасности в параметрах сейсмической интенсивности в баллах и в значениях пиковых ускорений A_{max} в cm/c^2 для различных периодов повторяемости колебаний на грунтах II категории по сейсмическим свойствам.

Перевод дробной сейсмической интенсивности (I , баллы) в пиковые ускорения (A , cm/c^2) и обратно осуществляется по эмпирической формуле, в соответствии со шкалой MSK-64 и СП 14.13330.2018.

Нижний предел ускорений $A_{MSK-64} = 10^{0.301 \times I - 0.107} (cm/c^2)$ [9.2-1]

Верхний предел ускорений $A_{SHA-97} = 10^{0.333 \times I - 0.222} (cm/c^2)$ [9.2-2]

Программно задается участок, определенной площади, по которому выдаются данные по уточненной сейсмичности, в разных точках данного участка. В нашем случае приняты точки с координатами WGS-84, соответствующие координатам ПК 14 и 56 для каждого профиля, на рисунке 6.12, мы видим графу балл, где для карты А ОСР 2015 принято значение уточненной сейсмичности изменяется от 7.99 до 8.16.

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

Рисунок 6.12

Уточненная сейсмичность фоновая сейсмичность исследуемой территории по карте А ОСР 2015

Режим
 Сетка Точка

Параметры сетки
 Lat: 589250306
 Lon: 628959833

Модель сейсм. эффекта
 45img

Перевод MLH в MW

Расчёт повторяемости
 T 500 Реал. 50

Гистограммы
 Min D T max Реал.
 < >

N	Lat	Lon	Время выполнения
14	51.5893124	94.6300000	Расчёт: 00:00:18
15	51.5893124	94.6300000	Общее: 00:00:18
16	51.5893124	94.6300000	

Текущая зона: 0 Процессор: I

№	Lat	Lon	Балл	Балл-	Балл+
1	51.59	94.62	8.03	7.96	8.10
2	51.59	94.63	8.07	7.99	8.14
3	51.59	94.63	7.94	7.87	8.00
4	51.59	94.63	8.09	7.98	8.20
5	51.59	94.63	8.00	7.96	8.08
6	51.59	94.63	8.19	8.11	8.26
7	51.58	94.63	8.10	8.00	8.17
8	51.58	94.63	7.99	7.95	8.07
9	51.59	94.63	8.07	7.98	8.16
10	51.59	94.63	8.14	8.07	8.19
11	51.59	94.63	8.12	8.04	8.19
12	51.59	94.63	8.16	8.08	8.23
13	51.59	94.63	8.03	7.96	8.14
14	51.59	94.63	7.99	7.93	8.07
15	51.59	94.63	8.02	7.94	8.12
16	51.59	94.63	8.10	8.03	8.17

Зоны В03, принявшие участие в расчёте

№	M	Реальн	Модель
300			
301			
308			
312			
316			
322			
337			
45175			
46575			
47275			

Каталог
 Создавать каталог

Интервал номеров зон В03
 От 0 до 10000

Интервал магнитуд
 От 3 до 5

Предварительный просмотр
 Интерполяция

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

Изм.	Кол.Уч	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

7. Результаты геофизических исследований

КМПВ выполнялся с использованием преломленных и преломлено-рефрагированных волн двух типов (продольных и поперечных). Основной задачей сейморазведочных работ было расчленение верхней части разреза по скоростным характеристикам и дальнейшее использование этих данных для выполнения сейсмического микрорайонирования.

Благоприятными условиями выделения границ по данным геофизики является дифференциация пород по физическим свойствам: акустическим.

Наиболее благоприятными для эффективного применения КМПВ являются следующие условия:

- отсутствие инверсии скоростей с глубиной;
- контрастные по значениям скоростей распространения сейсмических волн границы;
- отсутствие мощных акустических шумов.

При постановке методики для проведения сейморазведочных работ на участке учитывались факторы поверхностных условий, глубины исследования, геологические, гидрологические, расположение зданий и сооружений, уровень техногенных и естественных шумов, требования РСН 60-86, РСН 65-87, СП 14.13330.2018, СП 11-105-97 Часть 6.

Основные параметры системы наблюдений:

- | | |
|--|---------------|
| - система наблюдений | смешанная; |
| - количество пунктов приема (ПП) | 36; |
| - количество пунктов возбуждения (ПВ) | 7; |
| - шаг между приемниками (ΔПП) | 2,0 м; |
| - шаг между пунктами возбуждения (ΔПВ) | от 8 до 16 м; |

Параметры регистрации:

- | | |
|-------------------------|-------------|
| - длина записи | 2048 мс; |
| - частота дискретизации | 0,5 мс; |
| - Фильтры ФНЧ/ФВЧ | нет/нет Гц; |
| - формат записи | SEG-Y |

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

Изм.	Кол. Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Лист

45

Техника проведения сейсморазведочных работ состояла из следующих операций:

- определение положения сейсморазведочного профиля;
- коммутация узлов сеймостанции;
- тестирование приемной системы и сеймостанции, подготовка к рабочему режиму;
- возбуждение упругих колебаний вертикальной и горизонтальной составляющей и их регистрация.

Запись полученного материала производилась на жесткий диск компьютера в формате SEG-Y IEEE. Пример зарегистрированных сейсмограмм продольных и поперечных волн по профилю ПР01 приведены на рисунке 7.1 – 7.2.

Рисунок 7.1

Зарегистрированная сейсмограмма продольных волн по профилю ПР01

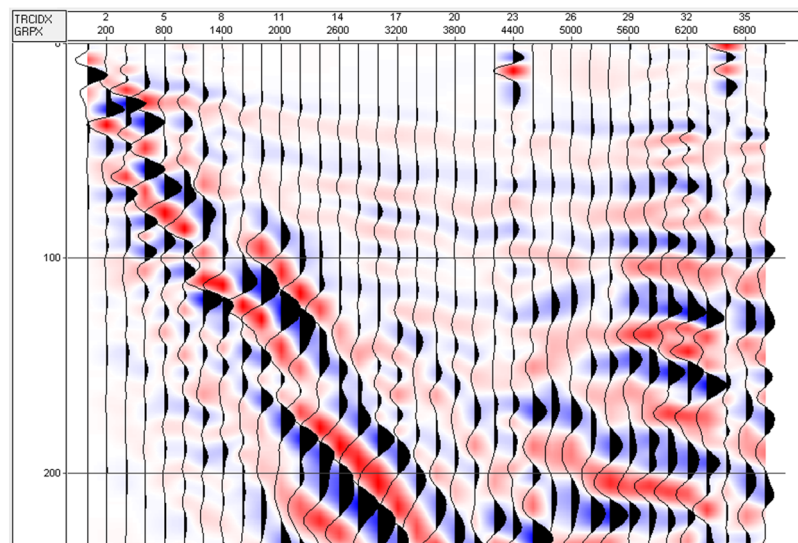
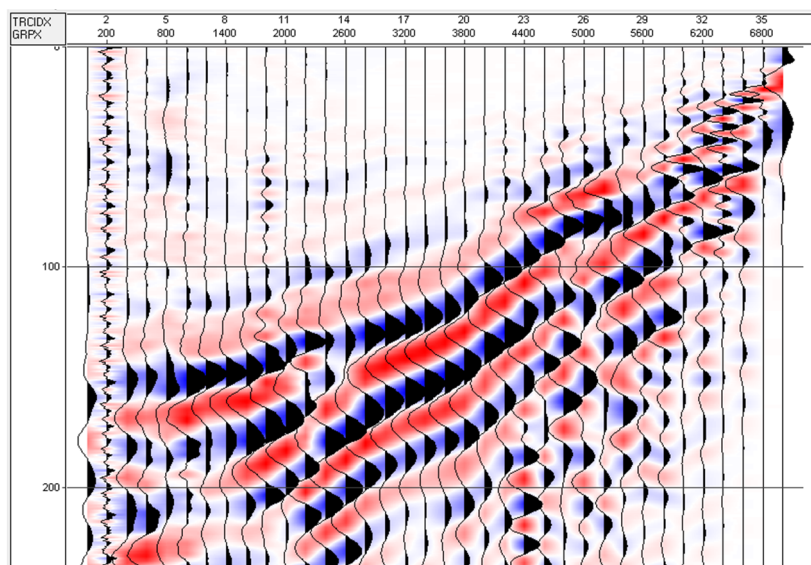


Рисунок 7.2

Зарегистрированная сейсмограмма поперечных волн по профилю ПР01



Ивл.№голлп	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Кол.Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Сейсморазведочные данные обрабатывались по методу КМПВ. Обработка проводилась с использованием преломленных и преломлено-рефрагированных волн с помощью вышеназванных программных продуктов по графу, определенному в процессе предварительной обработки.

Методика КМПВ с использованием преломленно-рефрагированных волн имеет ряд существенных преимуществ в сравнении с методикой МПВ, при использовании только преломленных волн в условиях сложной геометрии границ и высокой дифференциации скоростей в пределах одного слоя.

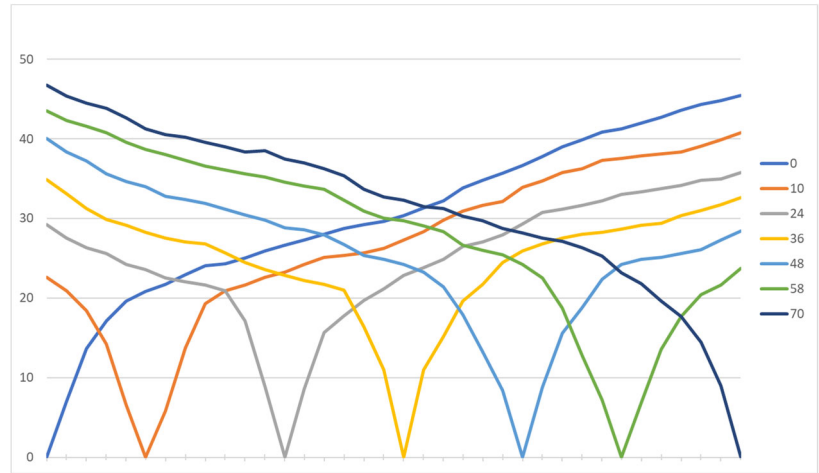
В результате использования метода сейсморазведки КМПВ решены следующие задачи:

- расчленение разреза по литологическому составу;
- определение скоростей продольных V_p и поперечных V_s волн, позволяющих судить о физико-механических свойствах грунтов.

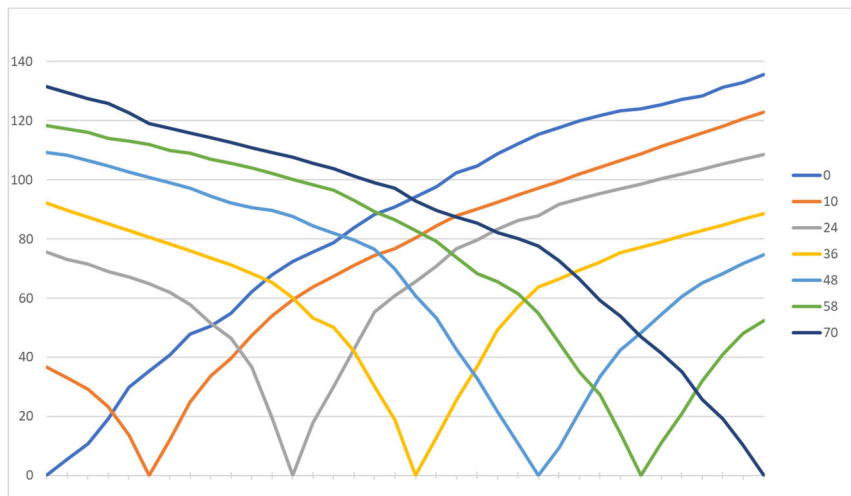
На рисунках 7.3 представлены полученные системы годографов.

Рисунок 7.3

Система годографов а) продольных волн, б) поперечных волн по профилю ПР01



а)



б)

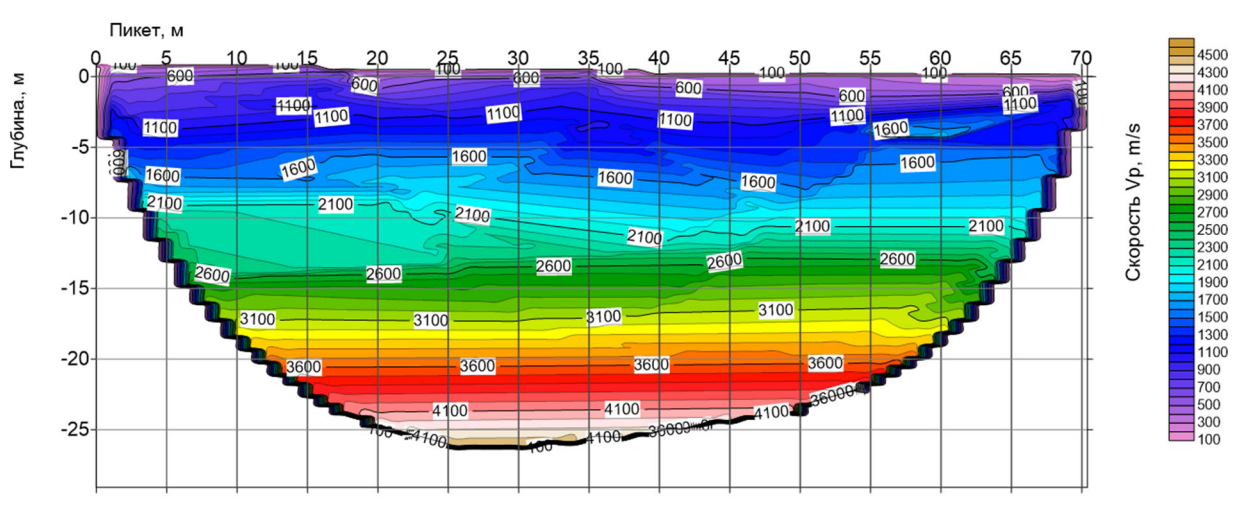
Ивл.№подл	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Кол.Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

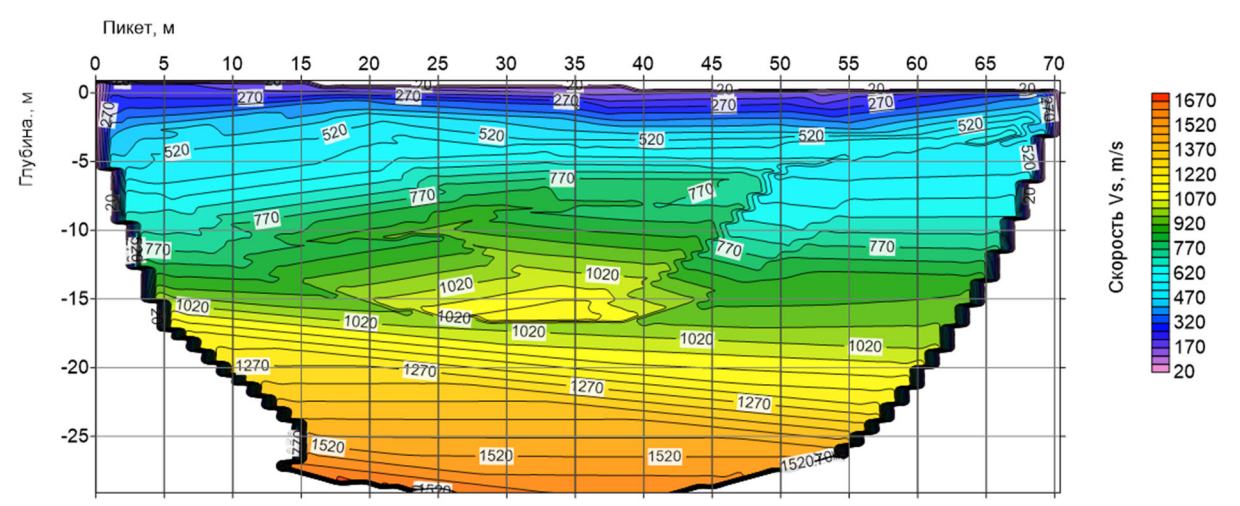
На рисунках 7.4 - 7.11 представлены полученные системы годографов, скоростные разрезы, отношения скоростей и коэффициента Пуассона.

Рисунок 7.4

Скоростной разрез: а) продольных волн, б) поперечных волн по профилю ПР01



а)



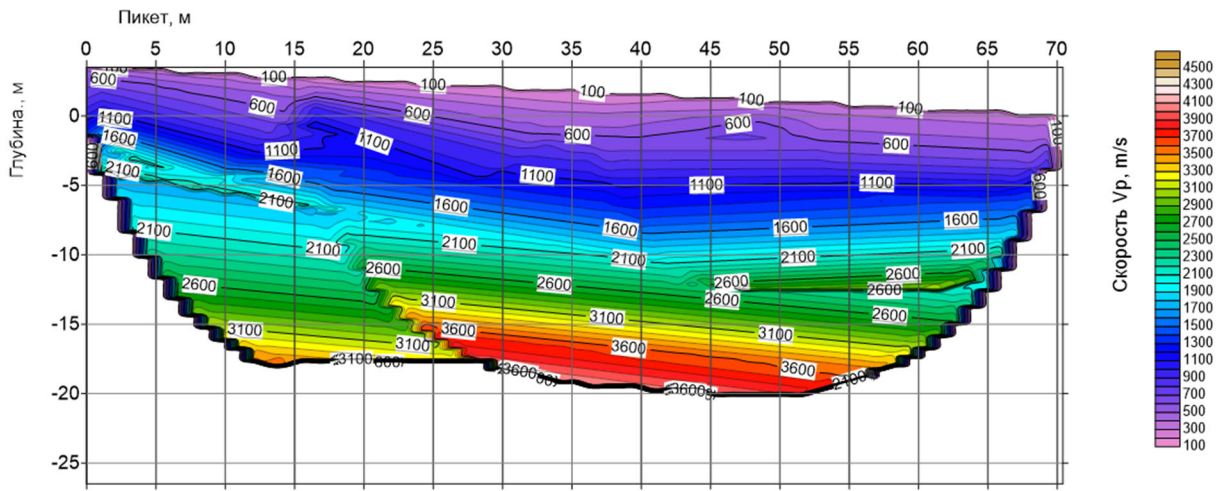
б)

Ивл.№годол	Взам. инв. №
	Подпись и дата

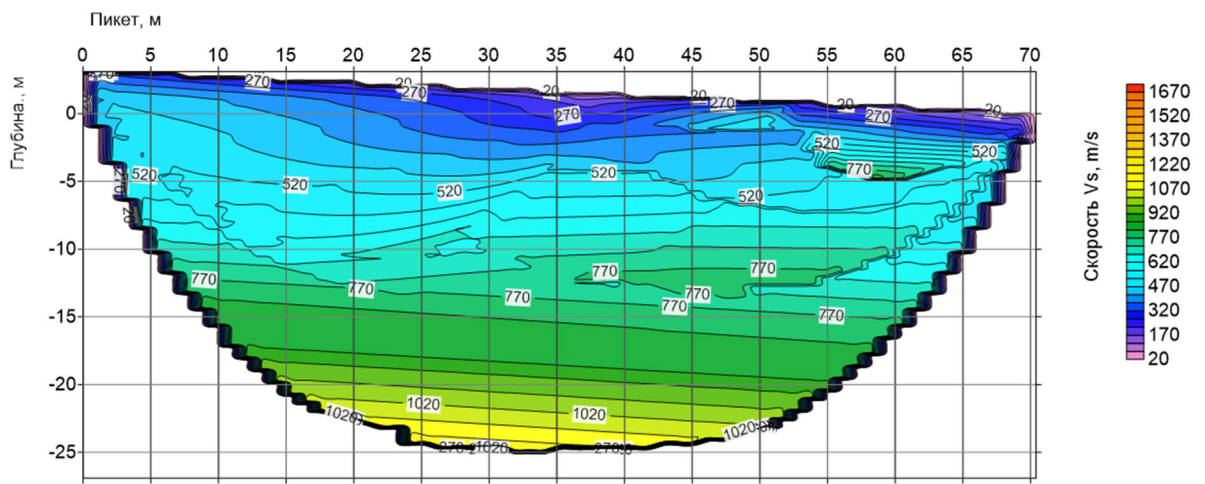
Изм.	Кол.Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Рисунок 7.5

Скоростной разрез: а) продольных волн, б) поперечных волн по профилю ПР02



а)



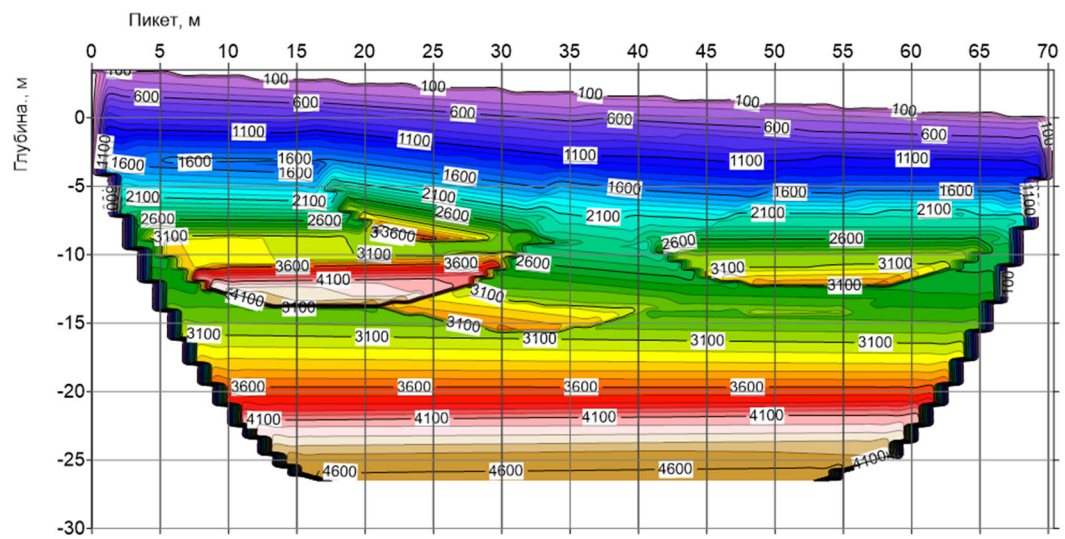
б)

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

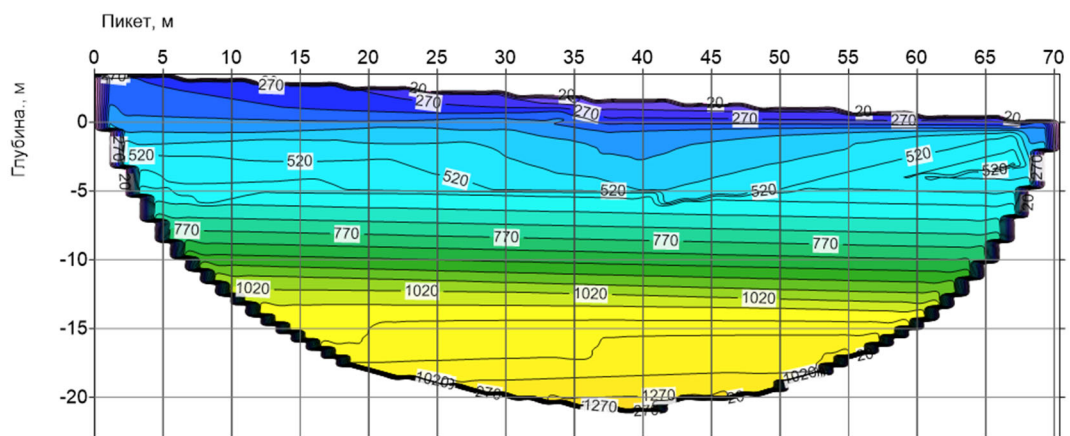
Изм.	Кол.Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Рисунок 7.6

Скоростной разрез: а) продольных волн, б) поперечных волн по профилю ПР03



а)



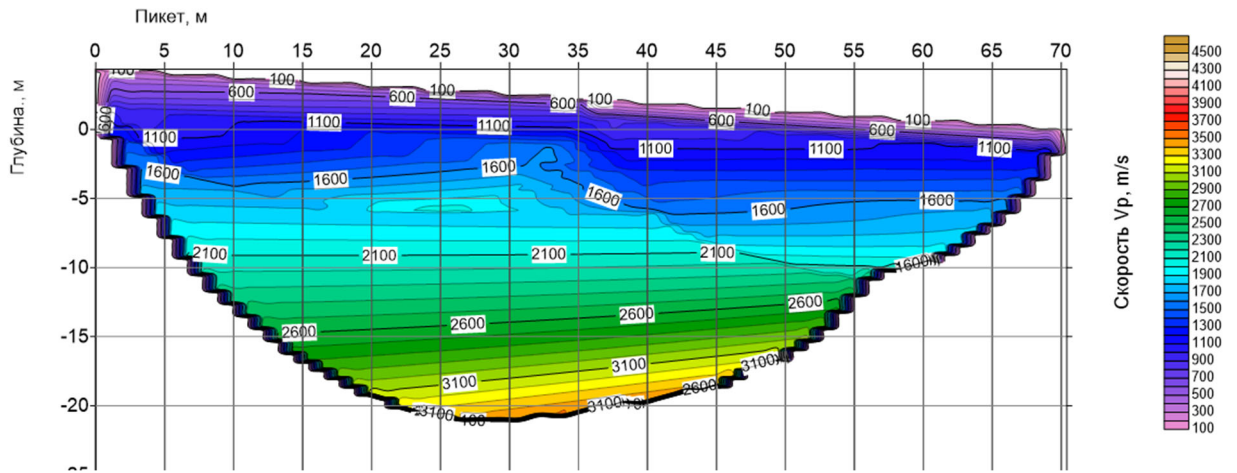
б)

Инва. №	Взам. инв. №
Изм.	Кол. Уч.
Лист	№ Док.
Подп.	Дата

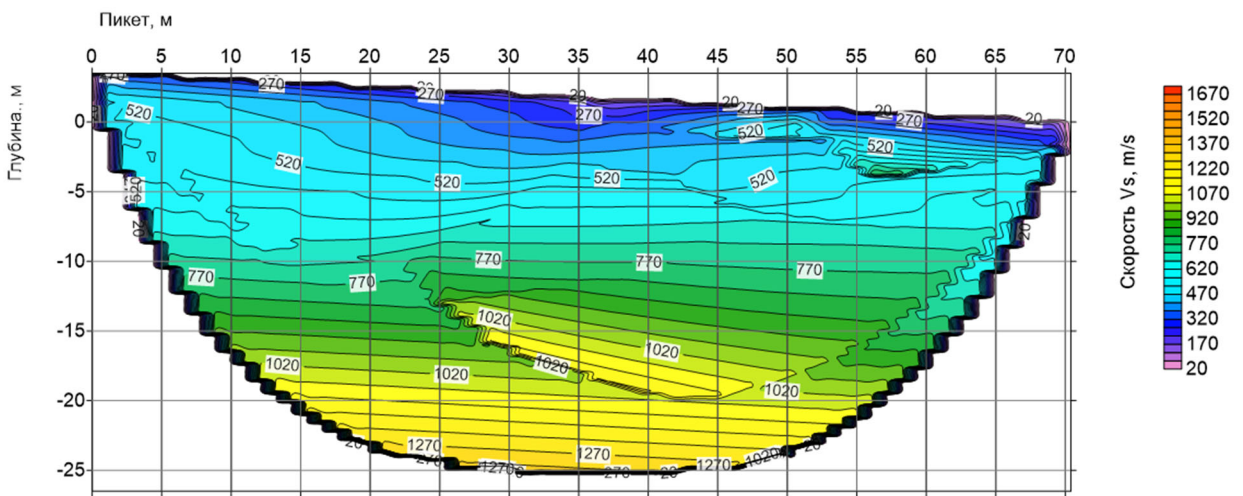
Изм.	Кол. Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата
------	----------	------	--------	-------	------

Рисунок 7.7

Скоростной разрез: а) продольных волн, б) поперечных волн по профилю ПР04



а)



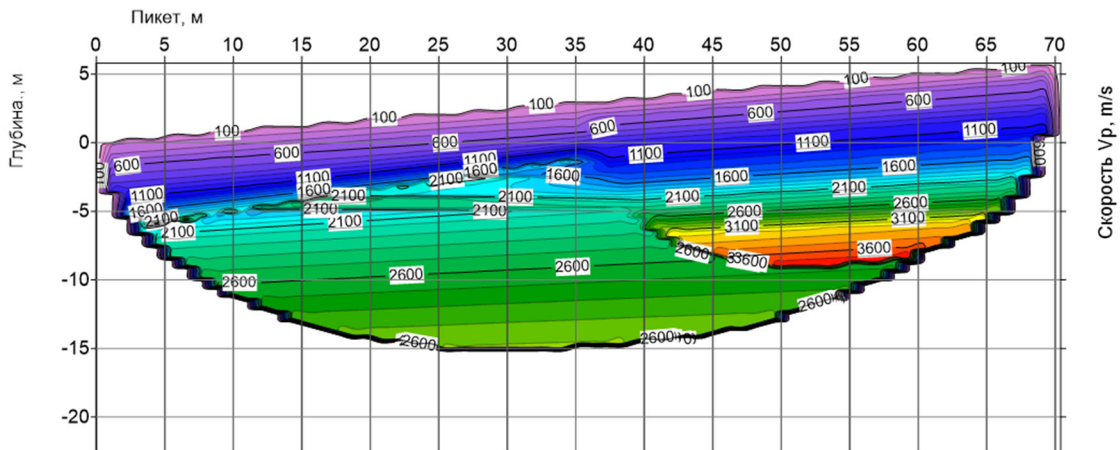
б)

Иniv. №год	Взам. инв. №
	Подпись и дата

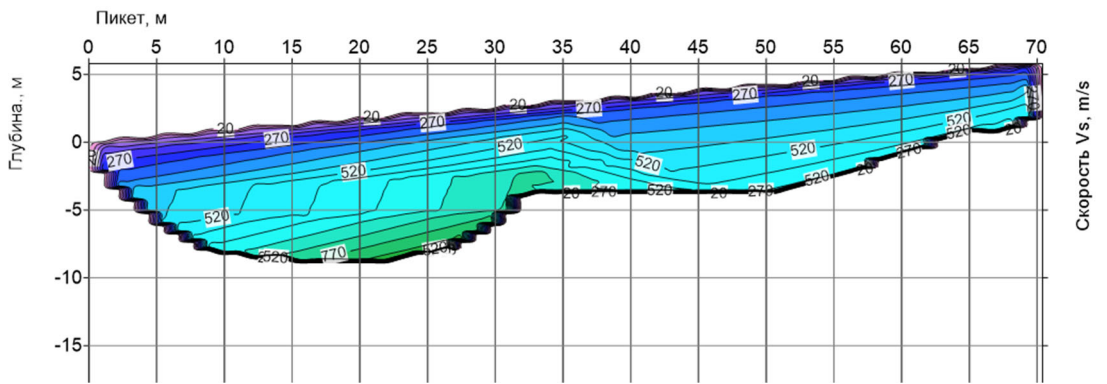
Изм.	Кол. Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата
------	----------	------	--------	-------	------

Рисунок 7.8

Скоростной разрез: а) продольных волн, б) поперечных волн по профилю ПР05



а)



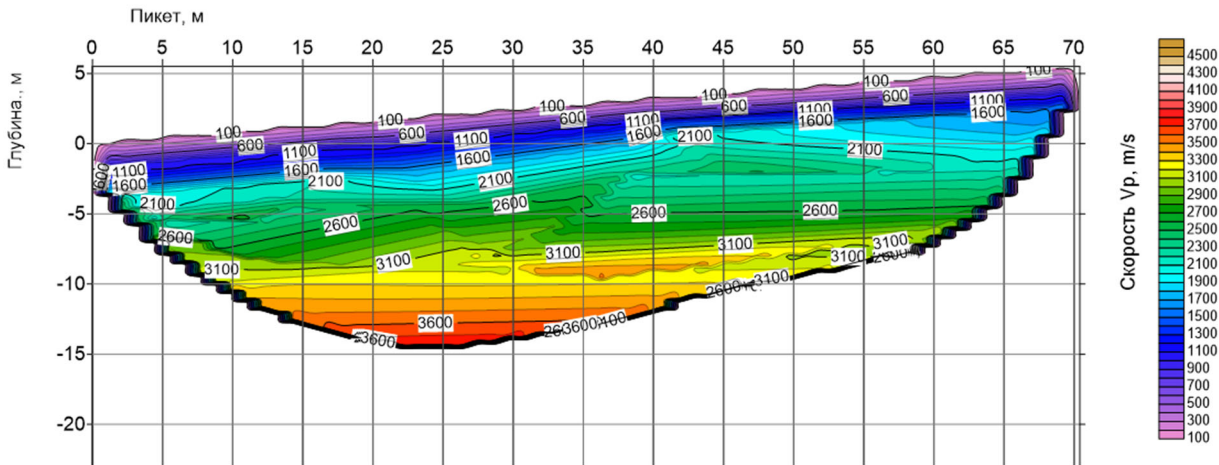
б)

Ивл.№года	Взам. инв. №
	Подпись и дата

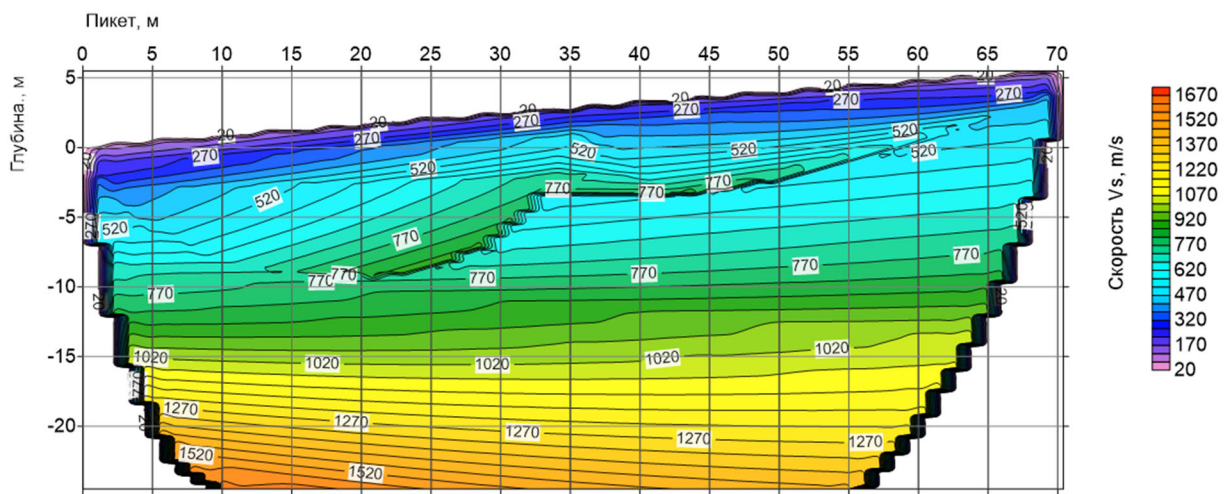
Изм.	Кол.Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Рисунок 7.9

Скоростной разрез: а) продольных волн, б) поперечных волн по профилю ПР06



а)



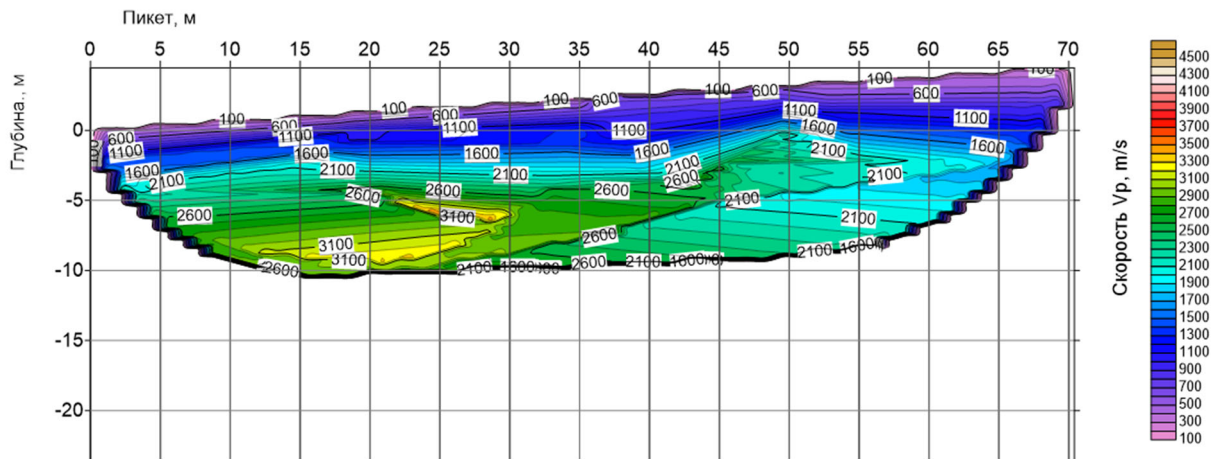
б)

Ивл.№подп	Взам. инв. №
	Подпись и дата

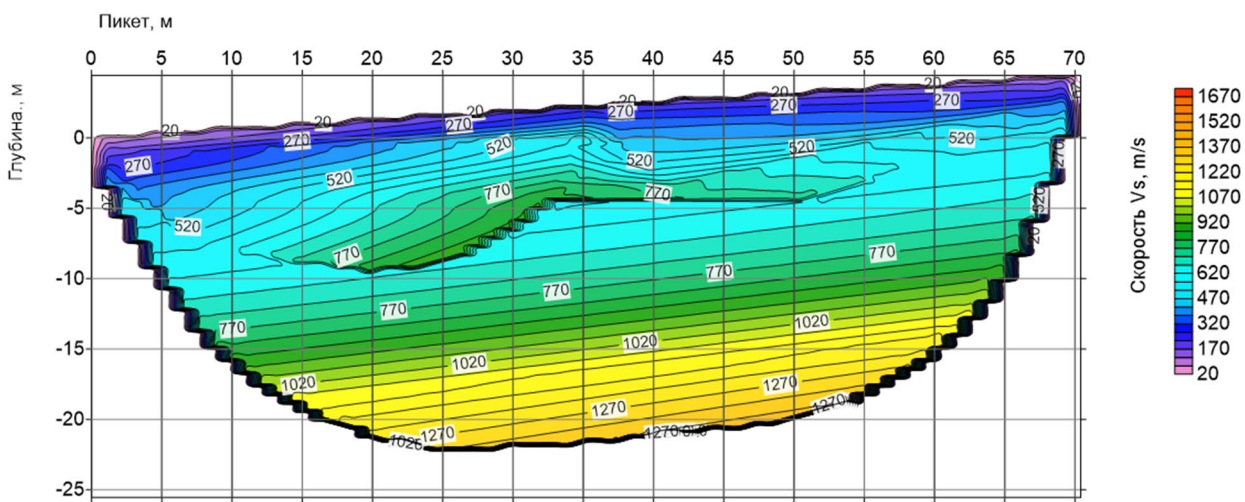
Изм.	Кол.Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Рисунок 7.10

Скоростной разрез: а) продольных волн, б) поперечных волн по профилю ПР07



а)

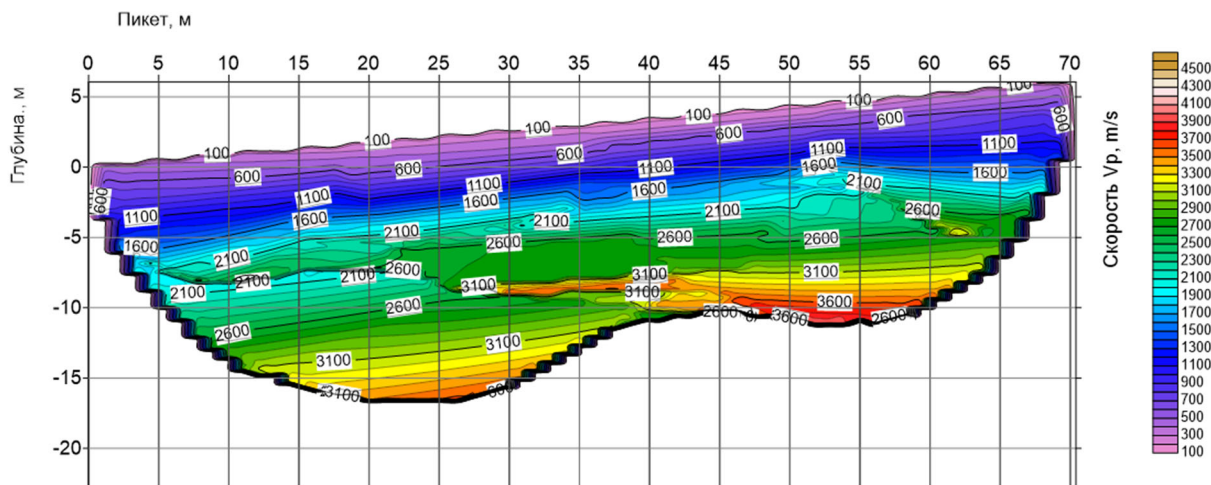


б)

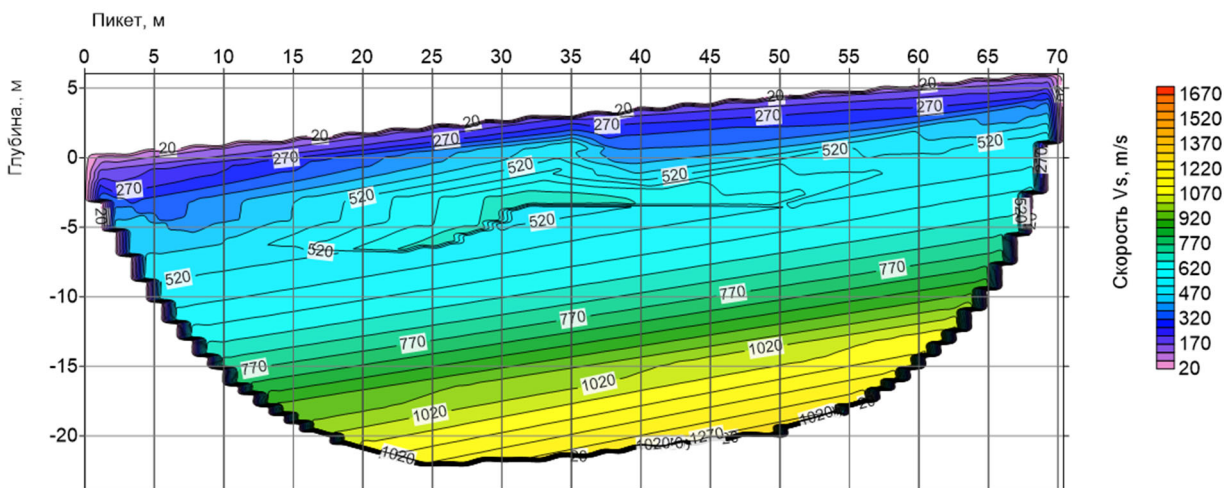
Ивл.№подл	Взам. инв. №
Изм.	Подпись и дата
Кол.Уч.	
Лист	
№ Док.	
Подп.	
Дата	

Рисунок 7.11

Скоростной разрез: а) продольных волн, б) поперечных волн по профилю ПР08



а)



б)

При проведении работ методом КМПВ по профилям ПР01-ПР08 определены скорости распространения продольных и поперечных волн в грунтах. По геолого-геофизическим разрезам (Приложение 2) наблюдается удовлетворительная корреляция с данными бурения.

Геолого-геофизические разрезы являются окончательным результатом геофизических исследований и отражают литологический состав грунтов, с соответствующими значениями скоростей распространения упругих волн (скорости продольных и поперечных волн). Особенность построения и информативности разреза заключается в непрерывном прослеживании данных по профилю геофизических исследований.

Ивл.№голл	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Кол.Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

В таблицах 7.1–7.8 приведены показатели свойств грунтов, рассчитанных по геофизическим данным в соответствии с СП 11-105-97 Часть 6, СП 14.13330.2018. Категория грунтов по сейсмическим свойствам принималась согласно дополнительных характеристик сейсмических свойств грунтов (СП 14.13330.2018 таблица 4.1), а именно – сейсмическая жесткость.

Таблица 7.1

Средние значения показателей физико-механических свойств грунтов по профилю ПР01

№ геофизического слоя	№ ИГЭ	Геологические данные		Геофизические параметры для массива							
		Литологический состав	Средняя плотность грунта естественной влажности, г/см ³	Средняя скорость по слою V_p , м/с	Средняя скорость по слою V_s , м/с	V_p/V_s	Сейсмическая жесткость грунта, г/см ³ ·м/с	Динамический коэффициент Пуассона, μ	Модуль сдвига динамический, МПа (G_{max})	Динамический модуль Юнга, МПа	Категория грунта по сейсмическим свойствам
1	Слой 1, 1, 3	Почвенно-растительный слой; Песок пылеватый средней плотности до плотного, малой степени водонасыщения; Глина пылеватая, легкая, твердая	1.74	625	260	2.4	452	0.40	118	328	II
2	3	Глина пылеватая, легкая, твердая	2.08	1050	540	1.9	1123	0.32	607	1601	II
3	5	Аргиллит известковистый, прочный, размягчаемый, сильноветреватый, сильнотрещиноватый	2.40	2050	780	2.6	1872	0.42	1460	4133	I
4	6	Алеврит плотный, средней прочности, размягчаемый, трещиноватый	2.40	2950	1030	2.9	2472	0.43	2546	7285	I

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм. №/год

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Лист

56

Изм. Кол. Уч. Лист № Док. Подп. Дата

Сейсморазведочный профиль ПР01 расположен вблизи Скви-37. По результатам сейсмических исследований на ПР01 было выделено четыре геолого-геофизических слоя:

Слой №1 включает в себя Слой 1, ИГЭ-1, ИГЭ-3. Мощность слоя изменяется от 2,2 м до 3,9 м. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{Pcp}=625$ м/с, поперечных – $V_{Scp}= 260$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – II.

Слой №2 включает в себя ИГЭ-3. Мощность слоя изменяется от 4,5 м до 6,4 м. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{Pcp}=1050$ м/с, поперечных – $V_{Scp}= 540$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – II.

Слой №3 включает в себя ИГЭ-5. Мощность слоя изменяется от 4,5 м до 7,5 м. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{Pcp}=2050$ м/с, поперечных – $V_{Scp}= 780$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – I.

Слой №4 включает в себя ИГЭ-6. Слой распространяется с глубин от 13,1 - 15,3 м до глубины исследований. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{Pcp}=2950$ м/с, поперечных – $V_{Scp}= 1030$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – I.

Таблица 7.2

Средние значения показателей физико-механических свойств грунтов по профилю ПР02

№ геофизического слоя	№ ИГЭ	Геологические данные		Геофизические параметры для массива							
		Литологический состав	Средняя плотность грунта естественной влажности, г/см ³	Средняя скорость по слою V_p , м/с	Средняя скорость по слою V_s , м/с	V_p/V_s	Сейсмическая жесткость грунта, г/см ³ ·м/с	Динамический коэффициент Пуассона, μ	Модуль сдвига динамический, МПа (G_{max})	Динамический модуль Юнга, МПа	Категория грунта по сейсмическим свойствам
1	Слой 1, 1, 3	Почвенно-растительный слой; Песок пылеватый средней плотности до плотного, малой степени водонасыщения; Глина пылеватая, легкая, твердая	1.56	500	260	1.9	406	0.31	106	278	II
2	3	Глина пылеватая, легкая, твердая	2.08	950	510	1.9	1061	0.30	541	1404	II

Изм.	Кол. Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

№ геофизического слоя	№ ИГЭ	Геологические данные		Геофизические параметры для массива							
		Литологический состав	Средняя плотность грунта естественной влажности, г/см ³	Средняя скорость по слою Vp, м/с	Средняя скорость по слою Vs, м/с	Vp/Vs	Сейсмическая жесткость грунта, г/см ³ ·м/с	Динамический коэффициент Пуассона, μ	Модуль сдвига динамический, МПа (Gmax)	Динамический модуль Юнга, МПа	Категория грунта по сейсмическим свойствам
3	1, 5	Песок пылеватый средней плотности до плотного, малой степени водонасыщения; Аргиллит известковистый, прочный, размягчаемый, сильновыветрелый, сильнотрещиноватый	2.10	2200	760	2.9	1596	0.43	1213	3475	I
4	6	Аргиллит известковистый, прочный, размягчаемый, сильновыветрелый, сильнотрещиноватый	2.40	2750	845	3.3	2028	0.45	1714	4962	I

Сейморазведочный профиль ПР02 расположен вблизи Скв-51, Скв-47. По результатам сейсмических исследований на ПР02 было выделено четыре геолого-геофизических слоя:

Слой №1 включает в себя Слой 1, ИГЭ-1, ИГЭ-3. Мощность слоя изменяется от 2,4 м до 3,9 м. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{Pcp}=500$ м/с, поперечных – $V_{Scp}=260$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – II.

Слой №2 включает в себя ИГЭ-3. Мощность слоя изменяется от 5,9 м до 7,8 м. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{Pcp}=950$ м/с, поперечных – $V_{Scp}=510$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – II.

Слой №3 включает в себя ИГЭ-5. Мощность слоя изменяется от 3,9 м до 5,5 м. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{Pcp}=2200$ м/с, поперечных – $V_{Scp}=760$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – I.

Изм.	Кол. Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инд. №голдп

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Лист

58

Слой №4 включает в себя ИГЭ-6. Слой распространяется с глубин от 13,6 - 16,1 м до глубины исследований. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{Pcp}=2750$ м/с, поперечных – $V_{Scp}= 845$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – I.

Таблица 7.3

Средние значения показателей физико-механических свойств грунтов по профилю ПР03

№ геофизического слоя	№ ИГЭ	Геологические данные		Геофизические параметры для массива							
		Литологический состав	Средняя плотность грунта естественной влажности, г/см ³	Средняя скорость по слою V_p , м/с	Средняя скорость по слою V_s , м/с	V_p/V_s	Сейсмическая жесткость грунта, г/см ³ ·м/с	Динамический коэффициент Пуассона, μ	Модуль сдвига динамический, МПа (G_{max})	Динамический модуль Юнга, МПа	Категория грунта по сейсмическим свойствам
1	Слой 1, 1, 3	Почвенно-растительный слой; Песок пылеватый средней плотности до плотного, малой степени водонасыщения; Глина пылеватая, легкая, твердая	1.56	525	305	1.7	476	0.25	145	361	II
2	3, 5, 6	Глина пылеватая, легкая, твердая; Аргиллит известковистый, прочный, размягчаемый, сильновыветрелый, сильнотрещиноватый; Алевролит плотный, средней прочности, размягчаемый, трещиноватый	2.29	1300	515	2.5	1179	0.41	607	1709	II
4	6	Алевролит плотный, средней прочности, размягчаемый, трещиноватый	2.40	3050	760	4.0	1824	0.47	1386	4067	I

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инд. №подп

Изм. Кол. Уч. Лист № Док. Подп. Дата

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Лист

59

Сейсморазведочный профиль ПР03 расположен вблизи Скв-31, Скв-57. По результатам сейсмических исследований на ПР03 было выделено три геолого-геофизических слоя:

Слой №1 включает в себя Слой 1, ИГЭ-1, ИГЭ-3. Мощность слоя изменяется от 1,8 м до 3,1 м. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{Pcp}=525$ м/с, поперечных – $V_{Scp}= 305$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – II.

Слой №2 включает в себя ИГЭ-3, ИГЭ-5, ИГЭ-6. Мощность слоя изменяется от 3,9 м до 5,8 м. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{Pcp}=1300$ м/с, поперечных – $V_{Scp}= 515$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – II.

Слой №4 включает в себя ИГЭ-6. Слой распространяется с глубин от 6,0 - 8,6 м до глубины исследований. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{Pcp}=3050$ м/с, поперечных – $V_{Scp}= 760$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – I.

Таблица 7.4

Средние значения показателей физико-механических свойств грунтов по профилю ПР04

№ геофизического слоя	№ ИГЭ	Геологические данные		Геофизические параметры для массива							Категория грунта по сейсмическим свойствам
		Литологический состав	Средняя плотность грунта естественной влажности, г/см ³	Средняя скорость по слою V_p , м/с	Средняя скорость по слою V_s , м/с	V_p/V_s	Сейсмическая жесткость грунта, г/см ³ ·м/с	Динамический коэффициент Пуассона, μ	Модуль сдвига динамический, МПа (G_{max})	Динамический модуль Юнга, МПа	
1	Слой 1, 1, 3	Почвенно-растительный слой; Песок пылеватый средней плотности до плотного, малой степени водонасыщения; Глина пылеватая, легкая, твердая	1.74	750	325	2.3	564	0.38	183	507	II
2	3, 5	Глина пылеватая, легкая, твердая; Аргиллит известковистый, прочный, размягчаемый, сильновыветрелый, сильнотрещиноватый;	2.24	1300	520	2.5	1165	0.40	606	1702	II

Изм.	Кол. Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инд. №подл

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Лист

60

№ геофизического слоя	№ ИГЭ	Геологические данные		Геофизические параметры для массива							
		Литологический состав	Средняя плотность грунта естественной влажности, г/см ³	Средняя скорость по слою V_p , м/с	Средняя скорость по слою V_s , м/с	V_p/V_s	Сейсмическая жесткость грунта, г/см ³ ·м/с	Динамический коэффициент Пуассона, μ	Модуль сдвига динамический, МПа (G_{max})	Динамический модуль Юнга, МПа	Категория грунта по сейсмическим свойствам
3	5	Аргиллит известковистый, прочный, размягчаемый, сильновыветрелый, сильнотрещиноватый	2.40	2050	760	2.7	1824	0.42	1386	3938	I
4	6	Алевролит плотный, средней прочности, размягчаемый, трещиноватый	2.40	2900	1030	2.8	2472	0.43	2546	7271	I

Сейсморазведочный профиль ПР04 расположен вблизи Скви-64. По результатам сейсмических исследований на ПР04 было выделено четыре геолого-геофизических слоя:

Слой №1 включает в себя Слой 1, ИГЭ-1, ИГЭ-3. Мощность слоя изменяется от 2,2 м до 3,5 м. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{pcp}=750$ м/с, поперечных – $V_{scp}=325$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – II.

Слой №2 включает в себя ИГЭ-3, ИГЭ-5. Мощность слоя изменяется от 3,9 м до 6,8 м. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{pcp}=1300$ м/с, поперечных – $V_{scp}=520$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – II.

Слой №3 включает в себя ИГЭ-5. Мощность слоя изменяется от 7,0 м до 8,7 м. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{pcp}=2050$ м/с, поперечных – $V_{scp}=760$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – I.

Слой №4 включает в себя ИГЭ-6. Слой распространяется с глубин от 13,9 - 17,5 м до глубины исследований. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{pcp}=2900$ м/с, поперечных – $V_{scp}=1030$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – I.

Изм.	Кол. Уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инд. №годы

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Лист

61

Таблица 7.5

Средние значения показателей физико-механических свойств грунтов по профилю ПР05

№ геофизического слоя	№ ИГЭ	Геологические данные		Геофизические параметры для массива							
		Литологический состав	Средняя плотность грунта естественной влажности, г/см ³	Средняя скорость по слою V_p , м/с	Средняя скорость по слою V_s , м/с	V_p/V_s	Сейсмическая жесткость грунта, г/см ³ ·м/с	Динамический коэффициент Пуассона, μ_d	Модуль сдвига динамический, МПа (G_{max})	Динамический модуль Юнга, МПа	Категория грунта по сейсмическим свойствам
1	Слой 1, 1	Почвенно-растительный слой; Песок пылеватый средней плотности до плотного, малой степени водонасыщения	1.39	500	265	1.9	368	0.30	98	255	II
2	3, 5, 6	Глина пылеватая, легкая, твердая; Аргиллит известковистый, прочный, размягчаемый, сильновыветрелый, сильнотрещиноватый; Алевролит плотный, средней прочности, размягчаемый, трещиноватый	2.29	975	510	1.9	1168	0.31	596	1563	II
4	6	Алевролит плотный, средней прочности, размягчаемый, трещиноватый	2.40	2650	755	3.5	1812	0.46	1368	3983	I

Сейсморазведочный профиль ПР05 расположен вблизи Сква-32. По результатам сейсмических исследований на ПР05 было выделено три геолого-геофизических слоя:

Слой №1 включает в себя Слой 1, ИГЭ-1. Мощность слоя изменяется от 2,1 м до 3,2 м. Средняя скорость продольных волн по слою $V_{pcp}=500$ м/с, поперечных – $V_{Sep}=265$ м/с. Категория грунтов по сейсмическим свойствам – II.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм. №/год

Изм. Кол. Уч. Лист № Док. Подп. Дата

11/10-2023-ИГФИ-Т.1

Лист

62

