

Министерство науки и образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет Инженерно-физический
Кафедра Геологии и природопользования
Специальность 21.05.02. – Прикладная геология

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой

_____ Д.В. Юсупов

«_____» _____ 2023 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: Проект на проведение оценочных работ на бентониты в пределах
Устиновской площади (Приморский край)

Исполнитель

студент группы 815-ос _____ А.Е. Кучеренко

Руководитель

профессор, д.г.-м.н. _____ В.Е. Стриха

Консультанты:

по разделу безопасность

и экологичность проекта

профессор, д.г.-м.н. _____ Т.В. Кезина

Нормоконтроль

ст. преподаватель _____ С.М. Авраменко

Рецензент

гл. геолог _____ В.С. Волков

Благовещенск 2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Инженерно-физический факультет
Кафедра геологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ
И.о. зав. кафедрой
Д.В. Юсупов
«___» _____ 2023г.

ЗАДАНИЕ

К выпускному квалификационному проекту студентки Кучеренко Анны Евгеньевны

1. Тема дипломного проекта – Проект на проведение оценочных работ на бентониты в пределах Устиновской площади (Приморский край)

(утверждено приказом №594-уч от 15.03.2023)

2. Срок сдачи студентом законченного проекта: 14.06.2023

3. Исходные данные к дипломному проекту: опубликованная литература, фондовые материалы, нормативные документы

4. Содержание дипломного проекта (перечень подлежащих разработке вопросов): общая часть, геологическая часть, методика проектируемых работ, производственная часть, безопасность и экологичность проекта, экономическая часть, специальная глава

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.):

5 рисунков, 3 таблиц, 6 графических приложений, 41 библиографических источников, 103 страниц печатного текста

6. Консультанты по дипломному проекту (с указанием относящихся к ним разделов): общая, геологическая, методическая и производственная части – Д.В.Юсупов; безопасность и экологичность – Т.В. Кезина

7. Дата выдачи задания: 27.12.2022

Руководитель дипломного проекта: Стриха Василий Егорович, профессор, д.г.-м.н.

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата) 27.12.2022

подпись студента

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 103 стр., 5 рисунков, 3 таблиц, 41 библиографических источников, 6 графических приложений.

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ, СТРАТИГРАФИЯ, ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ, МАГМАТИЗМ, ТЕКТОНИКА, ГЕОЛОГО-РЕКОГНОСЦИРОВОЧНЫЕ МАРШРУТЫ, КОЛОНКОВОЕ БУРЕНИЕ, ОПРОБОВАНИЕ, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, БЕНТОНИТОВЫЕ ГЛИНЫ

Основной задачей дипломного проекта является написание проекта на проведение оценочных работ на бентониты, в пределах Устиновской площади. Основными видами работ являются: колонковое бурение, керновое опробование.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Общая часть	7
1.1 Географо-экономическая характеристика района	7
1.2 История геологического исследования района.....	9
2 Геологическая часть	13
2.1 Геологическое строение района работ	13
2.1.1 Стратиграфия	13
2.1.2 Интрузивный магматизм	27
2.1.3 Тектоника	28
2.1.4 Полезные ископаемые	38
2.2 Геологическое строение участка	43
3 Методическая часть	50
3.1 Выбор и обоснование комплекса работ	50
3.2 Методика проектируемых работ	51
3.2.1 Топографо-геодезические работы	51
3.2.2 Буровые работы	52
3.2.3 Геофизические работы	53
3.2.4 Опробовательские работы.....	55
3.2.5 Лабораторные работы	57
3.2.6 Камеральные работы	57
4 Производственная часть	60
5 Экономическая часть	69
6 Безопасность и экологичность проекта.....	70
6.1 Электробезопасность.....	70
6.2 Пожарная безопасность.....	72
6.3 Охрана труда.....	73
6.4 Охрана окружающей среды	77

6.4.1 Охрана атмосферного воздуха	79
6.4.2 Охрана водных ресурсов	80
6.4.3 Охрана растительного и животного мира	81
6.4.4 Охрана почвенного покрова и земельных ресурсов	81
7 Свойства бентонитов как материала для создания сорбционных барьеров	83
Заключение	96
Библиографический список	99

ВВЕДЕНИЕ

Устиновская площадь в административном отношении находится на территории Кавалеровского муниципального района Приморского края в пределах номенклатурного листа L-53-XXXIV масштаба 1:200 000. Площадь объекта – 12,0 км².

Описываемая территория расположена в юго-восточной части Сихотэ-Алинской металлогенической области, в Главной и Прибрежной металлогенических зонах. Здесь находится один из важнейших для горнорудной промышленности России Кавалеровский оловорудный район и частично Дальнегорский бор-полиметаллический рудный район. В Главной металлогенической зоне расположены Кавалеровский и Верхне-Уссурский рудные районы с чисто оловянной и оловянно-полиметаллической минерализацией и ведущими касситерит-сульфидной и касситерит-силикатной рудными формациями [5].

Настоящий дипломный проект составлен на основании геологических материалов, полученных в процессе поисковых работ предшественников на бентониты на Устиновской площади.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Географо-экономическая характеристика района

Устиновская площадь в административном отношении находится на территории Кавалеровского муниципального района Приморского края в пределах номенклатурного листа L-53-XXXIV масштаба 1:200 000. Площадь объекта – 12,0 км².

Проектируемая площадь оценочных работ административно входит в Кавалеровский муниципальный район Приморского края, как показано на рисунке 1.

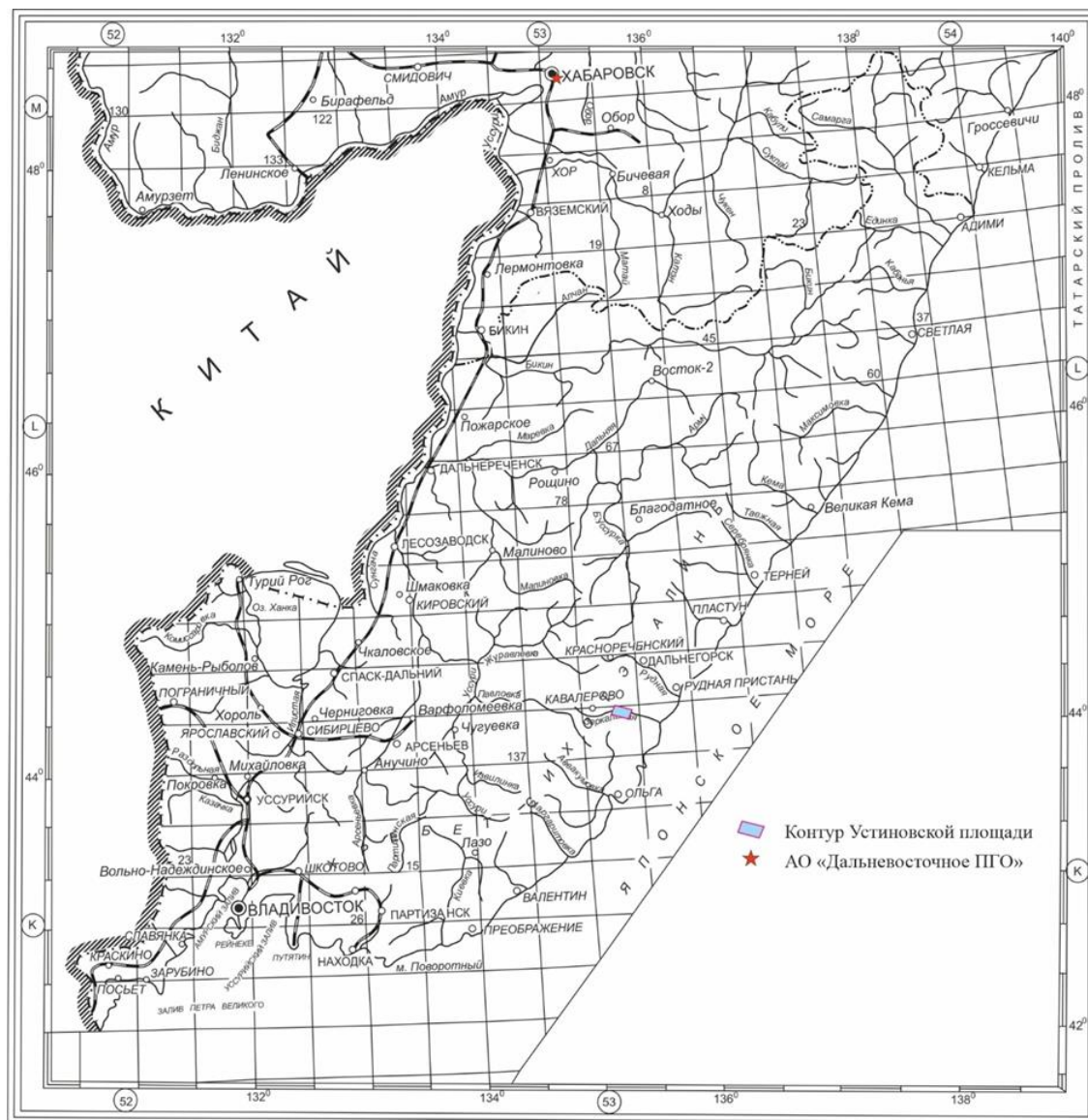
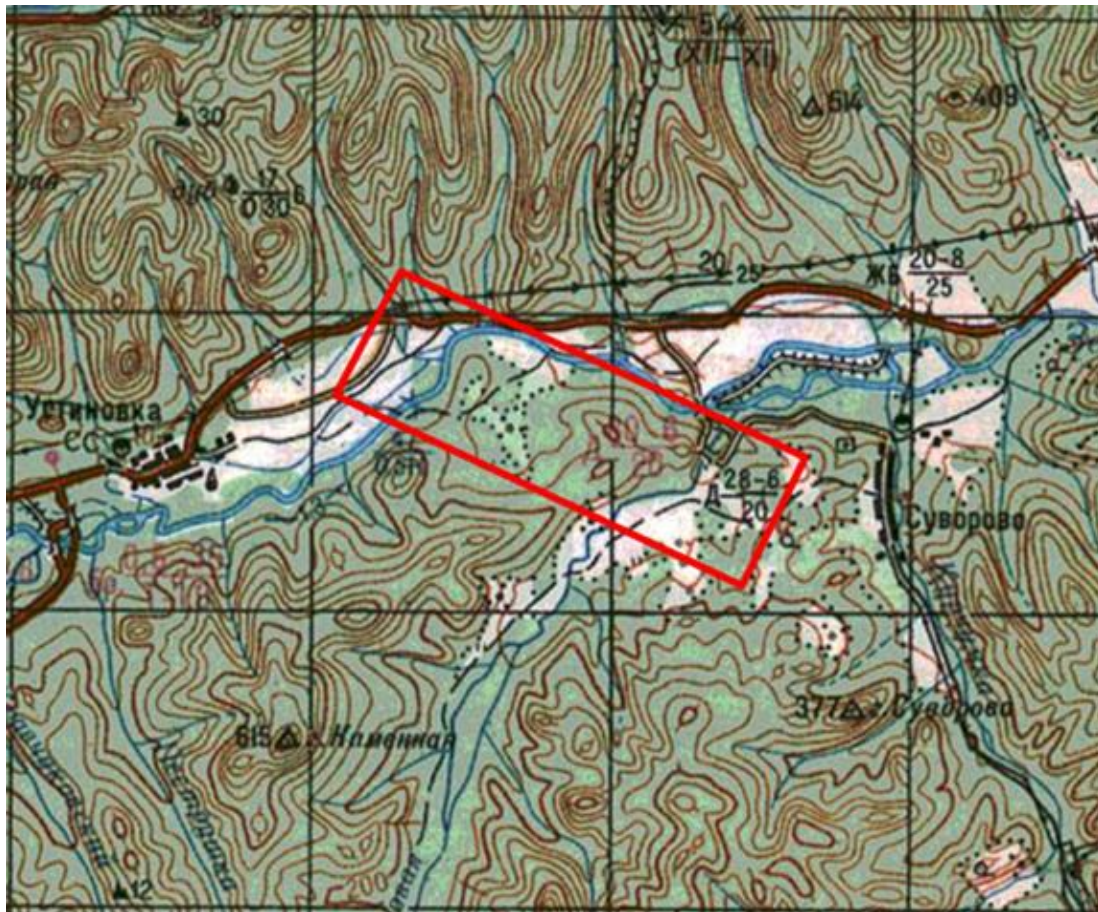


Рисунок 1 – Обзорная карта

Рельеф района работ среднегорный и низкогорный, сильно расчлененный. Абсолютные отметки на превышают 600 м. Относительные превышения порядка 200-300 м склоны хребтов сильно изрезаны, что демонстрирует рисунок 2.




 Контур Устиновской площади

Рисунок 2 – Расположение Устиновской площади

В характере рельефа находит отражение геологическое строение площади. Так, например, туфы кварцевых порфиров слагают высокие крутые сопки, покрытые осыпями, площади развития туфов риолитов характеризуются спокойным мелкосопочным рельефом. Речная сеть довольно густая. Главная водная артерия – р. Зеркальная пересекает район в широтном направлении. Ширина долины в среднем составляет 1,5 км. Русло реки узкое, с большим количеством перекатов. Скорость течения 1,5-2,0 м/сек. Водный режим непостоянен и зависит от атмосферных осадков.

Притоки р. Зеркальной – реки Кучумка, Колобенкова, Садовая и др. протягиваются в меридиональном и северо-восточном направлениях и имеют V-образные долины. Вскрытие рек начинается в конце марта – начале апреля месяца, замерзают реки во второй половине ноября-декабре месяце. Через 5-12 лет повторяются катастрофические паводки с подъёмом уровня воды до 4 м на мелких и до 6,5 м на больших реках [5].

Климат района муссонный. Лето теплое, дождливое, зима довольно холодная, малоснежная. Максимальная температура летом $+38^{\circ}$, минимальная зимой -33° . Среднегодовая температура $+3,6^{\circ}$. Среднегодовое количество осадков 746 мм.

Промерзание грунтов колеблется от 1,2 до 1,8 м и зависит от характера растительного покрова, характера грунта и мощности снегового покрова.

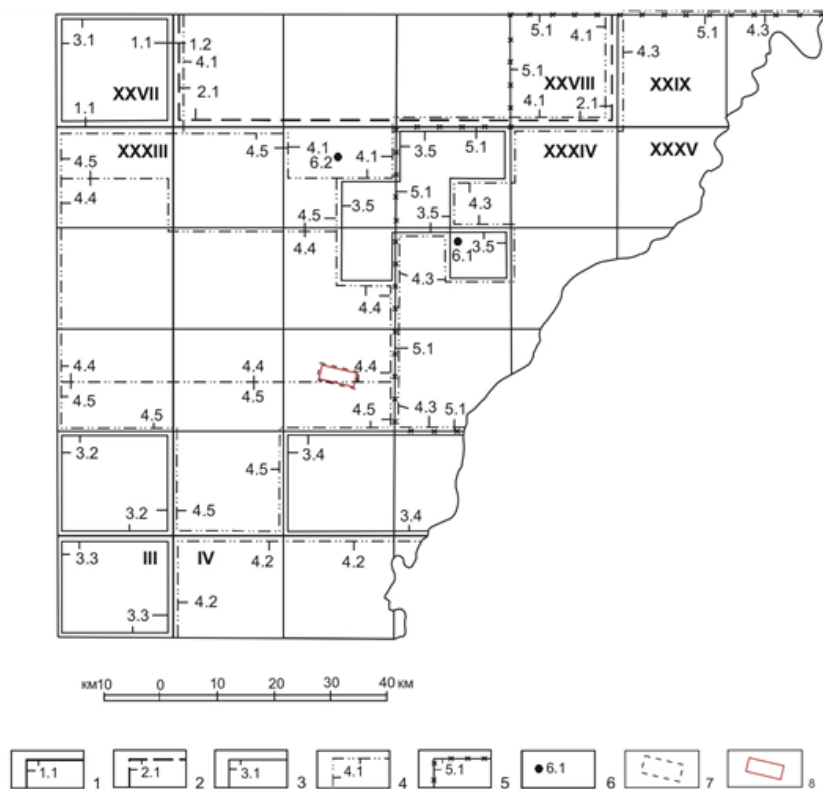
Растительность района богата и разнообразна. Весь район покрыт смешанными лесом, представлен хвойными и широколиственными породами. Вблизи деревень склоны покрыты дубовыми лесами с густым подлеском. На значительной части леса вырублены или уничтожены пожарами.

Животный мир не составляет исключения из комплекса таежной фауны Приморья. Район работ опасен по заболеванию клещевым энцефалитом.

1.2 История геологического исследования района

Район характеризуется высокой степенью изученности, представленной на рисунке 3. Начало геологоразведочных работ относится к концу прошлого века, когда в 1897 году было открыто оловорудное месторождение Верхнее. Систематическое изучение геологического строения района началось с тридцатых годов XX века [6].

В 1933 г. были проведены геолого-съёмочные работы масштаба 1:200 000. В результате этих работ была разработана стратиграфическая схема района, в 1938 году была составлена карта Ольга-Дальнегорского района. Тогда же проведена геологическая съёмка масштаба 1:25 000 между реками Тихонова и пос. Суворово [1].



- 1 - картографические работы, завершившиеся подготовкой к изданию Госгеолкарты-200 первого поколения листов:
 1.1 - L-53-XXVII, Силантьев, 1961;
 1.2 - L-53-XXVII, Касьян, 1962;
 1.3 - L-53-XXIX, XXXV, Ветренников, 1966;
 1.4 - L-53-XXXIII, Асипов, 1962;
 1.5 - L-53-XXXIV, Соколов, 1959;
 1.6 - K-53-III, Бидюк, 1966; K-53-IV, Подгорная, 1959;
- 2 - геологическое доизучение (ГДП-200), завершившееся подготовкой к изданию Госгеолкарты-200 второго поколения:
 2.1 - L-53-XXVIII, Михайлов, 1998
- 3 - полистная геологическая съемка (ГС-50):
 3.1 - Высоцкий, 1967;
 3.2 - Адамовский, 1968;
 3.3 - Ветренников, 1968;
 3.4 - Ветренников, 1970;
 3.5 - Кузнецов, 1985;
- 4 - геологическое доизучение (ГДП-50):
 4.1 - Цесарский, 1978;
 4.2 - Ростовский, 1981;
 4.3 - Михайлов, 1985;
 4.4 - Матюнин, 1986;
 4.5 - Каменский, 1990;
- 5 - подготовка к изданию Госгеолкарты-50:
 5.1 - Михайлов, 1988;
- 6 - поисковые и поисково-разведочные работы, проведенные после завершения ГДП-50 и подготовки к изданию Госгеолкарты-50:
 6.1 - Лазарев, 1990;
 6.2 - Козлов, 1993.
- 7 - Чистохин, 2017
 8 - Контур Устиновской площади

Рисунок 3 – Картограмма геологической изученности Устиновской площади по сети 100-150*200 м.

В 1940 г. было открыто Дубровское оловянное месторождение, а в 1941 г. Хрустальненское месторождение и рудопроявления олова.

В 1941-1945 гг. разработаны новые представления об отложениях депрессии: они накапливались в следующем порядке: базальты; рыхлые

аргиллиты с прослойками алевролитов и бурого угля (угленосная толща); глинистая толща с примесью туфогенного материала и с тонкими углистыми пропластками; грубообломочная толща с тонкими пропластками и линзами лигнита.

С 1950 г. геологами ПТГУ (Поволжский государственный технологический университет) совместно с ВСЕГЕИ (Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского) выполнялось планомерное геологическое картирование территории. В результате этих работ эффузивные образования были выделены в петрозувскую, кисинскую, арзамазовскую, монастырскую, сияновскую, богопольскую, топаузскую, возновскую и брусиловскую свиты [9].

В 1952 г. Лифудзинской экспедицией проводились буровые работы для оценки угленосности Тадушинской депрессии. Угленосные отложения были установлены среди пород возновской свиты к западу и к востоку от пос. Суворово.

В 1961 году Тадушинская партия начала поисковые работы на уголь в пределах Тадушинской депрессии.

В 1964-1966 гг. проводилась геологическая съемка масштаба 1:50 000 Южно-Приморской экспедицией.

Поисково-разведочные работы на нерудное сырье в районе начались в 1957 г., когда Лифудзинской экспедицией было разведано Богопольское месторождение перлитов.

В шестидесятых годах Артемовской экспедицией было разведано месторождение известняков Санькиного ключа. Из известняков этого месторождения получали щебень для бетонов марки до «200».

В 1973 г. Восточной экспедицией производились поисковые работы на строительные камни на площади распространения вулканогенных пород. Этими работами установлено, что практический интерес могут представлять андезитовые порфириты, слагающие северо-восточное окончание водораздела

рек Зеркальной – Устиновской и интрузия гранодиоритов в левом борту низовья р. Высокогорской.

В 1974 г. поисковые работы на бентониты проводила партия строительных материалов Восточной экспедиции Поволжского государственного технологического университета (В.В. Чебанов). В пределах депрессии в небольшом объеме проведено маршрутное исхаживание и выборочно пройдены шурфы [2].

С 1975 г. геологоразведочные работы на Устиновском месторождении и его флангах проводила Кавалеровская геологоразведочная экспедиция. По результатам работ на площади Тадушинской депрессии был выделен горизонт бентонитов, который прослежен от участка Заречного (левобережье р. Зеркальной) до участка Садового (правобережье р. Садовой) (Ю.М. Осипчук) [41].

В 1981-1983 гг. проведена предварительная и детальная разведка Зеркального месторождения бентонитовых глин. Участок расположен на северо-западном пологом склоне водораздела рек Зеркальной и Садовой [37] [40].

В 1995-2002 гг. Кавалеровской партией Приморской ПСЭ проведены работы по ГДП-200.

В период 2015-2017 гг. партией Нерудного сырья и инженерных изысканий АО «Дальневосточное ПГО» выполнены полевые работы по объекту «Проведение комплекса полевых поисковых работ на бентониты Устиновской площади, барит Алчано-Бикинской площади и шунгит Хорольской площади (Приморский край)».

2 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Геологическое строение района работ

Геологическая часть проекта оценочных работ на бентониты на Устиновской площади изложена по материалам геологического доизучения площадей масштаба 1:200 000, с учетом предшествующих поисковых и разведочных работ, проведенных в пределах площади и за ее рамками.

Устиновская площадь расположена в пределах минерагенической провинции Восточно-Азиатского вулканического пояса в Прибрежной антиклинальной зоне, в Тадушинской депрессии. Бентонитовые залежи приурочены к комплексу вулканогенно-осадочных угленосных отложений (тадушинская свита палеоцена), выполняющих Тадушинскую депрессию.

Рудоконтролирующей формацией является туфо-песчано-глинистая угленосная, рудоконтролирующей структурой – Тадушинская депрессия. Бентонитоносность ограничена тадушинской свитой палеоцена, залегающей на туфах богопольской свиты отдельными пятнами (залежами), представляющими четыре участка Устиновской площади: Заречный, Устиновский, Зеркальный и Садовый [11].

Геологическая карта объекта проектируемых работ составлена также по материалам геологического доизучения площадей ГДП-200, с учетом предшествующих поисковых и разведочных работ, проведенных в пределах площади и за ее рамками [6].

2.1.1 Стратиграфия

Юрская система. Средний отдел

Среди стратифицированных образований, которыми сложено более 80% территории, резко преобладают нижнемеловые терригенные и верхнемеловые-палеогеновые вулканогенные породы, развитые в Восточной и Прибрежной структурно-формационных зонах и наложенном на них Восточно-Сихотэ-Алинском вулканическом поясе. В Лужкинской подзоне Восточной

структурно-формационной зоне развиты терригенно-флишоидные формации (устьколумбинская, приманкинская свиты). В Прибрежной структурно-формационной зоне развиты кремни и спиллиты эрдагоуской и турбидиты таухинской свит средней (Кавалеровский блок), турбидиты таухинской и молассоиды ключевской свит (Дальнегорский блок). Описанные отложения интенсивно дислоцированы, с угловым несогласием перекрыты слабо вулканогенными, вулканогенно-осадочными породами: петрозуевской, синанчинской, арзамазовской, кисинской, монастырской, сияновской и богопольской свитами, формирующими совместно с жерловыми и экструзивными фациями одноименные вулканические комплексы, описание которых приводится в данной главе. Кроме вышеописанных отложений пределов Устиновского грабена (в среднем течении р. Зеркальной) развиты вулканогенно-осадочные отложения континентального рифта палеогена-неогена – тадушинская, суворовская, светлинская, возновская свиты и крушевская толща. Завершают разрез четвертичные отложения, развитые в долинах современных водотоков и на склонах гор [25].

Описание приводится по материалам геологического доизучения площадей ГДП-200 за 1995-2002 гг. [37].

Триасовая система. Средний-верхний отделы

Рифовые известняки (T_{2-3c}) слагают серию массивов на правом берегу р. Высокогорской. Установлено, что тела триасовых известняков в виде олистоплак залегают в олистостромовой пачке таухинской свиты [39]. Наиболее крупные из них (протяженностью до 4000 м при ширине в плане до 800 м) имеют собственные названия. Мелкие фрагменты рифовых построек (вплоть до гравийной размерности) встречаются как в непосредственном окружении крупных тел, так и на других уровнях раннемеловых олистостромовых горизонтов. Вертикальная мощность массива оценивается более чем в 1100 м.

Верхний отдел

Толща песчаников (Т_{3р}) распространена локально и образует как крупные останцы конседиментационных аллохтонных пластин, так и разновеликие обломки, и глыбы среди раннемеловых олистостромовых образований. Наиболее крупный выход толщи прослежен на обоих бортах долины р. Зеркальной у восточной окраины пос. Кавалерово. В составе ее доминируют зеленовато-серые и бурые аркозовые песчаники, содержащие прослой темных серых алевролитов. Породы значительно деформированы, алевролиты рассланцованы, а прослой песчаников в той или иной мере превращены в будины. Мощность толщи не превышает 110 м.

Триасово-юрско-меловая система нерасчлененные

Горбушинская серия состоит из двух толщ – нижней, кремнистой и верхней, терригенной. Кремнистые и терригенные части разреза серии образуют пластины, многократно надвинутые друг на друга.

Нижняя толща (Т₁-J_{3gr1}) представлена кремнями, кремнисто-глинистыми сланцами, реже спилитами. Подошва толщи неизвестна, наиболее полный ее разрез сложен глинистыми кремнями зеленовато-серого цвета с включениями различных палеонтологических остатков [39]. Суммарная мощность толщи оценивается в 50-185 м.

Верхняя толща (J₃-K_{1gr2}) сложена характерными светло-серыми аркозовыми песчаниками с редкими прослоями алевролитов, внизу – переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Суммарная мощность толщи по разным разрезам оценивается в 93-360 м.

Юрско-меловая система

Эрдагоуская свита (J₂-K_{1er}) обнажена на правобережье р. Мирной, а также в ручьях Тигровый и Сухой – правых притоков р. Высокогорской. Сложена зеленовато- и стально-серыми, сургучно-красными плитчатыми кремнями и яшмами, кремнисто-глинистыми породами с прослоями кремнистых туффитов и пепловых туфов и горизонтом спилитов в основании.

Меловая система. Нижний отдел

Таухинская свита (K₁th) распространена в бассейнах р. Зеркальной и ее левых притоков Кавалеровки и Высокогорской. Сложена терригенными породами с горизонтами микститов. Фациально изменчива: для Кавалеровского блока характерно преобладание тонкообломочных пород и подчиненной ролью флишевых образований, для Дальнегорского – ярко выраженный флиш, горизонты и пачки гравелитов и конгломератов.

Свита разделена на три пачки. В Кавалеровском блоке выделены нижняя и средняя.

Нижняя пачка (K₁th¹) обнажена в бассейне р. Кавалеровки и в бассейне р. Мирной. Пачка в нижней части сложена алевролитами, в меньшей степени песчаниками и горизонтами ритмично чередующихся мелкозернистых песчаников и алевролитов. Средняя часть сложена светло- и зеленовато-серыми песчаниками. Верхняя часть разреза образована часто чередующимися песчаниками и алевролитами с горизонтами флиша. Суммарная мощность пачки достигает 1090-1500 м.

Средняя пачка (K₁th²) мощностью до 1050 м представлена преимущественно олистостромой – алевролитами песчанистыми, плохо сортированными, содержащими прослой песчаников, деформированных в конседиментационную стадию и превращенных в будины. В Кавалеровском блоке олистостромовые отложения завершают разрез таухинской свиты.

В пределах Дальнегорского блока таухинская свита разделена на три пачки [6].

Нижняя пачка (K₁th¹) мощностью 420-665 м сложена алевролитами и песчаниками, часто образующими горизонты флишеидного переслаивания. Алевролиты преобладают в нижней части пачки, где они содержат редкие глыбы известняков, песчаников и кремней, а также линзы и прослой (до 15 м) гравелитов и конгломерато-брекчий. Верхняя часть пачки отличается преобладанием песчаников. В ее составе присутствуют прослой гравелитов и

конгломерато-брекчий, единичные глыбы известняков и известняковых брекчий.

Средняя пачка (K_1th^2) (олиостромовая) согласно перекрывает нижнюю, имеет мощность 260-830 м, сложена алевролитами, в меньшей степени песчаниками. Алевролиты содержат многочисленные обломки, глыбы (размером до 500 м) и пластины пермских и триасовых известняков, триасовых и юрских кремней, базальтов и песчаников, для них характерны текстуры взмучивания. Глыбы и прослои брекчий наблюдаются в окружении крупных известняковых пластин, исчезая при удалении от них [30].

Верхняя пачка (K_1th^3) в бассейне р. Рудной сложена преимущественно алевролитами с подчиненной ролью флишоидных образований, с редкими прослоями и линзами гравелитов и кремнистых аргиллитов.

Ключевская свита (K_1kl) распространена в северо-западной части района работ. Во втором случае сложена преимущественно песчаниками с прослоями алевролитов, кремнистых аргиллитов, гравелитов и конгломератов. Она согласно перекрывает таухинскую свиту, имеет мощность более 1080 м.

В Восточной структурно-формационной зоне на изученной территории развита лишь самая верхняя часть свиты. Здесь она сложена слоистыми алевролитами с прослоями песчаников, редко – кремнистых алевролитов, горизонтами флишоидного переслаивания алевролитов (преобладают) и песчаников. Мощность свиты по известным разрезам оценивается в 530 м.

Устьколумбинская свита (K_1uk) на площади распространена незначительно представлена песчаниками, алевролитами, ритмичными переслаиваниями песчаников, алевропесчаников и алевролитов [34]. Верхняя часть свиты сложена «замусоренными» песчаниками. В целом для района мощность свиты принимается равной 1640-2300 м.

Приманкинская свита (K_1pt) развита в Лужкинской подзоне, слагает локальные участки в верховьях руч. Сухой Лог (правый приток р. Кавалеровки). Характеризуется существенно алевролитовым составом

(песчанистые, слоистые, плитчатые) с подчиненным количеством песчаников. Согласно залегает на устьколумбинской свите.

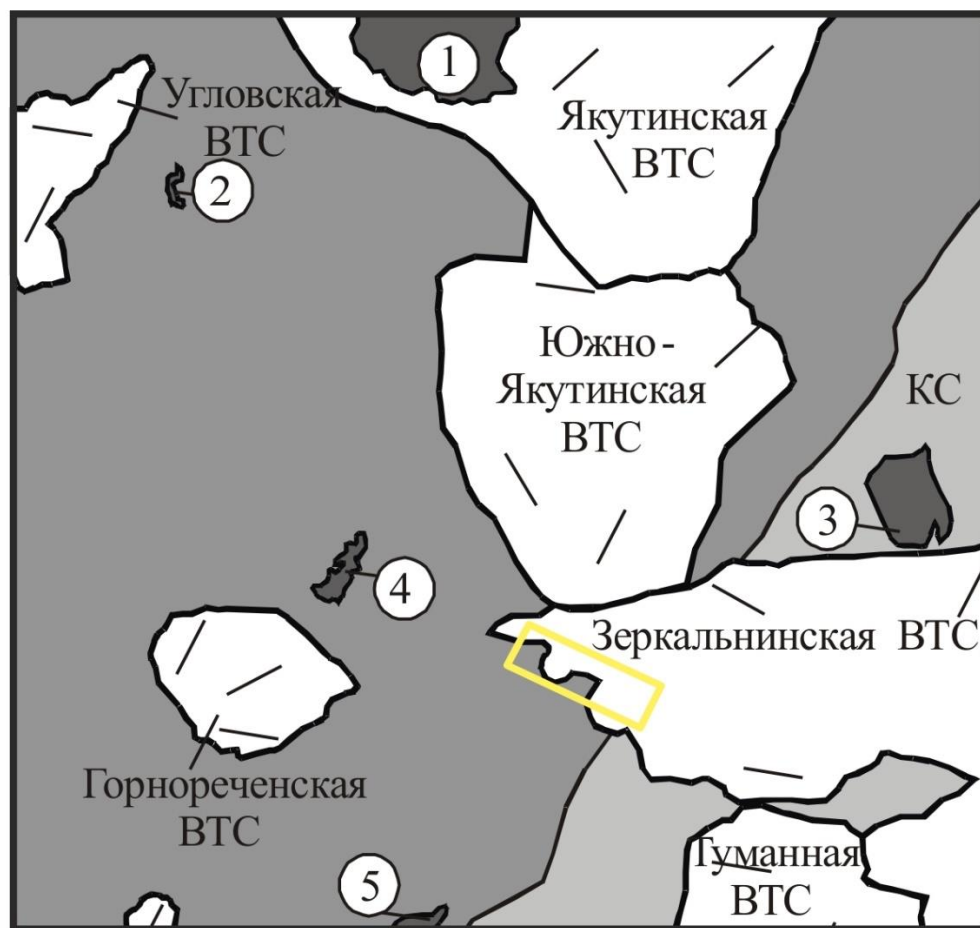
Мощность для рассматриваемой территории принимается равной 685 м.

Нижний и верхний отделы

Синанчинский комплекс андезитовый вулканический приурочен к основанию Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса, в пределах которого выделяются комагматичные комплексы синхронных покровных и экструзивных фаций, локализованные в пределах вулканотектонических структур, представленных на рисунке 4. Объединяет петрозуевскую и синанчинскую свиты, субвулканические, экструзивные и жерловые образования, связанные с покровными фациями.

Петрозуевская свита (K_{1-2pz}) развита в грабен-синклиналях в бассейне реки Устиновка. Представлена переслаиванием конгломератов, конгломератобрекчий, гравелитов, туфопесчаников, туфоалевролитов, реже песчаников и алевролитов, туффитов, туфов риолитов, дацитов, андезитов. Со структурным несогласием залегает на нижнемеловых отложениях и согласно перекрывается синанчинской свитой. Общая мощность свиты 400 м.

Синанчинская свита (K_2sn) распространена (за исключением Угловской вулcano-тектонических структур) там же, где и петрозуевская, на которой она залегает согласно, и с маломощной корой выветривания перекрывается арзамазовской свитой. Она сложена афировыми и порфиоровыми андезитами и базальтами с прослоями андезидацитов и туфов андезидацитов и андезитов. Мощность свиты 250-710 м.



Масштаб 1: 400 000



- 1 – осадочные отложения;
 2 – вулканотектонические структуры (ВТС);
 3 – интрузивные массивы и их номера: 1 - г. Мир;
 2 - Темногорский;
 3 - г. Брусничной;
 4 - Прохладный;
 5 - Сигуевский;
 4 – поля игнимбритов: КС – Кисинское

Рисунок 4 - Схема расположения вулканотектонических структур

Субвулканические, экструзивные и жерловые образования, пространственно и генетически связанные с покровными фациями, представлены субширотными и субмеридиональными плитообразными телами (2,2-2,9 км²) андезитов и базальтов с крутыми четкими контактами, обрамляющими с севера и востока Угловскую вулканотектоническую структуру и одновременно приуроченными к зоне Фурмановского разлома.

Комплекс относится к андезитовой формации, в его составе преобладают андезиты роговообманковые, пироксен-роговообманковые, массивные, реже миндалекаменные, с порфиrowыми, гломеропорфиrowыми структурами и вкрапленниками андезина. Базальты темно-серые до черных, с порфиrowой структурой, вкрапленниками размером 0,5-2,1 мм оливина, авгита, реже лабрадора [6].

Кисинский комплекс риолитовый вулканический объединяет арзамазовскую и кисинскую свиты (нижняя часть приморской серии), пространственно и генетически связанные с ними экструзии риолитов, риодацитов и дацитов.

Арзамазовская свита (K_2ar) представлена преимущественно псефитовыми литокристаллокластическими туфами риолитов с прослоями туфопесчаников, туфоалевролитов, туфоконгломератов, кремнистых туффитов, реже – агломератовыми туфами (содержащими глыбы известняков, кремней, песчаников) с прослоями игнимбритов риолитов. Без углового несогласия залегает на синанчинских андезитах и резко несогласно – на нижнемеловом складчатом фундаменте. Перекрывается кисинской свитой, порой с постепенным переходом. Мощность свиты 60-560 м.

Кисинская свита (K_2ks) слагает поля игнимбритов больших объемов, распространена на левобережье р. Зеркальной. Согласно, с постепенным переходом, перекрывает арзамазовскую. Представлена игнимбритами и спекшимися псаммитовыми кристаллокластическими туфами риолитов в низах разреза, спекшимися туфами, реже игнимбритами риолитов – в верхней части, и иногда разделяющим их горизонтом (125-200 м) псаммитовых до псефитовых туфов риодацитов с прослоями андезитов и андезидацитов, туффитов, туфопесчаников, туфо-алевролитов. Общая мощность свиты 770-1720 метров.

Субвулканические, экструзивные и жерловые образования представлены риолитами, их кластолавами и агломератовыми туфами, реже риодацитами и дацитами. Ими сложены немногочисленные тела на левобережье Зеркальной.

Обычно это некрупные (0,3-2 км²) тела изометричной или неправильной в плане формы, имеющие крутые волнистые контакты. В их строении участвуют крутопадающие потоки флюидальных лав, перемежающиеся с агломератовыми ксенотуфами или кластолавами. Они прорывают туфы риолитов кисинской свиты и все нижележащие образования, прорываются дайками андезитов дальнегорского комплекса.

Монастырский комплекс дацит-риолитовый объединяет монастырскую свиту и тесно связанные с нею субвулканические, жерловые и экструзивные образования умеренно кислого состава.

Монастырская свита (K_2mn) имеет трехчленное строение (нижняя часть представлена переслаиванием туффитов, туфопесчаников, туфоалевролитов с пепловыми, псефитовыми и агломератовыми туфами дацитов и риодацитов; средняя – спекшимися туфами и игнимбритами риолитов и риодацитов с редкими прослоями агломератовых туфов и туфопесчаников; верхняя часть сложена алевритовыми, псаммитовыми и псефитовыми туфами риолитов, риодацитов и дацитов с прослоями агломератовых туфов, туфоконгломератов, туффитов) и сложена пестроокрашенными туфами и игнимбритами риолитов, риодацитов, дацитов, туффитами, туфопесчаниками, туфоалевролитами. С погребенной корой выветривания (до 5 м) перекрывает кисинскую свиту и перекрывается сияновской, либо самаргинской свитой [39]. Мощность свиты колеблется от 320 до 1150 м.

Сияновский комплекс риолит-дацитовый объединяет одноименную свиту и тесно с нею связанные субвулканические, экструзивные и жерловые образования, изначально образуя структуры центрального типа (Южно-Якутинская) с секущими по отношению к вмещающим толщам контактами в виде тектонических уступов.

Сияновская свита (K_2snv) представлена двумя пачками, различающимися по преобладающему составу пород: риолитовому в нижней пачке и дацитовому – в верхней.

Нижняя пачка (K_2snv^1) общей мощностью 760 м слагает краевые части упомянутых вулcano-структур, сложена игнимбритами и спекшимися туфами биотитовых риолитов, в меньшей мере – агломератовыми туфами риодацитов, туффитами.

Верхняя пачка (K_2snv^2) развита во всех выше перечисленных структурах, представлена псаммитовыми, псефитовыми, агломератовыми туфами, игнимбритами риодацитов и дацитов, залегает на коре выветривания игнимбритов риолитов нижней пачки.

Со стратифицированными образованиями тесно ассоциируют субвулканические, экструзивные и жерловые образования, развитые в тех же вулcano-тектонических структурах. Экструзии образуют куполовидные, грибообразные, дайкоподобные тела риолитов, их автомагматических брекчий, риодацитов, дацитов, редко – андезитов с крутыми, реже выположенными рвущими контактами. В междуречье Павловка-Устиновка развиты линейно вытянутые тела трещинного типа андезидацитов, биотитовых андезидацитов, андезитов, андезибазальтов, диоритовых порфиритов, погружающиеся на юго-восток под углами 40-50°. Они прорывают как вулканиты сияновской, так и песчаники, и алевролиты таухинской свит, перекрываются – игнимбритами риолитов богопольской свиты.

Мел-палеогеновая система

Богопольский комплекс трахириолит-риолитовый объединяет одноименную свиту, субвулканические, экструзивные и жерловые образования кислого и умеренно-кислого состава в Якутинской, Зеркальнинской и Горнореченской вулcano-тектонических структур.

Богопольская свита (K_2-P_1bg) сложена туфами, игнимбритами, игниспумитами риолитов и риодацитов, туффитами. Характерны тесная связь с широко развитыми экструзивными фациями, кайнотипный облик пород. Залегает на вулканитах сияновского комплекса, перекрывается тадушинской свитой.

Разрез свиты в Зеркальнинской вулcano-тектонической структуре включает кристаллотуфы, переходящие в игнимбриты, а вверху – псефитовые туфы риолитов, с горизонтом агломератов. Мощность свиты здесь 460 м.

Жерловые и экструзивные образования представлены тремя фазами.

Первая фаза сложена риолитами, игниспумитами риолитов, вулканическими стеклами, дайками риолитов. Они слагают все крупные тела в Якутинской вулcano-тектонической структуре и основной объем экструзивных образований в других богопольских структурах. В экзоконтактах в туфах риолитов богопольской свиты проявлена аргиллитизация.

Вторая фаза представлена андезидацитами, дацитами, риодацитами, гранодиорит-порфирами. Ими сложены небольшие (до 7 км²) тела, прорывающие богопольскую свиту и образования 1 фазы, развитые на правом берегу р. Зеркальной и в Южно-Якутинской вулcano-тектонической структуре.

Третья фаза представлена автомагматическими брекчиями пироксеновых риолитов и дайками риолитов преимущественно в Якутинской вулcano-тектонических структур. Это дайкообразные протяженностью до 6 км, реже небольшие изометричные тела с резкими крутыми контактами без эндо- и экзоконтактовых изменений.

Палеогеновая система

Тадушинская свита (P_{1td}) встречается во вложенном в Зеркальнинскую вулcano-тектонической структуре Устиновском грабене, где площадь ее выходов не превышает 1,4 км². Налегает, иногда с размывом, на богопольские туфы, согласно перекрывается суворовскими базальтами. Сложена алевролитами, песчаниками, аргиллитами, глинами, бурыми углями [38]. Мощность свиты 100 метров.

Песчаники слабо литифицированные, светло-серые до белых, массивные, хорошо отсортированные, кварц-полевошпатовые, с глинистым цементом. Туффиты темно-серые тонкослоистые, насыщенные детритом. Аргиллиты

шоколадные или черные, слабо литифицированные, с растительным детритом. Углистые сланцы – черные плитчатые, насыщенные углефицированным детритом, по существу это бурый уголь с большим количеством минеральных примесей. С отложениями тадушинской свитой связано развитие бентонитосодержащих пород.

Суворовская свита (P_{1-2sv}) распространена в Зеркальнинской вулканотектонической структуре, сложена преимущественно базальтами, андезибазальтами, их туфами, без следов размыва залегает на отложениях тадушинской свиты, согласно перекрывается светлинской свитой [38].

Свита представлена тремя потоками базальтов, разделенными маломощными пачками переслаивания пепловых туфов базальтов, туфопесчаников, туфобрекчий. Количество пирокластической и туфогенно-осадочной составляющей увеличивается в направлении к северной границе структуры, достигая 50% объема подразделения. В южной части вулканоструктуры свита сложена только базальтами и андезибазальтами.

Кузнецовский комплекс андезибазальт-андезитовый. Является субвулканическим аналогом суворовской свиты, представлен дайками андезибазальтов и базальтов, встречающимися во всех вулканоструктурах. Они являются наиболее молодыми магматическими образованиями района, прорывают вулканы богопольского и более древних комплексов и рудные тела месторождений.

Светлинская свита (P_{2-3st}) отмечается в Зеркальнинской вулканотектонической структуре, прослеживается в западном направлении до пос. Суворово. Сложена континентальными рифтогенными отложениями (песчаниками, конгломератами, аргиллитами с прослоями бурых углей), залегает на базальтах суворовской свиты и через кору выветривания перекрывается возновской свитой. Общая мощность свиты от 20 до 390 м [38].

Неоген-палеогеновая система

Возновская свита ($P_3-N_1^2$ vz) встречается там же, где и светлинская, залегает на ее коре выветривания, с размывом перекрыта галечниками крушевской толщи. Свита сложена аргиллитами с линзами углистых аргиллитов и прослоями опоковидных пород и туффитов, чередованием слоев конгломератов и конгло-брекчий, переслаивающихся песчаников и аргиллитов, песчаников, опоковидных пород, с одним угольным пластом у основания. Общая мощность свиты 55-70 метров.

Неогеновая система

Крушевская толща ($N_1^3-N_2kr$) развита вдоль северного обрамления Зеркальной вулкано-тектонической структуры, сложена грубыми нелигифицированными осадками, несогласно перекрывающими светлинскую и возновскую свиты. Состоит в нижней части из галечных и валунно-галечных отложений с линзами и прослоями глин и супесей; в верхней – только из валунно-галечных осадков с хаотически расположенными щебнем, галькой и валунами риолитов, их туфов, дацитов, вулканических стекол, базальтов, туфоаргиллитов, цементированных супесью или суглинком. Залегает согласно на позднеолигоценной-раннемиоценовой возновской свите.

Четвертичная система

На описываемой территории развиты отложения всех звеньев, разделяющиеся по генезису на аллювиальные, элювиальные, делювиальные, коллювиальные, коллювиально-делювиальные, солифлюкционные, делювиально-солифлюкционные, коллювиально-солифлюкционные, пролювиальные, аллювиально-пролювиальные, пролювиально-делювиальные, техногенные.

Плейстоцен. Неоплейстоцен

Нижнее звено. Отложения этого звена слагают четвертую надпойменную террасу в бассейне р. Зеркальной. Представлены суглинками, глинами с редким щебнем и прослоями галечников. Мощность отложений 1-4 м (a^4QI).

Отложения отнесены к нижнему звену на основании высокого гипсометрического положения.

Среднее звено. Представлено отложениями третьей надпойменной террасы высотой 15-40м (a^3QII) в долинах рек Зеркальной, Кавалеровка. Она сложена валунниками, галечниками, супесями, суглинками, глинами общей мощностью 1-6 м.

Верхнее звено. Отложения этого возраста слагают 2-ю надпойменную террасу (a^2QIII^{1+2}) высотой 8-15 м, 2-ю аллювиальную (a^2QIII^{1+2}), и 1-ю аллювиальную (a^1QIII^{3+4}) террасы (5-15 и 2,5-8,4 м). Мощность отложений 5-6 м.

Верхнее звено неоплейстоцена-голоцен

Отложения этого возраста слагают 1-ю надпойменную террасу (a^1Q^{3+4}) рек западного склона. Характерен пестрый состав и фациальная изменчивость, чередование русловых и пойменных фаций, повышенная, по сравнению с более древними отложениями, грубозернистость, мощность 1-5 м.

Голоцен

Верхняя ступень. Отложения этого возраста представлены пойменным и русловым аллювием рек Прибрежной зоны (aQ_{IV}^3). Аллювиальные отложения характеризуются пестрым составом при увеличении в нижней части разреза доли гравийников и галечников. Мощность отложений 2-15 м. К отложениям приурочены месторождения песков и песчано-гравийных смесей, к аллювиальным отложениям – россыпи касситерита.

Голоцен нерасчлененный

Представлен пролювиальными отложениями (pQ_{IV}), широко развитыми в приустьевых частях водотоков, где слагают небольшие конуса выноса непостоянной мощности (1-8 м). Чаще всего это суглинки и супеси с щебнем, дресвой, галькой и валунами.

Четвертичные отложения нерасчлененные

Сплошным чехлом переменной мощности перекрывают все склоны и вершинные поверхности территории, а также террасы в долинах рек.

Аллювиально-пролювиальные образования (арQ) сформированы флювиальной деятельностью постоянных водотоков и плоскостным смывом. Слагают обширные пологонаклонные террасовидные поверхности на бортах долин магистральных рек территории и их крупных притоков. Преобладают суглинки, глины, супеси с угловатыми и окатанными обломками (щебень, галька, гравий). Степень окатанности обычно невелика. Мощность отложений до 10 м.

2.1.2 Интрузивный магматизм

Среди интрузивных образований района выделены синанчинский, приморский, дальнегорский, якутинский комплексы [6].

К синанчинскому габбродиорит-диоритовому комплексу относятся пространственно и генетически ассоциирующее с синанчинскими вулканитами Угловской вулcano-тектонической структуры небольшое тело кварцевых зеленоватых мелкозернистых диоритовых порфиритов, слагающие центральную часть Опричининской интрузии. Эти интрузии контролируются зонами крупных разломов северо-восточного простирания и оперяющими их трещинами. Породы комплекса характеризуются повышенной плотностью и магнитной восприимчивостью.

Приморский комплекс гранитовый плутонический объединяет в себе Темногорскую интрузию и ряд даек кислого и умеренно кислого состава приуроченных обычно к крупным тектоническим структурам субмеридионального и северо-восточного направления. Интрузия однофазна и имеет площадь 0,8 км², сложную форму с многочисленными апофизами, небольшую (менее 2,5-3 км) глубину становления. Интрузии подвержена интенсивным вторичным изменениям, являясь одновременно и подводными каналами, и вмещающими породами для рудно-метасоматических процессов.

Породы имеют пониженную плотность и высокую магнитную восприимчивость.

Дальнегорский комплекс диорит-гранодиорит-гранитовый плутонический в пределах рассматриваемой территории включает в себя крупную интрузию горы Брусничной и объединяет серию сложнодифференцированных массивов (Прохладный, Сигуевский), приуроченных, как правило, к крупным тектоническим зонам субмеридионального, северо-восточного, северо-западного направления, контролирующим размещение вулканоструктур, и к местам их пересечения. Крупные интрузии имеют лакколитообразную или пластовую форму, мелкие интрузии – штокообразную.

Якутинский комплекс лейкогранитовый представлен интрузией горы Мир площадью более 10 км² и дайками гранит-порфиров, локализованными преимущественно в пределах одноименной вулкано-тектонической структуры, которые, на глубине 500-1000 м объединяются в одну крупную интрузию мощностью более 2 км. Гранит-порфиры прорывают стратифицированные и экструзивные образования сияновского и богопольского вулканических комплексов. Контакты пологие и крутые, иногда с маломощной зоной закалки.

2.1.3 Тектоника

Исключительная сложность геологического строения рассматриваемой территории обусловлена тектоническими процессами, протекавшими на сочленении Сино-Корейского континентального блока и Тихоокеанской палеоокеанической плиты в течение всего фанерозоя и продолжающимися ныне. В соответствии с традиционной схемой тектонического районирования Приморья, выделяются Восточная структурно-формационная зона с Лужкинской и Кемской подзонами, Прибрежная структурно-формационная зона с Кавалеровским и Дальнегорским блоками и наложенный на них Восточно-Сихотэ-Алинский вулканический пояс. Различные геодинамические условия представлены в качестве структурно-геодинамических комплексов,

одновременно являющихся и главными площадными деформационными структурами региона на рисунке 5.

Дальнегорский сегмент (Д) представлен фрагментом, протягивающимся параллельно побережью океана полосой шириной около 40-45 км. С запада и северо-запада он ограничен зоной Высокогорского надвига (В). На северо-востоке и востоке основное поле сегмента перекрыто вулканогенными образованиями и преобразовано в процессе становления Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Во внутренней зоне последнего Дальнегорский сегмент обнажен только в пределах горстовых структур [5].

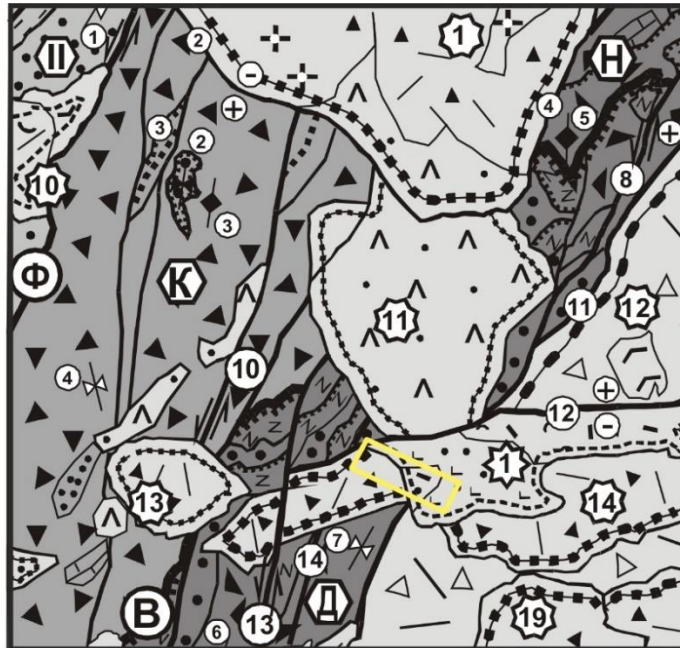
Структурно-формационная зона Дальнегорского сегмента включают формации основания палеонадвига и собственно межнадвигового прогиба. Основанием сегмента служат образования горбушинской серии. Ее нижняя толща соответствует спилит-кремнистой формации структурно-формационной зоне ложа океана и имеет суммарную мощность 50-185 м. Спилит-кремнистая формация наращивается резко контрастной по геодинамическим условиям формирования груботерригенной (конгломерато-песчаниковой) формацией (верхняя толща горбушинской серии) характерной для структурно-формационного комплекса шельфа пассивной континентальной окраины.

Основание сегмента несогласно перекрыто комплексом формаций собственно межнадвигового прогиба раннемелового возраста, которому соответствует таухинская свита.

Деформационные структуры Дальнегорского сегмента представлены сложным набором структур. Первичными представляются структуры, для которых, с некоторой долей условности, устанавливается конседиментационная приуроченность.

Высокогорский надвиг разграничивает Дальнегорский сегмент от Кавалеровского и Нежданкинского сегментов. На традиционной тектонической схеме Приморья его южный отрезок представляется в качестве границы Кавалеровского и Дальнегорского блоков Прибрежной структурно-

формационной зоне. Основным сместитель нарушения, представляет собой разлом подновляющий зону первично конседиментационного нарушения.



Масштаб 1: 400 000

ВОСТОЧНО-СИХОТЭ-АЛИНСКИЙ ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ПОЯС
ВУЛКАНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ

ТИП	НАЗВАНИЕ	НОМЕР НА СХЕМЕ	ЗНАК НА СХЕМЕ
Грабен-синклинали и межгорные впадины	Угловская	10	
Вулканические грабены	Кисинское ивгнмбритовое поле	12	
Полихронные сложные вулканотектонические структуры	Якутинская	1	
	Туманная	19	
	Зеркальнинская	14	

КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ РИФТОВЫЕ СТРУКТУРЫ

ТИП	НАЗВАНИЕ	НОМЕР НА СХЕМЕ	ЗНАК НА СХЕМЕ
Грабен	Устиновский		

ЛИНЕЙНЫЕ ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ (РАЗЛОМЫ)

РАНГ	НАЗВАНИЕ	НОМЕР НА СХЕМЕ	ЗНАК НА СХЕМЕ	
			НАДВИГИ	КРУТОГЛАВЯЩИЕ РАЗЛОМЫ
Главные	Высокогорский	В		
Главные	Фурмановский	Ф		
1-го порядка	Перевальнинский	1		
1-го порядка	Восточно-Силинская сдвиговая зона	10		
1-го порядка	Устиновская сдвиговая зона	13		
2-го порядка	Кривореченский	8		
2-го порядка	Кисинский	11		
2-го порядка	Северо-Зеркальнинский	12		
3-го порядка	Восточно-Якутинский	1		
3-го порядка	Дорожно-Зеркальненский	2		
3-го порядка	Контурный	5		
3-го порядка	Смысловская зона	7		
3-го порядка	Мономаховский	6		
3-го порядка	Краснореченский	3		
Прочие разломы				

ПРОЧИЕ ПЛОЩАДНЫЕ ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ

ТИП	НАЗВАНИЕ	НОМЕР НА СХЕМЕ	ЗНАК НА СХЕМЕ
Синформы	Силинская	2	
	Базовская	6	
Антиформы	Янснская	5	
	Составная	3	
Синклинали	Темная	1	
	Кавалеровская	4	
	Юшангоуская	7	
	Пасечная	8	

СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ (СФК)

	Формация терригенновулканогенная андезитбазальтовая
	Формация углестерригенная
	Формация лейкогранитовая
	Формация дацит-риолитовая вулканокластическая (ивгнмбрит-ивгнспумитовая)
	Формация габбро-диорит-гранодиоритовая
	Формация риолит-дацитовая (вулканокластическая)
	Формация дацит-риолитовая (ивгнмбритовых поясов)
	Формация базальт-андезитовая
	Формация флишoidalно-терригенная
	Формация кремнисто-тонкотерригенная
	Формация олистостромовая, олистостромово-флишoidalно-терригенная
	Формация песчаниково-алевролитовая
	Формация флишoidalно-терригенная, олистостромовая, флишoidalная
	Формация груботерригенная (конгломерато-песчаниковая)
	Формация спилит-кремнистая

Рисунок 5 – Тектоническая схема Устиновской площади

Первичная надвиговая структура территории дальнейшими тектоническими процессами была преобразована в складчато-блоковую. При этом складчатые деформации вблизи зоны Высокогорского надвига проявлены только у секущих разломов. Исключение составляет Юшангоуская синклиналь (7), расположенная в бассейне р. Садовой и прослеженная в ее левом борту на 7 км. Она осложнена складками высших порядков [5].

Нежданкинский сегмент (Н), расположен в междуречье Высокогорской и Кривой и представлен небольшим фрагментом. С северо-запада он срезан сопряженными Восточно-Якутинским (4) и Нежданкинским (Н) разломами, а с северо-востока ограничен структурами Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Он включен в состав Дальнегорского блока Прибрежной структурно-формационной зоны, в то время как является независимой структурой, сформировавшейся во фронте Дальнегорского палеонадвига.

Структурно-формационный комплекс Нежданкинского сегмента представлен в основном комплексом формаций одноименного междувдвигового прогиба – турбидитовой надформацией сходной с таковой в Дальнегорском сегменте. Ее особенностью является еще большая, чем в Дальнегорском прогибе, насыщенность олистостромовой формации инородными обломками.

Деформационные структуры Нежданкинского сегмента образуют группу наклоненных на северо-запад моноклиналей, осложненных надвигами. Их внутреннее строение сходно со строением Дальнегорского блока вблизи зоны Высокогорского надвига. Для них характерно устойчивое падение слоев на юго-восток под углами 40-70° с преобладанием нормальных залеганий. Только на отдельных участках вблизи надвигов установлено опрокинутое залегание слоев. Происхождение такой структуры Нежданкинского сегмента имеет конседиментационно-надвиговую обусловленность. Своеобразной разновидностью конседиментационно-надвиговых структур в Нежданкинском сегменте является Ясненская антиформа (5). Она имеет меридиональное простирание. В ядре обнажена верхняя пачка таухинской свиты, а на крыльях

выходит ее средняя пачка и конформно налегающие по надвигу породы горбушинской серии [39].

Кавалеровский сегмент (блок) (К) также представлен фрагментом палеонадвиговой структуры. Его фронтальная часть срезана Фурмановским разломом (Ф). С юго-востока он сопряжен с Дальнегорским сегментом по Высокогорскому надвигу. Ширина сохранившейся части составляет 15-20 км и охватывает бассейны рек Зеркальной (выше устья р. Устиновка), Мирной и Кавалеровки (Силинский блок). Многочисленными крутопадающими разломами субмеридионального простирания он разбит на узкие блоки.

Структурно-формационный комплекс Кавалеровского сегмента включают нормально стратифицированные формации основания палеонадвиг и собственно межнадвигового прогиба. Основание палеонадвиг представлено глинисто-спилит-кремнистая формацией структурно-формационного комплекса субокеанической коры окраинного моря. Ее непосредственно наращивает турбидитовая надформация структурно-формационного комплекса собственно межнадвигового прогиба.

Деформационные структуры Кавалеровского сегмента обнаруживают значительное сходство с таковыми в Дальнегорском и Нежданкинском сегментах. Их особенность состоит в общем изоклиально-чешуйчатом строении наряду с присутствием синформ. Слагающие сегмент породы имеют устойчивое падение слоев на юго-восток под углами 30-90°. Они смяты в многочисленные изоклиальные и опрокинутые на северо-запад складки. Ядра и подвернутые крылья антиклиналей обычно осложнены надвигами, падающими на юго-восток под углами 20-45°.

Надвиговыми процессами обусловлено появление Составной антиформы (3), расположенной восточнее Силинской синформы (2), представляющей эрозионное окно в подошве надвиг. Общая ее длина около 10 км. На «крыльях» выходят породы эрдагоуской свиты, наращивающиеся таухинской свитой. Юго-восточное крыло Составной антиформы нарушено разломами

Восточно-Силинской сдвиговой зоны (10). К востоку от этой зоны в нескольких тектонических блоках породы смяты в ряд складок высших порядков шириной до 1 км. Другие типы складчатых деформаций представлены Кавалеровской синклиналью (4). Складчатые структуры Кавалеровского сегмента находятся в тесной связи с Краснореченским надвигом (3), являющимся постседиментационной надвиговой структурой. В лежачем крыле залегают олистостромовые породы верхней пачки таухинской свиты. В подошве висячего крыла выходят породы эрдагоуской свиты. Сместитель полого (30-40°) падает и представлен зоной дробления контактирующих пород. Ширина зоны приразломных деформаций – сотни метров, с постепенным затуханием. Позднеколлизивно-неосубдукционная структура представлена Угловской (10) грабен-синклиналью. Она вытянута в северо-восточном направлении и наследуют позднеколлизивные межгорные впадины. К её центральной части приурочены небольшие интрузивные тела синачинского комплекса. Более поздними перемещениями грабен-синклиналь была разбита на отдельные фрагменты.

Собственно неосубдукционные структуры представлены несколькими типами. Структуры, сформированные с участием арзамазовской свиты, как правило, наследуют те же межгорные впадины, что и грабен-синклинали и занимают в них более высокие горизонты с более широким площадным распространением слагающих пород.

Второй тип структур представлен Кисинским вулканическим грабеном, выполненным породами дацит-риолитовой формации игнимбритовых полей. Его северо-западная граница проходит по Кисинскому разлому (11). Более поздними разломами грабен разбит на два участка: Кисинское (12) игнимбритовое поле. Современная абсолютная глубина Кисинского грабена более 1 км. Покровы залегают пологоволнисто (0-30°) с преобладающим падением от горстов, окружающих грабен. Вблизи зон разломов отмечаются

крутые залегания. Подошва структуры испытывает погружение (на 200-500 м) в направлении север – северо-восток [39].

Особую группу в составе Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса образуют структуры междвиговых зон растяжения – Южно-Якутинская (11) и Якутинская (1) вулcano-тектоническая структура.

Южно-Якутинская вулcano-тектоническая структура (11) расположена в междуречье Мирной и Зеркальной, в среднем течении р. Высокогорской. Форма ее в плане напоминает сферический треугольник. По периферии, с 3-х сторон, вулcano-тектоническая структура ограничена крутыми ($75-80^\circ$) ступенчатыми разломами. С севера она сопряжена с полихронной Якутинской вулcano-тектонической структурой. В ее строении участвуют покровные и экструзивные фации сияновского риолит-дацитового комплекса. Экструзивные фации преобладают в юго-восточной части в ступенчатом дугообразном блоке.

Якутинская полихронная вулcano-тектоническая структура (1) с юго-запада она ограничена Дорожно-Зеркальным сбросом (2), а с севера срезана сопряженными сбросовыми разломами. Около 70% площади вулcano-тектонической структуры занимают покровные, экструзивные и субвулканические фации дацит-риолитовой вулканокластической формации (богопольский комплекс). Они приурочены преимущественно к центральной части структуры, где глубина залегания подошвы, по геофизическим данным, составляет 4-4,5 км. По этим данным, в краевых частях вулcano-тектонической структуры выделяются ступени, по которым ее днище поднимается до глубины 1,5-2 км.

Брусиловский периферический очаг включает в себя Туманную (19) и Зеркальную (14) вулcano-тектоническую структуру, а также небольшие фрагменты безымянных дугообразных структур [5].

Туманная вулcano-тектоническая структура образует отчетливо выраженную кольцевую структуру. Серией кольцевых разломов разбита на ступенчатые блоки. В центральном блоке преобладают покровные фации

богопольского комплекса. К краевым частям приурочено поле выходов субвулканических и экструзивных образований комплексов.

Зеркальнинская вулcano-тектоническая структура приурочена к долине р. Зеркальной. Она состоит из двух фрагментов, образующих сложную дугообразную полосу. Основные ограничения структуры с юга и севера образованы дугообразными разломами. Нижние горизонты структуры сложены породами кисинской и монастырской свит, в небольших фрагментах выходят породы сияновской свиты, основное поле структуры сложено породами богопольской свиты. В наиболее погруженной северной части вулcano-тектонической структуры, в значительной мере присутствуют экструзивные и субвулканические фации богопольского комплекса. Покровные фации вулканитов залегают пологоволнисто, со значительными приразломными деформациями.

Структурно-геодинамическое картирование Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса

На рассматриваемой территории структурно-геодинамическое картирование представлено характерной группой формаций палеоген-неогенового возраста, развитых в пределах Устиновского грабена.

Структурно-формационный комплекс континентальных рифтовых впадин представлен углисто-терригенной (тадушинская свита), вулcanoгенно-терригенной андезито-базальтовой (суворовская свита), щелочно-базальтовой (кузнецовский комплекс) и углисто-вулcanoгенно-терригенной (светлинская и возновская свиты и крушевская толща) формациями. По составу, а также по петрохимическим особенностям магматических образований, принадлежащих к группе умеренно-щелочных, калинатровой серии, эти формации являются типичными для континентальных рифтовых структур.

Структурные формы структурно-геодинамического картирования континентальных рифтовых впадин представлены на рассматриваемой территории Устиновским грабеном (1). Он приурочен к северному краю

Зеркальнинской вулcano-тектонической структуре и протягивается от приустьевой части р. Устиновки до среднего течения пади Колобенкова (левый приток р. Зеркальной). Строение впадины грабена – асимметричное. В южной части базальты суворовской свиты ложатся на экструзивные фации богопольского комплекса. Северная часть образует внутренний грабен, с мощностью осадков более 350 м. Первичное субгоризонтальное залегание пород нарушается вблизи северного края структуры, где она ограничена Северо-Зеркальнинским (12) разломом - сбросом, с падением на юг под углом 50-60°.

Линейные деформационные структуры

К ним относятся все разрывные нарушения развитые в пределах площади. Большая часть из них, включая главную надвиговую структуру – зону Высокогорского надвига, и надвиговые структуры высших порядков, имеющие синскладчатую приуроченность, описаны выше. Особую группу образуют постскладчатые разрывные нарушения допозднемелового возраста нескольких рангов, обусловившие выраженное блоковое строение территории.

Главные разломы. Фурмановский разлом (Ф) срезает фронтальную часть Кавалеровского сегмента. Имеет отчетливое северо-восточное (20-25°) простирание с флексурообразным изгибом в районе Угловской вулcano-тектонической структуры. Под острым углом он рассекает складчатые структуры сопряженных блоков. Его зона, шириной около 600 м, представлена интенсивно рассланцованными породами с падением поверхностей многочисленных сместителей как на запад, так и на восток, под углами 60-80°. По типу основных перемещений, Фурмановский разлом относится к левым сдвигам, с вздыманием восточного блока. К зоне разлома приурочена Угловская вулcano-тектоническая структура. В гравитационных полях разлом прослеживается фрагментами по линиям согласного изгиба аномалий и по смене морфологии поля. В магнитном поле он фиксируется цепочкой положительных аномалий [38].

Разломы первого порядка. Восточно-Силинская сдвиговая зона (10) прослежена от южного края Якутинской вулcano-тектонической структуры на юг на расстоянии более 20 км. Представлена двумя ветвями Восточно-Силинского разлома, распадающегося в верховьях р. Устиновки на серию сдвиговых разрывных нарушений. Его западная ветвь имеет субмеридиональное простирание представлена сериями сближенных сдвиговых нарушений мощностью в первые десятки метров, с падением на восток, под углами 60-80°. Кинематика перемещений левосдвиговая. Амплитуда перемещений около 10 км.

Устиновская сдвиговая зоны (13), представлена разрывными нарушениями сходными по природе Восточно-Силинским и, по-видимому, является продолжением Нежданкинского разлома, на что указывают близкие углы падения сместителей. Ширина зоны около 2,5 км. Расчетная амплитуда левосдвиговых перемещений более 15 км. Суммарные смещения фронта Высокогорского надвига, по Восточно-Силинской и Устиновской сдвиговым зонам, более 20 км.

Наряду с описанными, на рассматриваемой территории развита широкая сеть разнообразных разрывных нарушений более низких порядков, создающих сложную мозаику тектонических блоков, испытавших перемещения различной кинематики.

Несколько обособленно стоят разломы, ограничивающие вулcano-тектоническую структуру Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Обычно это крутопадающие (70-80°) к центру структур сбросы или их серии, сопровождающиеся зонами дробления и рассланцевания. Вблизи них нарушено первичное залегание слоев вулкаников от пологого и субгоризонтального до 40-80°, с подворотами по направлению перемещений. К ним часто приурочены субвулканические тела и залечивающие дайки. Разломы, ограничивающие вулcano-тектоническую структуру, выделяются гравитационными «ступенями» и отчетливой сменой морфологии магнитного поля.

2.1.4 Полезные ископаемые

Описываемая территория расположена в юго-восточной части Сихотэ-Алинской металлогенической области, в Главной и Прибрежной металлогенических зонах. Здесь находятся один из важнейших для горнорудной промышленности России Кавалеровский оловорудный район и частично Дальнегорский бор-полиметаллический рудный район. В Главной металлогенической зоне расположены Кавалеровский и Верхне-Уссурский рудные районы с чисто оловянной и оловянно-полиметаллической минерализацией и ведущими касситерит-сульфидной и касситерит-силикатной рудными формациями.

Горючие полезные ископаемые

Бурый уголь. Угленосными на площади являются тадушинская, возновская и светлинская свиты палеоген-неогенового возраста. На данной площади известно одно месторождение в пределах Зеркальненской депрессии и ряд проявлений бурого угля.

Цветные металлы

Из цветных металлов на описываемой площади известны проявления олова, свинца и цинка.

Свинец, цинк. На рассматриваемой площади известно множество проявлений шлиховых ореолов, линейных аномалий и пунктов минерализации свинца и цинка, однако все они не представляют промышленного интереса.

Олово. На описываемой территории месторождения олова расположены в восточной половине Кавалеровского рудного района. Общий размах рудной минерализации (включая полиметаллическую) по вертикали превышает 1500 м. Район работ характеризуется широким распространением проявлений и пунктов минерализации олова.

Хрустальное месторождение среднее по масштабам, является наиболее крупным объектом Хрустальненского рудного узла. Расположено в верховьях ручья Хрустального. Руды принадлежат касситерит-силикатной формации.

Открыто в 1940 г., разведано в 1944 г. [42], с 1944 года по 1994 г разрабатывалось Хрустальненским ГОКом. Сейчас не эксплуатируется.

Коренное месторождение сопровождается делювиальной и аллювиальной россыпями касситерита с общими запасами олова 210,6 т, в настоящее время россыпи отработаны.

Темногорское месторождение мелкое месторождение расположено на левом водоразделе р. Кавалеровки, открыто в 1949 году, поисково-оценочные работы проведены в 1953-1955 гг. [45], 1956-1968 гг. – детальная разведка. Месторождение отнесено в разряд непромышленных.

Высокогорское месторождение, среднее по масштабам, входит в Высокогорский рудный узел и расположено на левобережье р. Высокогорской. Открыто в 1945 г, разведочные работы проводились с 1948 по 1952 г., сдано в эксплуатацию в 1952 г. Месторождение с 1998 года не отрабатывается по экономическим причинам.

Коренное месторождение сопровождается мелкой русловой россыпью касситерита. Россыпь разведана и отработана. В долине р. Высокогорской разведана непромышленная россыпь касситерита длиной до 3 км, шириной до 120 м.

Силинское месторождение среднее по масштабам является одним объектов эксплуатации рудного узла. Расположено на правобережье р. Правой Мирной. Открыто в 1936 году, разведано в 1951-60 гг. [45], эксплуатировалось с 1961 по 1991 гг. В настоящее время не отрабатывается.

Лиственное месторождение мелкое непромышленное, расположено в бассейне ручья Радостного, правого притока р. Зеркальной, открыто в 1949 г., основной комплекс поисково-оценочных работ проведен в 1951-55 гг., детальная разведка в 1957-1965 гг. [35].

Месторождение Левицкое расположено на левобережье р. Кавалеровки, открыто в 1949 г, предварительная разведка проведена в 1947-1953 гг., до 1975

г. и неоднократно доразведывалось [36]. Месторождение не эксплуатируется из-за комплексного состава руд среднего качества.

Ртуть и сурьма. Установлено широкое распространение киновари в аллювиальных отложениях, литохимическим опробованием выявлены вторичные ореолы ртути, обнаружены коренные проявления. Ртутная и сурьмяная минерализация развита в бассейне рек Устиновка и верхнего течения р. Павловки (Верхне-Павловский рудный узел). Здесь известно одно месторождение с ртутно-сурьмяной минерализацией.

Верхне-Павловское месторождение расположено в 10 км к юго-западу от пос. Кавалерово, приурочено к Хрустальненской сдвиговой зоне. Поисково-разведочные проведены в 1960-68 гг. [31]. Интерес представляет сурьма, но месторождение недоизучено.

Керамическое и огнеупорное сырье

Брусничное месторождение фарфорового камня расположено на правом берегу р. Высокогорской, представлено экструзией белых риолитов среди кислых вулканитов богопольской свиты. Средняя мощность горизонта 35 м, протяженность 1,5 км, падение на юго-запад под углом 10-15°. Породы представляют интерес как сырье для производства предметов санитарного обихода и частично для производства тонкой керамики [38].

Перлиты

Богопольское месторождение расположено на левобережье р. Зеркальной в 1,5 км севернее с. Богополь, разведано в 1957-1958 гг. [39]. Приурочено к экструзивным образованиям богопольской свиты, среди которых выделены три «горизонта» обсидианов мощностью от 8 до 30 м с падением на северо-восток под углом 20-30°. Они прослежены по простиранию на 2,2 км, на глубину на 50 м. Объемный вес перлитов 720 кг/м³, подсчитанные запасы до глубины 30 м составляют 655000 м³, а до глубины 60 м. 918600 м³. Месторождение законсервировано.

Чащевитое месторождение расположено на водоразделе р. Высокогорской и руч. Чащевитого, открыто в 1954 г., поисково-разведочные работы проведены в 1965 г. [38], представлено нэком и пластовой залежью перлитов, и горизонтом обсидианов среди вулканитов богопольской свиты. Протяженность нэка около 220 м, ширина 40-60 м, длина пластовой залежи 1,5 км. при средней мощности 20-30 м. По качеству перлиты пригодны для получения легких заполнителей. Запасы оцениваются в 1395 тыс.т. Месторождение законсервировано.

Глинистые породы

Глины бентонитовые. Устиновское месторождение расположено на правом берегу р. Зеркальной, выявлено в 1974 году, разведано в 1974-75 гг. [38]. Площадь месторождения сложена вулканогенно-осадочными образованиями палеоцена. Продуктивный горизонт бентонитов представлен алевритовыми туфами риодацитового состава. Простираение горизонта северо-западное, падение на северо-восток под углом 15-45°, мощность от 10 до 60 м (средняя 15,8 м). Породы продуктивного горизонта состоят на 50-80% из монтмориллонита и на 10-30% из цеолита. Сумма обменного комплекса катионов 60-90 мг/экв. На 100 г. сухого вещества, набухание (бентонитовое число) – 10-19, пластичность 55-75.

По качеству бентониты могут быть использованы для очистки нефтяных масел, отбеливания растительных масел, фильтрации серы от битумов и в формовочных смесях. Общие запасы по месторождению оценены в 3600 тыс.т. (по категории С1-780 тыс.т). Горнотехнические и гидрогеологические условия в этом контуре благоприятны для освоения. Устиновские бентониты в природном виде обладают удовлетворительными сорбционными свойствами при очистке нефтяных масел. Фактор обесцвечивания их составляет 2,5-4,0, т.е. бентониты являются кондиционными. В естественном виде бентониты обладают низкой отбеливающей способностью. После кислотной обработки отбеливающие свойства их резко повышаются, и они могут быть использованы для отбели

растительных масел. Процент отбелики активированных бентонитов составляет 80-86, фактор отбеливания 2,5-4,0. Технологические испытания на пригодность бентонитов в формовочных смесях удовлетворительные. По ГОСТу 3226-65 они относятся к первому классу первого сорту бентонитового формовочного сырья. Как керамическое сырье глины не могут быть использованы, так как не соответствуют требованиям ГОСТа 7032-54 по сумме красящих окислов, связующей способности и бентонитовому числу. Месторождение законсервировано.

Заречное, Зеркальное, Садовое проявления бентонитов расположены в 1,5-4 км. от Устиновского месторождения и, по сути, являются его флангами, представлены единым горизонтом бентонитов, приуроченным к низам тадушинской свиты. Общая протяженность горизонта около 6 км, из которых большая часть его (4,2 км) размыва или перекрыта современными отложениями речных долин. Мощность продуктивного горизонта 10-15 м. Бентониты такие же, как на Устиновском месторождении. Запасы на Заречном и Зеркальном проявлениях составляют соответственно 2700 и 570 тыс. т. [38]. Прогнозные ресурсы категории P_1+P_2 на Садовом проявлении оценены в 600 тыс. т.

В 1981-1983 гг. проведена предварительная и детальная разведка Зеркального месторождения бентонитовых глин. Участок расположен на северо-западном пологом склоне водораздела рек Зеркальной и Садовой. В результате работ установлено, что бентонитовые глины прослеживаются на протяжении 800 м с запада на восток. Простираются их от широтного, в восточной и центральной части, до северо-западного на западном фланге. Мощность горизонта глин по результатам бурения изменяется от 1,4 м до 25,5 м и в среднем составляет 8,2 м. Так же подсчитаны запасы, пригодные для отработки открытым способом. По категории C_1 они оцениваются в 114 тыс. тонн и утверждены в ТКЗ 1984 г. - №159 и поставлены на баланс [41]. В настоящее время числятся в нераспределенном фонде недр. Данные запасы пригодны для буровых растворов. По выходу раствора из тонны сырья – глины

относятся к несортным (Б-Н). Химическая обработка глин позволяет получить промывочные жидкости, удовлетворяющие по своим фильтрационным и структурно-механическим свойствам буровым растворам. Глинистые суспензии при добавлении полиакриламида (ГПАА) – способны к структурообразованию. Автор данного отчета дает рекомендацию о продолжении испытаний глин с целью изучения их свойств, как формовочных и для тонкой керамики в качестве пластификатора, улучшающего свойства формовочных глин и каолинов.

2.2 Геологическое строение участка

Геологическая характеристика участка и качественные показатели бентонитового сырья приводятся на основе данных, полученных в результате проведения поисковых работ 2015 – 2017 годов [46]. Также, эти данные послужили основой для выбора и обоснования методики оценочных работ, изложенной в настоящем проекте.

Участок Зеркальный

Участок Зеркальный расположен по левому борту р. Садовая, в 2 км к востоку от Устиновского месторождения (участок Устиновский).

По данным работ предшественников горизонт бентонитов по туфам прослеживается в субширотном направлении на 1 км, падение к северу 15-20°. По падению прослежен на 100 м [41].

По гранулометрическому составу среди исходных пород – туфов выделяются пелитовые, алевро-пелитовые, алевролитовые, алевро-псаммитовые и псаммитовые разности. Преобладают алевро-пелитовые, алевролитовые и алевро-псаммитовые туфы.

Участок работ Зеркальный приурочен к вулканогенным и вулканогенно-осадочным образованиям палеогенового возраста. Вулканогенные образования выделены под названием богопольской свиты, вулканогенно-осадочные относятся к тадушинской свите, а потоки базальтов и осадочных отложений – к

возновской свите. Кроме того, выявлены мощные дайки основного и кислого состава.

На Зеркальном участке разрез представлен бентонитовыми глинами и бентонитизированными туфами, залегающими на дацитах и их туфах богопольской свиты и перекрытыми делювиальными отложениями, местами – конгломератами возновской (?) свиты.

В центре участка мощность продуктивной толщи составляет 19,1 м (в т.ч. 5,6 м глин и 13,5 м бентонитизированных туфов); на западном фланге она увеличивается до 30,5 м (в т.ч. 4,7 м глин и 25,8 м бентонитизированных туфов). Мощность толщи уменьшается к северу до 7,8 м (в т.ч. 5,2 м глин и 2,6 м бентонитизированных туфов) и востоку – до 5,7 м (в т.ч. 3,2 м глин и 2,5 м бентонитизированных туфов), причем на восточном фланге участка верхние 0,6 м глин продуктивной толщи с малым содержанием смектита и большим – инертных минералов и метровый слой конгломерата, подстилающий эти глины. Средняя мощность продуктивной толщи на Зеркальном участке – 15,77 м.

Глины как правило приурочены к верхней части разреза. Мощность слоев колеблется от 5,6 м в центре участка до 0,6 м на востоке.

Минеральный состав глин по площади несколько меняется. В центре и на западе участка они отличаются высоким содержанием смектита (средние значения для скв. 1 и 3 – 73,4% и 69,9%); к северу и востоку оно снижается до 57-54,3%. Соответственно меняется содержание кварца и полевых шпатов: ~ 25% в центре и на западе и 37-42% на востоке и севере.

Обменный комплекс преимущественно кальциевый ($\text{Ca}^{++} \gg \text{Mg}^{++} > \text{Na}^{+} > \text{K}^{+}$). Усредненный минеральный состав глин (%): смектит – 64,54, кварц – 14,58, полевые шпаты – 16,36, цеолит – 3,57, каолинит – 0,32. По составу глины являются щелочноземельным бентонитом со средним содержанием смектита, высоким содержанием кварца и полевых шпатов, с примесью цеолита.

Нижняя часть продуктивной толщи представлена бентонитизированным туфом мощностью от 25,8 м на западе до 2,5 м на востоке; средняя мощность – 11,1 м. Туф отличается от глин более высоким содержанием смектита: 76,0-69,0% в центре, 75% на севере, 69,5% – на востоке, 70,9-54,4% на западе (средние содержания по скважинам). Содержание кварца и полевых шпатов несколько ниже, чем в глинах: 23,2-28,8% в центре, 22,6% на севере, 30,2% на востоке и 21,5-32,8% на западе. В качестве заметной примеси присутствует каолинит – 7,2-11,6% и очень немного – цеолит (1,0-1,8% в скважинах 2 и 1). Обменный комплекс преимущественно кальциевый с соотношением катионов $Ca^{++} \gg Mg^{++} > Na^{+} > K$.

Усредненный минеральный состав бентонитизированного туфа Зеркального участка (%): смектит – 66,0, кварц – 17,52, полевые шпаты – 9,80, каолинит – 5,62, цеолит – 0,25. Емкость обменного комплекса 32,9 мг·экв., преобладающий обменный катион – кальций. По составу бентонитизированный туф является щелочноземельным бентонитом со средним содержанием смектита, несколько повышенным содержанием кварца, с примесью каолинита.

Химический состав глин и бентонитизированных туфов в целом отвечает их минеральному составу. По гранулярному составу и глины, и бентонитизированные туфы участка низко- и грубодисперсные. Можно уловить их различие по содержанию фр. <1 мкм: в глинах до 38%, в бентонитизированных туфах от 0 до 10%.

Сравнивая минеральный состав и емкость обменного комплекса глин и туфов, можно отметить, что при почти равном содержании смектита и цеолита (в сумме), в глинах несколько больше инертных минералов (кварца и полевых шпатов), а также выше емкость обменного комплекса.

Участок Садовый

Участок Садовый расположен в 4 км к востоку от Устиновского месторождения (участок Устиновский), в правом борту р. Садовая.

Площадь участка слагают вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы тадушинской и арзамазовской свит. Породы арзамазовской свиты представлены псаммито-псефитовыми до агломератовых туфами кварцевых порфиров, в незначительном количестве туфопесчаниками и туффитами. На размытой поверхности пород арзамазовской свиты залегают породы тадушинской свиты: туфы риолитов различного грансостава, алевролиты, аргиллиты, реже туффиты [41].

Продуктивную толщу в верхней части разреза слагают бентонитовые глины коричневато-зеленые, светло-коричневые, болотно-серые, ниже – бентонитизированные туфы липарито-дацитов алевропелитового и псаммитового состава, буровато-серые. Вскрышные породы – делювиальные глины коричневато-зеленые с обломками туфопесчаников, подстилающие – туфы дацитов агломератового состава богопольской и арзамазовской (?) свит.

Продуктивная толща представлена глиной (мощность 4,2 м) и бентонитизированным туфом (мощность 46,2 м).

Глина состоит из смектита (74,8%) с примесью кварца (13,8%), полевых шпатов (11,4%) и менее 1% каолинита и цеолита. Содержание основных оксидов – SiO_2 (59-63%) и Al_2O_3 (15-17,5%) – колеблется в узких пределах и соответствует минеральному составу.

Бентонитизированный туф характеризуется изменчивостью содержания основных минеральных компонентов. Содержание смектита колеблется от 33 до 78%, его минимальные значения (33-37%). Содержание кварца колеблется в пределах 8-26%, полевых шпатов 2-52%. Содержание SiO_2 в туфе колеблется в пределах 56,78-70,36%, Al_2O_3 – 13,77-18,45%, что отвечает колебаниям минерального состава. Так, большее содержание SiO_2 вместе с малым Al_2O_3 соответствует высокому содержанию в интервалах кристобалита и кварца. Меньшее содержание SiO_2 и высокое Al_2O_3 соответствует высокому содержанию смектита, а также могут зависеть от высокого содержания полевых шпатов при относительно низком содержании смектита.

Глины характеризуются щелочноземельным обменным комплексом с соотношением обменных катионов $Ca^{++} > Mg^{++} > Na^{+} > K^{+}$. Емкость обменного комплекса 41,92-60,80 мг·экв, в среднем 49,8 мг·экв.

Состав обменного комплекса бентонитизированного туфа изменчив: в верхней части – щелочноземельный с соотношением обменных катионов $Ca^{++} > Mg^{++} > Na^{+} > K^{+}$ (емкость обменного комплекса ~37,3 мг·экв.), ниже – щелочно-щелочноземельный с соотношением обменных катионов $Ca^{++} \geq Na^{+} > Mg^{++} > K^{+}$ (емкость обменного комплекса ~35,7 мг·экв), с прослоями щелочного. Соответственно и содержание минералов в них несколько различается. В верхней части содержание (%) смектита 61,5, цеолита – 2,2, кварца – 14,3, полевых шпатов – 20,4, кристобалита – 0,8. В нижней: смектита – 53,7, цеолита – 2,8, кварца – 16,6, полевых шпатов – 26,0, каолинита – 0,5.

Глинистая фракция в глинах составляет 38-60%, песчаная – 11-15%.

В туфах содержание глинистой фракции более или менее равномерно уменьшается от 56 до 13%; ниже по разрезу наблюдается увеличение этой фракции до 44%. Тонкодисперсная фракция в туфах отсутствует.

Таким образом, верхняя часть разреза (глина) продуктивной толщи на Садовом участке представлена щелочноземельным бентонитом с высоким содержанием смектита, мощность 4,2 м. Нижняя (большая) часть разреза (бентонитизированный туф) представлена щелочноземельным и щелочно-щелочноземельным бентонитом, с изменчивым, в основном пониженным, содержанием смектита и повышенным – полевых шпатов и кварца; по сравнению с вышележащей глиной характеризуется небольшим присутствием цеолита, редко – кристобалита. Мощность 46,2 м.

Участок Заречный

Участок Заречный Расположен в 1,5 км к северу от Устиновского месторождения, в 200 м от шоссеной дороги, которая проходит по долине р. Зеркальной.

Участок слагают породы богопольской и тадушинской свит. На севере распространены осадочные нижнемеловые и юрские отложения, на востоке – породы возновской свиты. Отложения богопольской свиты представлены риолитами, их туфолавами, туфами риолитов псаммито-псефитовыми до агломератовых с небольшими прослоями алевро-пелитовых разностей. Отложения богопольской свиты согласно перекрываются тадушинской свитой, тадушинская свита сложена туфами риолитов различного гранулометрического состава с преобладанием алевро-пелитовых разновидностей.

Продуктивный горизонт бентонитов имеет северо-восточное простирание, падение к юго-востоку 15-20°. Горизонт выделен как и на участке Зеркальном, по сумме обменного комплекса свыше 40 мг экв на 100 г сухого вещества. Глинистые породы развиваются по псаммито-алевритовым туфам.

Продуктивная толща представлена бентонитизированными туфами липарито-дацитов алевропелитового состава [6].

По минеральному составу и составу обменного комплекса в продуктивной толще Заречного участка выделяются три слоя.

1. В интервале 5,2–14,2 м залегают туфы с низким содержанием смектита: 21-53%, в среднем 42%. Количество полевых шпатов составляет 25-59%, в среднем 36%. Также присутствуют кварц и цеолит в количестве 4-25% (в среднем 11%) и 2-17% (в среднем 10%) соответственно.

2. В интервале 17,6-27,0 м кварц практически отсутствует (около 1%), а содержание смектита высокое (68-80%). Остальные минералы представлены полевыми шпатами (4-24%), цеолитом (5-11%) и кристобалитом (1-12%).

3. В интервале 27,0-46,0 м количество смектита несколько снижается (37-75%, в среднем 60%) и значительно повышается содержание цеолита (8-31%). Количество кварца сверху вниз увеличивается от 1 до 6% по мере уменьшения кристобалита от 8 до 1%; полевые шпаты составляют в среднем 14% (от 7 до 31%).

В туфе первого слоя в составе обменного комплекса преобладают щелочноземельные катионы (Ca_2^+ и Mg_2^+), емкость обменного комплекса 28,14-48,54 мг·экв, коэффициент щелочности 0,3-0,4, соотношение катионов $\text{Ca}^{++} \gg \text{Mg}^{++} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$ (внизу интервала $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{++}$). В бентонитизированных туфах второго и третьего слоев за счет увеличения содержания цеолита щелочных катионов (Na^+ и K^+) становится больше, чем щелочноземельных.

В туфе второго слоя емкость обменного комплекса 36,54-53,10 мг·экв, коэффициент щелочности 0,6-0,99, соотношение катионов $\text{Ca}^{++} > \text{Na}^+ \gg \text{Mg}^{++} > \text{K}^+$ (внизу интервала $\text{K}^+ > \text{Mg}^{++}$).

В туфе третьего слоя емкость обменного комплекса 47,19-59,65 мг·экв, коэффициент щелочности 1,26-1,72, соотношение катионов $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{++} \gg \text{K}^+ > \text{Mg}^{++}$.

Изучение химического состава бентонитизированных туфов Заречного участка показало следующее: содержание SiO_2 колеблется в пределах 62,13-69,70%, Al_2O_3 – 13,65-17,76, что соответствует низкому содержанию кварца и относительно высокому содержанию полевых шпатов или глинистых минералов.

Гранулярный состав также подтверждает приведенное выше описание минерального состава.

Таким образом, первый слой вследствие низкого содержания смектита и высокого – полевых шпатов (количество его вместе с кварцем превышает содержание смектита) не относится к бентонитам и должен быть исключен из продуктивной толщи.

Второй слой (мощность 9,4 м) относится к щелочно-щелочноземельному бентониту с высоким содержанием смектита.

Третий слой (мощность 19 м) относится к щелочному бентониту со средним содержанием смектита и повышенным – цеолита.

3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Выбор и обоснование комплекса работ

Целевым назначением проектируемых оценочных работ является локализация, оценка прогнозных ресурсов категории P_1 , подсчет и утверждение запасов щелочных и смешанных разностей бентонита категории C_2 и C_1 . Оценка технологических показателей сырья. Составление ТЭО временных разведочных кондиций. Предварительная оценка промышленной значимости объекта. Рекомендации по направлению геологоразведочных работ.

При оконтуривании продуктивных тел щелочных и смешанных разностей бентонита для оценки прогнозных ресурсов категории P_1 и запасов категории C_2 и C_1 использовать следующие оценочные параметры:

– минимальная истинная мощность полезной толщи, включаемая в подсчет — 1 м;

– качество бентонита в пробах должно удовлетворять одному или нескольким требованиям следующих стандартов:

- ГОСТ 25795-83 «Сырье глинистое в производстве глинопорошков для буровых растворов»;

- ГОСТ 28177-89 «Глины формовочные бентонитовые»;

– сырье должно отвечать требованиям СанПин 2.6.1.25223-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».

Подсчет и запасов категории C_2 и C_1 провести до глубины возможной открытой разработки.

Кондиции для подсчета балансовых и забалансовых запасов обосновать при подготовке ТЭО временных разведочных кондиций. Оценочные параметры для прогнозных ресурсов категории P_1 принять в соответствии оптимальным вариантом кондиций для подсчета запасов категории C_2 и C_1 .

Работы предполагается провести в оценочной стадии.

Оценочные работы включают в себя:

- геолого-рекогносцировочные маршруты методом геологического обследования по свободной сети;
- бурение вертикальных колонковых скважин с проведением комплекса ГИС для заверки результатов бурения скважин, предшествующих ГРП с целью уточнения геологического разреза и строения потенциально продуктивных тел;
- выполнить комплекс опробовательских, лабораторных и топографо-геодезических работ;
- в контуре выделенных участков, отвечающих разработанным поисковым критериям и признакам прогнозируемого объекта бурение поисковых вертикальных колонковых скважин с проведением комплекса ГИС по сети не более 200x200 м для локализации и прослеживания щелочных и смешанных разностей бентонита с целью оценки прогнозных ресурсов категории Р₁;
- геологическая документация и фотодокументация керна скважин.

3.2 Методика проектируемых работ

3.2.1 Топографо-геодезические работы

Комплекс по созданию топографо-маркшейдерского обоснования включает в себя следующие виды работ: создание сети методом триангуляции (микротриангуляции), вынос в натуру местоположения скважин, передача высот тригонометрическим нивелированием, теодолитные ходы точности 1:2 000 – 1:5 000 [10, 11].

Сеть планово-высотного сгущения ГГС (государственная геодезическая сеть) будет создана методом микротриангуляции с одновременной передачей высот на точки ходов тригонометрическим нивелированием. Ход будет привязываться к пунктам триангуляции в начале, конце и середине так, чтобы его длина между исходными пунктами не превышала 7 км, в противном случае снижается точность определения координат и высот. Углы предусматривается измерять теодолитом средней точности 2Т5К способом отдельного угла одним полным приемом. Вертикальные углы будут измерены одним полным приемом

при двух положениях круга в прямом и обратном направлениях. Расхождения превышений, вычисленных дважды, не должны превышать 4 см на 100 м расстояния, а общая невязка хода – величины $0,2\sqrt{L}$, где L – длина хода в км. Высоты визирной цели и горизонтальной оси вращения трубы измеряются с точностью до 1 см.

Затем будет выполняться непосредственная привязка объектов проложением по всем опорным профилям и магистралям сети геологоразведочных работ теодолитных ходов точности 1:2 000 – 1:5 000. Опорой для этих ходов послужат точки микротриангуляции. В отдельных случаях, когда невозможно выполнить привязку теодолитными ходами привязку объектов предусматривается выполнить полярным способом или отдельными висячими ходами с точек теодолитных ходов.

Для передачи дирекционного направления на начальную линию полигонометрического хода, на исходных пунктах триангуляции, в связи с отсутствием взаимной видимости между ними, будет выполнено определение азимута по зенитным расстояниям Солнца, либо будут использоваться топопривязчики высокой точности.

Для построения вертикальных разрезов и определения высот устьев буровых скважин, предусматривается тригонометрическое нивелирование профилям со скважинами, как наиболее простой и точный способ получения высот, не требующий больших трудо- и материальных затрат. Высотной опорой ходов тригонометрическим нивелирования служат точки микротриангуляции, связанные с пунктами триангуляции ГГС.

3.2.2 Буровые работы

Колонковое бурение скважин предусмотрено геологическим заданием, с целью изучения геологического строения площади работ, вскрытия, прослеживания и опробования рудных тел, установления их морфологии, строения и условий залегания, выявления тектонических нарушений,

получения геологической информации для локализации прогнозных ресурсов и запасов бентонитовых глин.

Проведение буровых работ предполагается в два этапа.

Первый этап - бурение вертикальных колонковых заверочных скважин объемом не менее 500 пог. м для заверки результатов бурения скважин, предшествующих ГРП с целью уточнения геологического разреза и строения потенциально продуктивных тел [24].

Второй этап - поисковое и оценочное бурение вертикальных колонковых скважин в объеме не менее 2900 пог. м, в том числе:

– для локализации ресурсов категории P_1 — поисковое бурение на территории распространения продуктивных толщ, перекрытых маломощными четвертичными отложениями, по сети не более 200 x 200 м;

– для оконтуривания продуктивных тел и оценки их параметров, подсчета запасов категории C_2 и C_1 — оценочное бурение на участках детализации по сети не более 100 x 100 м.

Глубина скважин, в зависимости от глубины пересечения продуктивной толщи, составит от 40 до 100 м. Средняя проектная глубина скважин составит 77,2 м. Все проектные скважины по глубине входят во II группу.

Исходя из рекомендованных объемов бурения, проектируется проходка 45 скважин колонкового бурения.

Все скважины должны полностью пересечь продуктивную толщу и выйти в подстилающие породы на глубину не менее 2 метров. Выход керна по вмещающим породам – не менее 80%, по продуктивной толще не менее 90%.

3.2.3 Геофизические работы

Проектом предусматривается проведение 3475 пог. м каротажа 45 буровых скважин.

Основные задачи, стоящие перед геофизическими исследованиями скважин, следующие:

- литологическое расчленение геологических разрезов скважин;

- выделение зон трещиноватости;
- контроль за направлением проходки и техническим состоянием скважин.

Для решения поставленных задач предусматривается следующий комплекс геофизических методов [28]:

- гамма-каротаж (ГК);
- кавернометрия (КВ);
- инклинометрия;

Гамма-каротаж предусматривается с целью более точного определения глубин залегания контактов литологических разностей пород, корреляции геологических разрезов, а также с целью радиационной и экологической оценки бентонитовых глин. Работы будут выполняться аппаратурой КУРА-2М в поисковом масштабе 1:200 со скоростью не более 500 м/час, постоянная времени 3 с. Масштаб записи по параметру будет выбран на первых скважинах.

Эталонирование аппаратуры будет проводиться 1 раз в квартал, снятие счетной характеристики 1 раз в полугодие. После каждого ремонта, смены ФЭУ или кристалла будут проводиться внеочередная эталонировка и снятие счётной характеристики. Стабильность работы аппаратуры будет контролироваться на каждой скважине по показаниям на рабочих эталонах, до и после записи кривой ГК. Расхождения не должны превышать + 10%. Контрольные измерения проводятся на каждой скважине в объёме 10 %. Интервалы радиоактивных аномалий будут детализироваться в масштабе 1:50 со скоростью не более 150 м/час. Учитывая отсутствие радиоактивных аномалий в данном районе, объём детализации принимается минимальным - 2%. Погрешность измерений не должна превышать + 5%.

Кавернометрия предусматривается для контроля технического состояния скважин и выделения кавернозных и трещиноватых пород. Работы будут проводиться каверномером КМ-3. Кавернограммы будут регистрироваться в масштабе 1:200, со скоростью не более 1000 м/час. Масштаб регистрации 1:2.

Настройка каверномера будет проводиться на каждой скважине с использованием градуировочных колец. Погрешность измерений будет оцениваться по записи в обсадной колонне и не должна превышать +4 мм.

Инклинометрия будет проводиться с помощью скважинного инклинометра МИР-36 при его подъеме в скважинах, глубина которых превысит 100 метров. Шаг измерений 10 м. Объем контрольных измерений 10%. Погрешность не должна превышать 3 градуса по углу и 5 по азимуту.

На этапе проектирования не предусматривается бурение скважин глубиной более 100 метров. При этом, нельзя исключать возможности продления скважин в случае невыхода из полезной толщи на проектной глубине. Исходя из этого, проектом предусматривается проведение инклинометрии для скважин глубиной в 100 м. При этом, объем инклинометрии на 10% будет превышать общую проектную протяженность данных скважин: $16 \text{ (скважин проектной глубиной 100 м)} * 100 * 1,1 = 1760 \text{ п.м}$ инклинометрии.

Каротаж будет выполняться при закрытии скважины станцией СК-1-74, которая будет базироваться на базе участка. Средние расстояния от базы до скважин составит 6 км. Количество выездов на одну скважину – 1. Общее количество выездов – 45.

Перегон каротажной станции до участка работ и обратно будет выполняться за счёт затрат на транспортировку.

3.2.4 Опробовательские работы

Керновое опробование будет производиться с целью оценки сырья для изготовления глинопорошка для буровых растворов, формовочных и др. целей, предусмотренных строго геологическим заданием.

Отбор рядовых керновых проб будет производиться с целью изучения минералогического, химического и гранулометрического состава, структурных и физико-технических свойств и технологических испытаний. Пробы будут

отбираться с учетом состава глин, их текстурных особенностей, цвета, характера слоистости.

Согласно техническому заданию, минимальная длина керновой пробы – 0,5 м, стандартная длина – 1,0 м. При этом, согласно п. 25 «Методических рекомендаций по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Глинистые породы», при однородном строении полезной толщи, допускается увеличение интервала опробования до 2 метров. Исходя из этого, основной объем проб будет отобран длиной 1 или 2 метра. При этом, средняя длина керновой пробы принимается равной 1,5 м.

На участке пробы будут отбираться секциями от 0,5 до 2,0 м с разделением керна по длинной оси на две равных части и отбором в пробу половины материала. При опробовании предусматриваются оконтуривающие пробы с выходом во вмещающие породы на расстоянии не менее 2 м.

После проведения опробовательских работ все остатки керна хранятся в керновых ящиках, оборудованных крышками, до полного завершения работ и апробации отчетных материалов.

При опробовании проводится предварительная зачистка от затертой массы между колонковой трубой и керном до породы с ненарушенной структурой.

Контрольное опробование выполняется по скважинам в объеме не менее 5% от длины потенциально продуктивных интервалов.

Контроль объемного выхода керна будет осуществляться весовым способом. Расхождение между фактическим и теоретическим весом не должно превышать + 20%.

Теоретический максимальный вес керновой пробы длиной 1,0 м, при среднем удельном весе $2,2 \text{ г/см}^3$, при бурении диаметром 96 мм (диаметр керна 63,5 мм), согласно принятой конструкции скважин, и с учетом отбора в пробу

половины керна, составит около 3,48 кг. При среднем выходе керна 90 %, вес проб в среднем составит примерно 3,15 кг.

3.2.5 Лабораторные работы

Лабораторно-аналитические исследования должны проводиться в лабораториях, компетентность которых при выполнении соответствующих видов анализов подтверждена.

Лабораторные исследования будут производиться собственными силами в лаборатории АО «Дальневосточное ПГО», г. Владивосток; а также на основании договора подряда с АО «ЦНИИГеолнеруд», г. Казань.

Схема пробоподготовительных работ определятся в зависимости от типа пробы и проектируемых видов исследования. Первичная пробоподготовка для рядовых проб бентонита: измельчение, перемешивание, квартование, сушка и последовательное истирание до фракции 0,16 мм с отбором дубликатов [29].

Подготовка проб сопровождается контрольным взвешиванием.

Пробоподготовка рядовых и контрольных керновых, а также групповых проб будет производиться в лаборатории АО «ЦНИИГеолнеруд». Для каждого лабораторного этапа необходим определенный способ пробоподготовки, который будет производиться после окончания предыдущего этапа и отбраковки некондиционных интервалов [18].

3.2.6 Камеральные работы

Камеральная обработка полученных результатов полевых исследований подразделяется на текущую (полевую), промежуточную (после полевую) и окончательную обработку.

Камеральные работы будут проводиться в полевых условиях в летнее время (первичная полевая камеральная обработка материалов) и на базе АО «Дальневосточное ПГО» в г. Хабаровске в зимнее время (промежуточная и окончательная камеральная обработка материалов).

Камеральные работы будут проводиться в течение всего времени действия проекта и включают в себя как обработку полученной информации по

отдельным видам работ, так и комплексную обработку всех данных по мере накопления геологической информации. Промежуточная и окончательная камеральная обработка полевых материалов будет производиться на каждом этапе оценочных работ в послеполевой период.

В период полевых камеральных работ предусматривается обработка материалов: геолого-рекогносцировочных маршрутов; документации и опробования керна скважин; топографо-геодезических работ. В процессе этих работ будут составлены журналы кернового опробования; журналы образцов; карты фактического материала; литологические колонки и разрезы по скважинам с результатами кернового опробования и геологическими данными.

В период полевых камеральных работ будут также [19]:

- составляться (уточняться) геолого-поисковая карта площади работ;
- систематизироваться и упаковываться пробы и образцы;
- формироваться первичные электронные базы данных (БД).

Объёмы полевой камеральной обработки материалов на все виды проектируемых полевых работ, кроме обработки результатов буровых работ, учтены в их составе.

Полевая камеральная обработка результатов буровых работ проектом учитывается отдельно и заключается в обработке результатов документации и опробования керна скважин:

- составление каталогов скважин, пополнение результатами анализов, внесение необходимых дополнений в геолого-поисковую карту, карту фактического материала для использования в соответствующих разделах отчета;

- составление окончательных разрезов и колонок по скважинам, выноска результатов опробования и подсчет средневзвешенных содержаний, обобщенное продуктивных толщ для использования при составлении отчета и подсчете прогнозных ресурсов и запасов;

- составление рабочих планов опробования, карты фактического материала и полевого варианта геолого-поисковой карты и разрезов;
- систематизация фотографий керна и коллекции образцов;
- составление первичной базы данных кернового опробования.

В итоге окончательной камеральной обработки материалов должны быть разработана прогнозно-поисковая модель объекта, применительно к площади работ, составлены геологические прогнозно-поисковые карты Устиновской площади и комплект графических материалов, оценены прогнозные ресурсы категории P_1 , подсчитаны запасы категории C_2 и C_1 , подготовлены рекомендации, оформлены коллекции образцов и первичных материалов для сдачи в архив, создана цифровая база данных [19].

4 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

Производственная часть проекта представлена таблицей 1. «Сводный перечень основных виды поисковых работ», проектируемых на весь период.

Таблица 1 – Сводный перечень основных видов оценочных работ на бентониты в пределах Устиновской площади

№ поз	Наименование работ	Ед. изм.	Объем всего
1	Составление и утверждение в установленном порядке проектной документации	проект	1
2	Составление информационных отчетов	отчет	6
	Составление годовых информационных отчетов	отчет	3
3	Составление окончательного геологического отчета	отчет	1
1	Предполевые работы:		
	Сбор, обобщение, анализ и комплексная интерпретация геологических и геофизических материалов предшествующих работ в пределах района Устиновской площади	комплект материалов	1
	На основе обобщения материалов предшествующих работ подготовка разномасштабных карт, схем и разрезов, отражающих результаты ранее выполненных работ	комплект карт	1
	Установление комплекса поисковых критериев и признаков локализации потенциально промышленных объектов щелочных и смешанных разностей бентонита	комплект материалов	1
	Разработка прогнозной–поисковой модели объектов щелочных и смешанных разностей бентонита, адаптированной к условиям района Устиновской площади с использованием данных об объектах-аналогах.	комплект материалов	1
2	Полевые работы		
2.1	<i>Работы геологического содержания:</i>		
2.1.1	Геологическая документация керна скважин	п.м	3475
2.1.2	Геолого-рекогносцировочные маршруты	п.км	15
2.1.3	Керновое опробование	проб	819
2.2	Геофизические работы:		
	Геофизические исследования скважин	п.м.с	3475

№ поз	Наименование работ	Ед. изм.	Объем всего
2.3	<i>Буровые работы:</i>		
	Бурение скважин	п.м	3475
2.4	<i>Топографо-геодезические и маркшейдерские работы:</i>		
	Вынос в натуру точек геологоразведочных наблюдений	точка	52
	Привязка точек геологоразведочных наблюдений при помощи GPS-приемников	точка	310
	инструментальным способом	точка	52
	Закрепление на местности точек геологоразведочных выработок металлическими реперами	пункт	45
	Тахеометрическая съемка	км ²	1
	Камеральные топографо-геодезические работы	отр.мес	1,4
2.5	<i>Прочие полевые работы:</i>		
	Строительство временных дорог	км	15
	Очистка площади от леса и кустарников	га	12,9
	Подготовка площадок для бурения скважин	площ.	52
	Рекультивация буровых площадок	площ.	52
	Содержание полевой базы	мес.	18
3	Организация и ликвидация полевых работ:		
	Организация полевых работ	%	3,0
	Ликвидация полевых работ	%	2,4
4	Лабораторные и технологические исследования:		
4.1	<i>Аналитические исследования керновых проб:</i>		
	Определение природных радионуклидов (Ra-226, Th-228, Cs-137, K-40)	проба	3
4.2	<i>Аналитические исследования проб воды при гидрогеологических работах</i>		
	Сокращенных химический анализ воды	проба	24
	Полный химический анализ воды с определением микрокомпонентов	проба	7
	Радиологический анализ воды	проба	9

№ поз	Наименование работ	Ед. изм.	Объем всего
	Определение коррозионной активности воды	проба	6
4.3	<i>Аналитические исследования при геолого-экологических работах</i>		
	<i>Исследования почв</i>		
	Определение природных радионуклидов (Ra-226, Th-228, Cs-137, K-40) в пробах почв	проба	10
	Определение вредных и токсичных металлов (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Co, Cr, Hg, Sb, As V, Sn, Y, Mo, Mn, Ti, Fe) в пробах почв	проба	10
	Определение нефтепродуктов в пробах почв	проба	10
	<i>Исследования донных отложений</i>		
	Определение природных радионуклидов (Ra-226, Th-228, Cs-137, K-40) в донных отложениях	проба	5
	Определение вредных и токсичных металлов (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Co, Cr, Hg, Sb, As V, Sn, Y, Mo, Mn, Ti, Fe) в донных отложениях	проба	5
	Определение нефтепродуктов в донных отложениях	проба	5
	<i>Исследования поверхностных вод</i>		
	Определение нефтепродуктов в пробах воды.	проба	25
	Определение вредных и токсичных металлов (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Co, Hg, As, V, Mo, Mn) в пробах воды;	проба	5
	Определение природных радионуклидов (Ra-226, Th-228, Cs-137, K-40) в пробах воды	проба	5
	<i>Исследования снежного покрова</i>		
	Определение массовой концентрации пыли в пробах снега	проба	9
	<i>Исследования атмосферного воздуха</i>		
	Определение массовой концентрации пыли в воздухе	проба	3
	Определение массовой концентрации диоксида и оксида азота в воздухе	проба	3
	Определение массовой концентрации диоксида и оксида серы в воздухе	проба	3
	Определение массовой концентрации диоксида и оксида углерода в воздухе	проба	3
4.4	<i>Физико-механические испытания образцов керна</i>		
	Влажность керна $W_{об}$ (остаточная)	проба	35

№ поз	Наименование работ	Ед. изм.	Объем всего
	Средняя плотность	проба	35
5	Камеральные работы:		
5.1	Полевая камеральная обработка результатов буровых работ	отр.-мес	7,4
5.2	Промежуточная и окончательная обработка полевых материалов	отр.-мес	11,8
5.3	Составление и оформление информационных отчетов.	отчет	6
5.4	Составление и оформление годовых информационных отчетов.	отчет	3
5.5	Составление окончательного геологического отчета	отчет	1
5.6	Компьютерное сопровождение при составлении окончательного геологического отчета	отр.-мес.	2
6	Прочие собственно геологоразведочные работы и затраты:		
6.1	Метрологическое обеспечение работ:	руб.	23769
6.2	Проект освоения лесов	проект	1
	<i>Сопутствующие работы и затраты:</i>		
7	Временное строительство на участке полевых работ:		
7.1	Полевая база	база	1
7.2	Сани металлические грузоподъемностью до 10 т	сани	1
7.3	Склад ГСМ в таре	соор.	1
8	Транспортировка	м.см	254,03
9. Компенсируемые затраты:			
	Производственные командировки в г. Хабаровск	командир.	6
	Полевое довольствие	чел. дни	8928
	Плата за лицензию	руб	7500
	Возмещение убытков, причиненных изъятием или временным занятием земельных участков	руб	1531665
	Регулярные платежи за пользование недрами	руб	118565
	Экспертиза проектной документации	руб	3000
	Рецензия отчета	руб	40398
10. Лабораторные работы:			

№ поз	Наименование работ	Ед. изм.	Объем всего
10.1	<i>Лабораторные исследования керновых проб и групповых проб, в т.ч. внутренний контроль</i>	проба	
	Определение массовой доли монтмориллонита	проба	819
	Определение концентрации обменных катионов	проба	410
	Выход глинистого раствора, м ³ /т	проба	460
	Показания шкалы вискозиметра при скорости 600 об/мин	проба	346
	Отношение предела текучести к пластической вязкости	проба	346
	Показатель фильтрации	проба	346
	Предел прочности при сжатии	проба	460
	Предел прочности при разрыве в зоне конденсации влаги	проба	460
	Термическая устойчивость	проба	428
	Массовая доля карбонатов в пересчете на CaCO ₃	проба	428
	Массовая доля сульфидной серы	проба	18
	Массовая доля железа в пересчете на Fe ₂ O ₃	проба	18
	Водопоглощение	проба	20
	Коллоидальность	проба	20
	Индекс набухания	проба	18
	Химический анализ атомно-эмиссионным, гравиметрическим и титриметрическим методами	проба	18
	Минералогический анализ рентгенографическим количественным фазовым методом (определение содержания глинистых минералов и примесей)	проба	18
10.2	<i>Аналитические исследования проб воды при гидрогеологических работах</i>		
	Бактериологический анализ воды	проба	7
10.3	<i>Аналитические исследования при геолого-экологических работах</i>		
	<i>Исследования почв</i>		
	Бактериологические исследования почвы	проба	18
	Паразитологические исследования почвы на яйца гельминтов и цисты кишечных патогенных простейших	проба	18

№ поз	Наименование работ	Ед. изм.	Объем всего
	<i>Исследования донных отложений</i>		
	Бактериологические исследования донных отложений	проба	5
	Паразитологические исследования донных отложений на яйца гельминтов и цисты кишечных патогенных простейших	проба	5
	<i>Исследования поверхностных вод</i>		
	Санитарно-химические и бактериологические исследования питьевой воды на показатели ОМЧ, ОКБ, ТКБ	проба	25
	Бактериологические исследования технической воды, на показатели ОМЧ, ОКБ, ТКБ	проба	25
	Бактериологические исследования воды на колифаги;	проба	25
	Бактериологические исследования воды на патогенную микрофлору (сальмонеллы, шигеллы);	проба	25
	Паразитологические исследования воды на цисты патогенных простейших и яйца гельминтов;	проба	25
10.4	<i>Физико-механические испытания образцов керна</i>		
	Коэффициент крепости (предел прочности на одноосное сжатие)	проба	15
	Прочность при растяжении	проба	15
	Водопоглощение	проба	15
	Коэффициент Пуассона	проба	15
10.5	<i>Составление ТЭО временных разведочных кондиций</i>	комплект материалов	1

Основными полевыми видами работ на проектируемой площади является бурение скважин и вспомогательные работы, сопутствующие бурению. Общий объем бурения составит 3475 м, распределение этого объема по категориям отражено в геолого-методической части проекта. Принимаем, что 100% буровых работ проводится в зимний период.

Удорожание монтажно-демонтажных работ, проводимых в зимних условиях, учитывается поправочными коэффициентами, которые учитывают увеличение норм на монтаж, демонтаж и перевозку буровых установок за счет учета времени на обогрев рабочих в зимний период. область относится к VI

температурной зоне (прил. 5, СН-5). В соответствии со «Сборником разъяснений, дополнений, изменений и уточнений к ...» вып. 1, п. 42 поправочный коэффициент к нормам времени при производстве монтажа, демонтажа и перевозок буровых установок в зимний период времени равен 1,25. Расчет затрат времени на разные виды работ приведены в таблицах ниже.

Таблица 2 - Расчет затрат времени на бурение и вспомогательные работы

Вид работ	Категория пород	Ед. изм.	Объемы работ	Нормативный документ	Норма времени на ед., ст/см	Поправ. коэфф	Всего затрат ст/см	Нормативный документ	Затраты труда на ед.. ч./дн.	Всего затрат ч/дн
Колонковое бурение в зимний период самоходной установкой Boart Longyear LF-90 «всухую» диаметром 76 мм.	I	Пог.м.	13,5	ССН-5, таб. 5, с.76	0,04		0,5			
	III-IV	Пог.м.	211,5		0,06		12,7			
	VII		405,0		0,16		64,8			
	VII		1530,0		0,16		244,8			
	VIII	Пог.м.	1315,0		0,18		236,7			
Итого			3475,0				559,5	ССН-5, таб.14.16	3,51	1964,0
Удорожание бурения в зимних условиях							559,5	ССН-5, таб. 210	0,54	302,1
Итого бурение:			3475				559,5			2266,1
Сопутствующие бурению работы										
Монтаж, демонтаж и перемещение буровой до 1 км, зимой (п.95).		Перев.	180	ССН-5, таб. 104. с.1, г.3,г.208	0,65	1,25	146,25	ССН-5, таб. 105. Таб.208	2,28	333,5

Продолжение таблицы 2

Вид работ	Категория порол	Ед. изм.	Объемы работ	Нормативный документ	Норма времени на ед., ст/см	Поправ. коэфф	Всего затрат ст/см	Норматив - НЫЙ документ	Затраты труда на ед.. ч./дн.	Всего затрат ч/дн
Вспомогательные работы										
Ликвидационное тампонирование (засыпка скважин вручную с трамбовкой)		м ³	450	ССН-4, таб. 162 г.3	0,77	-	346,5	ССН-4. таб. 163	1,30	450,5
Установка пробок в скважины		шт	45	ССН-5, таб. 66. с.1, г.3	0,08	-	3,6	ССН-5. таб.14.16	3,51	12,6
Крепление скважин обсадными трубами и извлечение		100 м	5,4	ССН-5, таб. 72, с.2, г.3,5	2,33	-	12,582	ССН-5. таб. 14.16	3,51	44,2
Геологическое сопровождение (Сборник раз, и доп. вып. 3. 2000г.)		ст.см.	559,5	-	-	-	-	п. 23	0,64	358,1
Удорожание в зимних условиях							362,682	ССН-5. таб. 210	0,54	195,8
Итого сопутствующие							362,682			1061,2
Всего затрат							922,2			3327,3

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Расчет стоимости проектируемых ГРП определяется, на основе сводного перечня работ, приведённого ранее, и единичных расценок на их выполнение. Общая сумма затрат на выполнение составит **87 420 847 рублей**.

Таблица 3 – Сметная стоимость по объекту

№ поз	Вид работ	Единицы измерения	Объем работ	Стоимость за ед. Руб.	Сумма, руб.
1 Предполевые работы и проектирование					3200000
1.1	Проект	проект	1	3200000	3200000
2 Полевые работы:					39848650
2.1	Рекогносцировочные маршруты	км	15	5000	75000
2.2	Бурение скважин	п. м.	3475	9500	33012500
2.3	Бурение гидрогеологических скв с исследованиями	п. м.	330	19 500	6435000
2.4	Топогеодезические работы м-ба 1:2000	км2	1	326 150	326150
3 Лабораторные работы:					1357879
3.1	Приближенно-количественный эмиссионный спектральный анализ (ПКСА)	проба	819	263	215397
3.2	Изучение физических свойств пород	проба	819	339	277632
3.3	Полный комплексный анализ воды	проба	25	10900	272500
3.4	Определение природных радионуклидов	проба	18	28500	513000
3.5	Бактериологические и паразитические исследования	проба	23	3450	79350
4 Сопутствующие расходы и затраты					2861065
4.1	Строительство временных дорог	км	15	50 559	758390
4.2	Строительство жилья:				2102674
4.2.1	Полевая база	база	1	268 334	268334
4.2.2	Полевой временный лагерь	лагерь	1	339 656	339656
4.2.3	Содержание полевого лагеря	месяц	18	83 038	1494685
ИТОГО					47267594
6 Организация и ликвидация полевых работ					2552450
6.1	Организация полевых работ	3%			1418028
6.2	Ликвидация полевых работ	2,40%			1134422
7	Транспортировка грузов, персонала	5%			2363380
8	НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ	20%			9453519
9	ПЛАНОВЫЕ НАКОПЛЕНИЯ	10%			4726759
10	КОМПЕНСИРУЕМЫЕ ЗАТРАТЫ	5%			2363380
ИТОГО					68727081
11	Резерв на непредвиденные работы	6%			4123625
ИТОГО					72850706
12	НДС 20%	20%			14570141
ВСЕГО					87420847

6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

Проектом предусматривается строительство полевой базы, расчистка дорог, топороботы, бурение скважин колонкового бурения глубиной до 150 м, гидрогеологические и геолого-экологические работы.

При производстве работ будут использованы серийные автомашины и оборудование: переносная бензиновая электростанция «Хонда», бензопилы типа «Хускварна», транспортные средства (автомобили типов КамАЗ-4210, ГАЗ-66 и УАЗ-469, снегоболотоходы типа ГАЗ-71), землеройная техника (бульдозеры), самоходная буровая установка типа УРБ-51.

6.1 Электробезопасность

Снабжение жилых и производственных помещений электроэнергией предусматривается осуществлять с помощью бензинового электрогенератора типа YAMANA или централизованного источника электрической энергии.

При работах с источниками опасного напряжения (генераторы, преобразователи, аккумуляторы, сухие батареи и т.п.) персонал должен иметь квалификационную группу по электробезопасности 1 [3].

Наличие, исправность и комплектность диэлектрических защитных средств, а также блокировок, кожухов и ограждений, средств связи между оператором и рабочими на линиях должны проверяться перед началом работ (визуально) [22].

Работа с источниками опасного напряжения (включение их и подача тока в питающие линии и цепи) должна производиться при обеспечении надежной связи между оператором и рабочими на линиях. Все технологические операции, выполняемые на питающих и приемных линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд сигнализации и связи.

Перед включением напряжения (аппаратуры) оператор должен оповестить об этом весь работающий персонал соответствующим сигналом. Не

допускается передавать сигналы путем натяжения провода. После окончания измерения необходимо отключать все источники тока.

Корпуса генераторов электроразведочных станций и другого электроразведочного оборудования должны быть заземлены согласно действующим правилам. У заземлений питающей линии должно находиться не менее двух человек. Допускается нахождение одного рабочего в случаях:

- нахождения его в пределах прямой видимости оператора;
- использования безопасного источника тока.

Включение источников питания должно производиться оператором только после окончания всех подготовительных работ на линиях. Оператор должен находиться у пульта управления до конца производства измерений и выключения источников питания.

При использовании передвижной электростанции (ПЭС) с двигателем внутреннего сгорания ее размещение должно осуществляться в соответствии со следующими правилами [22]:

- ПЭС мощностью до 125 кВт разрешается устанавливать в привышечных сооружениях, если она обслуживает одну установку;
- ПЭС, работающие без постоянного присутствия машиниста, должны устанавливаться на расстоянии не более 25 м от постоянного рабочего места машиниста буровой установки или его помощника.

Электрооборудование буровых установок должно соответствовать условиям среды, в которой оно применяется. Молниезащита установок должна осуществляться в соответствии с требованиями действующей инструкции.

Защита людей от поражения электрическим током в сетях с глухозаземленной нейтралью должна осуществляться применением защитного зануления, а в сетях с изолированной нейтралью - применением заземления. В обоих случаях необходимо также устанавливать автоматические устройства защитного отключения.

На каждой буровой установке должна быть исполнительная принципиальная электрическая схема главных и вспомогательных электроприводов, освещения и другого электрооборудования с указанием типов электротехнических устройств и изделий с параметрами защиты от токов коротких замыканий. Схема должна быть утверждена лицом, ответственным за электробезопасность. Перед пусковыми устройствами (пультами управления и т.п.) должны находиться изолирующие подставки. Подставки, расположенные вне помещений, должны быть защищены от атмосферных осадков козырьками, боковинами и т.п. На каждом коммутационном аппарате должна быть четкая надпись, указывающая наименование подключенного потребителя [22].

6.2 Пожарная безопасность

В целях соблюдения правил противопожарной безопасности при проведении всех видов проектируемых полевых работ будут выполнены перечисленные ниже мероприятия [26].

1. До начала пожароопасного периода будет проведена регистрация в лесничестве площади работ с нанесением местоположения участков работ на схематическую карту лесхоза.

2. Определен перечень должностных лиц, ответственных за пожарную безопасность на объектах проведения полевых работ.

3. Перед началом работ будет разработан план противопожарных мероприятий, с которым под роспись будут ознакомлены все сотрудники полевого подразделения предприятия.

4. В полевом подразделении предприятия будет создана добровольная пожарная дружина, а входящие в ее состав лица пройдут обучение по утвержденной программе.

5. Перед началом пожароопасных периодов руководителем полевого подразделения будут проводиться однодневные семинары с работниками подразделения по правилам противопожарной безопасности при производстве работ в лесу и мерам их соблюдения.

6. При рубке просек, расчистке площадей от леса будет производиться их обязательная очистка от порубочных остатков.

7. Запрещен самовольный выход отдельных работников с участка работ без разрешения лица, ответственного за противопожарную безопасность.

8. В случае возникновения пожара в районе работ ответственному за пожарную безопасность незамедлительно будут приниматься меры по ликвидации очага пожара, и будет сообщаться о его возникновении руководству предприятия и в лесхоз по месту проведения работ.

9. Каждый объект обеспечивается противопожарным инвентарем и оборудованием в соответствии с действующими нормами [14].

6.3 Охрана труда

Для выполнения геологического задания и в целях обеспечения безопасной жизнедеятельности работников предприятия проектом предусматривается ряд мероприятий по охране труда и промышленной безопасности.

Проектом на площади работ предусматривается построить или завести в готовом виде бытовые и другие вспомогательные объекты, провести монтаж энергетического оборудования, расчистить к объектам дороги и выполнить другие подготовительные работы.

Предусмотрены следующие мероприятия по охране труда [18]:

1. Организовать регулярное снабжение трудящихся продовольствием, обеспечить горячей пищей.

2. Построить баню, душ, сушилку для рабочей одежды [28].

3. Построить на полевой базе туалеты и выгребные ямы [15].

4. Снабжение трудящихся чистой питьевой водой будет осуществляться из чистых водотоков и родников [27].

5. В случае заболевания или несчастного случая с работником предприятия, последний будет доставлен автотранспортом в больницу пгт. Кавалерово.

Маршрутные исследования, переходы работников между объектами, местами временного проживания и базами полевых подразделений должны производиться по предварительно проложенным на топооснове местности (карте, плане, схеме) маршрутам.

Выходы работников полевых подразделений на объекты работ, в маршруты должны производиться по согласованию с руководителем работ (начальником партии или отряда) и регистрироваться в специальном журнале. Самовольный выход работников в маршрут не допускается.

Отсутствие работника или группы работников в лагере по неизвестным причинам должно рассматриваться как чрезвычайное происшествие, требующее принятия срочных мер для розыска отсутствующих.

Каждая маршрутная группа будет обеспечена топопривязчиком, будет иметь компас, нож, индивидуальный пакет первой медицинской помощи, коробку спичек в непромокаемом чехле. Все работники должны быть обучены ориентированию по компасу, солнцу, звездам, местным приметам, по карте и должны всегда быть знакомы с маршрутом движения группы [24].

Настоящим проектом предусматривается использование автомобильного и вездеходного (тракторного) транспорта. При эксплуатации транспортных средств, перевозке людей и грузов должны выполняться приводимые ниже требования правил и рекомендаций.

К управлению транспортными средствами приказом по предприятию после прохождения инструктажей по технике безопасности, безопасности движения и стажировки допускаются лица, прошедшие специальное обучение, имеющие удостоверение на право управления соответствующим видом транспорта.

Водители транспортных средств, направляемые в рейсы со сложными погодными и дорожными условиями и по временным дорогам, должны быть обеспечены маршрутными картами движения с указанием особенностей пути и

мер безопасности, медикаментами, неприкосновенным запасом продовольствия, а при необходимости и водой.

Передвижение стационарных и передвижных буровых установок должно производиться под руководством бурового мастера или другого лица, имеющего право ответственного ведения буровых работ. Ему должен быть выдан утвержденный техническим руководителем предприятия план передвижения с указанием способа передвижения, типа и количества тягачей, а также схема и профиль трассы с обозначением на них участков повышенной опасности (водотоки, заболоченные участки, крутые спуски и подъемы и т.п.).

Для производства спускоподъемных операций должны применяться серийно выпускаемые заводами-изготовителями грузоподъемные принадлежности (вертлюги-амортизаторы, вертлюги-сальники, элеваторы, пробки вертлюжные, кронблоки, направляющие ролики и др.), имеющие разрешение на применение от Госгортехнадзора России.

Дополнительно предусматривается ряд мероприятий по соблюдению правил промышленной безопасности, изложенных ниже [21].

1. Перед началом полевых работ, на случай стихийных бедствий (лесных пожаров, наводнений, поисков заблудившихся), руководитель подразделения предприятия, осуществляющего полевые работы, разрабатывает аварийный план, согласованный со службой промышленной безопасности предприятия и утвержденный генеральным директором предприятия. С аварийными планами знакомятся под роспись все работники партии.

2. Ежемесячно будет проводиться «День охраны труда» с проверкой полевых объектов на наличие средств индивидуальной защиты, пожарной безопасности объектов и организации труда сотрудников.

3. Начальнику подразделения, осуществляющему проведение полевых работ, вменяется в обязанность осуществление постоянного контроля за выполнением утвержденных должностных инструкций о безопасном ведении работ.

4. В целях предупреждения заболеваний болезнями, переносчиками которых являются грызуны, в продовольственных складах пользоваться специальными ящиками, обшитыми листовым железом, исключающими доступ грызунов к продовольствию.

5. В целях предупреждения заболевания клещевым энцефалитом, принимать на работу только лиц, имеющих прививки.

6. До начала работ необходимо обеспечить все полевые группы сотрудников необходимой документацией, паспортами проходки канав, инструкциями, средствами пожаротушения, актами готовности объектов.

7. Выезд на полевые работы разрешается только при наличии утвержденного директором предприятия Акта готовности подразделения к выезду на полевые работы.

Отдельно предусматриваются дополнительные мероприятия по безопасному ведению буровых работ.

1. Регулярные ревизия, испытания, выбраковка и замена бурового оборудования, механизмов и инструмента, защитных средств и приспособлений, отработавших свой срок.

2. Для обеспечения пожарной безопасности буровых установок, здания внутри должны быть обшиты листовым железом и покрыты огнестойкой краской.

3. На каждой буровой установке будет назначен общественный инспектор по охране труда и промышленной безопасности, ответственные лица за состояние промышленной и пожарной безопасности.

4. Предусматривается ежемесячное проведение общих собраний коллективов буровых бригад по вопросам состояния охраны труда и промышленной безопасности с анализом допущенных нарушений, несчастных случаев и доведение до сведения трудящихся содержания директивных документов и приказов.

5. Для предотвращения травматизма при производстве буровых работ будут применяться следующие меры безопасности:

- а) перевозку буровых агрегатов исключительно в светлое время суток;
- б) подходы к месту складирования проб и оборудования выкладывать трапами;
- в) освещенность рабочего места бурильщика и помощника бурильщика должна соответствовать установленным нормам;
- г) при перевозках персоналу запрещается находиться ближе расстояния, равного 1,5 высоты буровой мачты;

Перечень особо опасных работ, которые будут выполняться на основании письменных наряд–заданий:

- переезды буровых агрегатов с одной скважины на другую.
- лесозаготовительные работы.
- работа бульдозера.

Также предусматриваются мероприятия по обеспечению безопасных условий при транспортировке персонала и грузов.

Транспортировка оборудования, материалов, ГСМ, продовольствия и т.п., доставка вахты на базу партии будет производиться автомобилями предприятия или арендованными транспортными средствами. Путевые листы на эксплуатацию автотранспорта будут выдаваться на базе предприятия. Транспортировка персонала и грузов к месту работы на участке будет осуществляться автотранспортом, направленным в партию для работы вахтовым методом [31].

В последнем случае контроль за выпуском автомобилей на линию, выдачу путевых листов, контроль за состоянием водителей будет осуществлять руководитель подразделения, осуществляющего проведение полевых работ или официально назначенное заменяющее его лицо.

6.4 Охрана окружающей среды

В рамках мероприятий по охране недр и окружающей среды до начала проведения проектируемых полевых работ будет выполнено:

- оформление договора аренды лесного участка на площадь, необходимую для производства полевых работ;
- вынос в натуру геофизических профилей, канав и буровых площадок, подъездных дорог, объёмы которых определены проектом работ;
- определен перечень должностных лиц, ответственных за пожарную безопасность на объектах проведения полевых работ;
- обучение персонала правилам противопожарной безопасности при ведении работ в лесу и способам тушения лесных пожаров по утвержденной программе со сдачей зачета;
- обеспечена регистрация в лесхозе работы полевых подразделений предприятия с вынесением мест их расположения на специальные схематические карты лесничеств;

Непосредственно в процессе проведения полевых работ в пределах участка «Устиновская площадь» и на ведущих к нему подъездных путях будут соблюдаться перечисленные ниже правила [17].

1. Не производить ремонт, мойку транспорта вблизи ручьев и малых водотоков.

2. При эксплуатации полевой базы не допускать загрязнения источников водоснабжения производственными и бытовыми отходами. Для этого предусматривается сооружение выгребных ям, мест захоронения и сжигания отходов, загрязненных ГСМ, оборудование водозаборов, исключение самовольных порубок леса, соблюдение норм порубок и требований, определённых договором аренды и проектом освоения лесного участка.

3. При эксплуатации складов ГСМ, электростанций и стоянок автотранспорта будут соблюдаться меры, исключающие попадание ГСМ в поверхностные воды (обваловка, сточные канавы и т.п.).

4. При сооружении подъездных путей, буровых площадок и проведении других работ, связанных с вырубкой леса, предусматривается полученную деловую древесину складировать и передавать ее органам Рослесхоза. После проведения лесорубочных работ их площади будут очищаться от остатков, сбором их в кучу и оставлением до полного перегнивания.

5. При ведении буровых работ в целях предотвращения потерь промывочной жидкости при бурении скважин и загрязнения грунтовых вод предусматриваются следующие мероприятия:

- перекрытие водопоглощающих интервалов скважин обсадными трубами с цементированием колонн;

- применение в качестве промывочной жидкости водноэмульсионных растворов;

- для предотвращения загрязнения окружающей местности промывочными растворами, при бурении скважин будут применяться замкнутые циркуляционные системы с многократным использованием буровых растворов, последние будут собираться в специальные емкости – отстойники, отстаиваться и использоваться повторно;

- все буровые масла, получаемые при их замене в буровых станках, дизелях и т.п., будут накапливаться в специальных бочках и затем централизованно направляться на регенерацию. Сильно загрязненные отходы ГСМ, использованный обтирочный материал будет собираться в специальные контейнеры и сжигаться.

6.4.1 Охрана атмосферного воздуха

Источниками вредного воздействия на атмосферу будут являться выбросы отработанных газов при работе двигателей внутреннего сгорания – электростанция, автомобильный транспорт, землеройная техника. Объёмы и химический состав выхлопных газов зависят от технического состояния агрегатов. Для уменьшения выброса вредных веществ в атмосферу планируется применение присадок к топливу с обязательной регулировкой двигателей [16].

6.4.2 Охрана водных ресурсов

Вредное воздействие на грунтовые воды могут оказывать скважины колонкового бурения. Движения автомобильного и тракторного транспорта через водотоки не предусматривается. В пределах площади через водотоки планируется переправляться по существующим мостам через реки Зеркальная и Садовая.

С целью предупреждения загрязнения поверхностных вод промывочными растворами на каждой буровой площадке будут оборудоваться зумпфы, используемые в качестве отстойников. Для исключения попадания различного рода загрязняющих веществ за пределы буровой площадки, в т.ч. с талыми или дождевыми водами, предусматривается обваловка всех площадок бровкой высотой 0,3 м. Для предупреждения загрязнения подземных вод предусматривается ликвидационный тампонаж всех скважин [23].

Согласно «Положению о водоохраных полосах (зонах) малых рек Российской Федерации» от 14.01.1981 г. ширина водоохраных зон рек протяженностью до 50 км составляет 100 м, для остальных водотоков длиной свыше 10 км – 50 м [3]. В указанных зонах размещение лагерей, баз, проведение горных и строительных работ не предусмотрено. Защита водных ресурсов регламентируется постановлением «О порядке разработки и утверждения схем комплексного использования и охраны недр», «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами». При соблюдении требований вышеназванных документов ущерб поверхностным водам, вызванный производством геологоразведочных работ, будет минимальным.

При производстве геологоразведочных работ вода будет использоваться как для технологических, так и для бытовых нужд, но не в промышленных масштабах. Водозабор будет осуществляться из поверхностных водотоков с соблюдением всех требований по охране их естественного состояния [8].

К мероприятиям по охране и рациональному использованию водных ресурсов относятся:

- устройство помойных ям и надворных туалетов;
- устройству обваловки и водонепроницаемого экрана вокруг склада ГСМ;

- приобретение емкостей для слива отработанного моторного масла.

Во всех водотоках площади проектируемых работ и ее ближайших окрестностей водится рыба. Планируемые работы расположены вне зон влияния на ихтиофауну. Учитывая обязательное соблюдение положений о водоохраных зонах, негативное влияние на режимы прилегающих к участкам работ водотоков будет незначительным и практически сведен к нулю.

6.4.3 Охрана растительного и животного мира

Работы повлекут нарушение земель, а также будет произведена расчистка площадок от кустарника и мелкого леса на площади 15,38 га. К числу работ, производство которых может вызвать нарушение почвенно-растительного слоя, относятся: строительство временных дорог и обустройство буровых площадок.

В процессе выполнения проектируемых геологоразведочных работ обязательно возникнет необходимость в вырубке леса, чем, естественно, наносится невосполнимый ущерб лесным хозяйствам, компенсация которого предусматривается в виде арендной оплаты по действующим расценкам .

Учитывая незначительную площадь проведения проектируемых работ, а также принимаемые меры по сохранению представителей животного мира и среды их обитания, можно с уверенностью предположить, что воздействие на животный мир будет незначительным и допустимым, существующие биоразнообразие и численность животного мира будут сохранены [7].

6.4.4 Охрана почвенного покрова и земельных ресурсов

Также предусматривается проведение комплекса мероприятий по восстановлению земельных участков и местности по мере завершения полевых работ [4].

1. Все пробуренные скважины после проведения в них исследований, предусмотренных проектом, подлежат ликвидационному тампонажу.

2. Все загрязненные ГСМ и растворами места, будут очищены и засыпаны свежим грунтом. Загрязненный грунт предусматривается вывезить и складировать в специально созданном котловане.

3. Рекультивации подлежат все буровые площадки. Рекультивация земель будет проведена на завершающей стадии полевых работ. При завершении работ территория полевой базы будет очищена от мусора, порубочных остатков, все котлованы будут засыпаны.

7 СВОЙСТВА БЕНТОНИТОВ КАК МАТЕРИАЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ СОРБЦИОННЫХ БАРЬЕРОВ

Одна из наиболее острых экологических и экономических проблем для всех стран, имеющих развитую атомную энергетику и промышленность, — создание эффективных технологий локализации и предотвращения радиоактивного загрязнения. В РФ в 2008 г. принято решение о создании Единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами (РАО). Согласно этой программе наиболее предпочтительной технологией обращения с РАО, содержащими долгоживущие изотопы, признано захоронение в геологические формации. Сооружение таких хранилищ включает создание мультибарьерной защиты. Bentonитовые глины рассматриваются в ряде стран как перспективный материал для противомиграционных и противofильтрационных барьеров, поскольку обладают уникальной комбинацией свойств — высокой набухаемостью и сорбционной емкостью и в то же время экстремально низкой фильтрующей способностью.

Вместе с тем до настоящего времени для снижения интенсивности загрязнения подземных вод при размещении жидких отходов с малой концентрацией радионуклидов в основном использовались и используются глинистые разности грунтов из местных карьеров. Очевидно, это связано с отсутствием четких представлений о преимуществах бентонита в качестве сорбента и противofильтрационного материала. Сокращение необходимого объема глины, а значит, и стоимости ее доставки при создании поглотительных барьеров за счет использования более эффективного по сорбционным свойствам и проницаемости материала следует рассматривать в качестве актуальной задачи для любого профильного предприятия. Так, например, для создания экрана в основании одного небольшого по площади хранилища жидких низкоактивных РАО потребовалось около 10 тыс. т глины, а для ее доставки — 200 вагонов.

Изучению физических и химических свойств бентонитовых глин посвящено много работ как отечественных, так и зарубежных исследователей. В ряде публикаций рассмотрена количественная оценка сорбционной способности бентонитов, что обязательно на стадии создания моделей миграции ионных форм радионуклидов для определенных РАО. Большое внимание при этом уделяется изучению влияния на сорбционные процессы таких параметров, как рН, температура, радиационное воздействие, присутствие конкурирующих ионов, органических лигандов и др.

Показано, что сорбционная емкость бентонитов по отношению к Cs и Sr увеличивается с ростом рН от 3 до 6, а при дальнейшем повышении рН до 8 происходит небольшое снижение значения коэффициента распределения Sr между раствором и бентонитом. Повышение температуры при проведении эксперимента также способствует увеличению сорбции. Установлено также, что влияние перечисленных факторов может усиливать или ослаблять противомиграционные и противофильтрационные свойства грунтов, используемых в качестве искусственных барьеров для изоляции РАО, а также пород, вмещающих их хранилища.

Радионуклиды ^{137}Cs и ^{90}Sr одни из наиболее экологически опасных компонентов РАО из-за длительного периода их полураспада ($T_{1/2} = 30$ лет) и высокого выхода в процессе деления. Поэтому изучение их миграции в разнообразных объектах геологической среды относится к фундаментальным направлениям исследований, связанным с вопросами обращения с РАО.

В связи с этим предпринята попытка систематического исследования сорбционных свойств по отношению к Cs и Sr пяти разновидностей бентонитовых глин, различающихся по возрасту, генезису и составу из нескольких месторождений России, Украины и Грузии. Для сравнения и выявления взаимосвязи сорбционных свойств с физико-химическим, минеральным и гранулометрическим составом пород использованы полученные ранее данные для суглинистого грунта с малым содержанием

монтмориллонита, использованного в качестве экрана в основании одного из действующих объектов размещения жидких РАО, содержащих стронций и цезий.

Такое сравнение на примере стронция и цезия позволит получить представление о целесообразности использования бентонита не только в специальных хранилищах относительно небольшого объема, но и при создании защитных экранов в основании участков складирования отходов большой площади.

Геолого-генетическая обусловленность сорбционных свойств бентонитов. Сорбционные свойства бентонитовых глин зависят главным образом от состава и количественного содержания в них порообразующих минералов группы монтмориллонита (смектиты). Характерная особенность смектитов — высокая физико-химическая активность, обусловленная их дисперсностью и лабильностью межслоевого пространства. Благодаря этому бентонитовые глины достаточно легко поддаются химической модификации с целью улучшения поглощающих свойств. В качестве примесей в бентонитах встречаются смешанослойные минералы, гидрослюда, каолинит, иногда палыгорскит, цеолиты и др. По составу обменных катионов бентониты подразделяются на щелочные, где основным противоионом является Na; щелочноземельные, где больше половины обменных катионов представлены Ca и Mg, и смешанные, в которых содержание щелочных и щелочноземельных примерно равно. Такое разнообразие бентонитов во многом определяется генезисом их месторождений.

Согласно генетической классификации месторождения бентонитов подразделяются на четыре типа: 1) гидротермально-метасоматические, 2) вулканогенно-осадочные, 3) терригенно-коллоидно-осадочные, 4) элювиальные.

Гидротермально-метасоматические (ГМ) бентониты на 80–90% состоят из хорошо кристаллизованного монтмориллонита, а в качестве примесей

содержат смешанослойные минералы и гидрослюда. В зависимости от состава межгранулярных солевых растворов в среде формирования породы ГМ бентониты бывают щелочные или щелочноземельные. В России значительных месторождений ГМ-типа не выявлено. Характерные представители таких месторождений — Асканское месторождение (Грузия), ряд месторождений в Азербайджане, Армении, США, Японии.

Вулканогенно-осадочные (ВО) бентониты по свойствам и составу близки к ГМ-бентонитам. Они содержат 70–90% монтмориллонита с высокой степенью кристаллического совершенства. В зависимости от характера среды осадконакопления месторождения ВО-бентонитов подразделяются на два подтипа — морской и континентальный. В морских бассейнах формируются щелочные бентониты, а в континентальных — щелочноземельные и смешанные разновидности. Характерные представители этих месторождений — Огланлинское (Туркмения), Гумбрийское (Грузия), Ханларское (Азербайджан), Камалинское (Россия, Красноярский край), Вайомингское (США) и др.

Терригенноколлоидно-осадочные (О) бентониты в минералогическом отношении на 60–70% состоят из Са–Mg-сметитов и характеризуются низкой и средней степенью кристаллического совершенства. В зависимости от характера среды бассейнов седиментации эти месторождения подразделяются на два подтипа — морской и континентальный. Лучшим качеством отличаются месторождения, образованные в морских условиях. Бентониты осадочного типа обычно железисты, часто обогащены органическим веществом, что может влиять на их сорбционную способность. Изучение и оценка сорбционных свойств бентонитов из месторождений осадочного типа особенно важна, так как в России они наиболее распространены (Поволжье, Западная и Восточная Сибирь и т.д.).

Элювиальные (Э) месторождения бентонитов образовались в результате выветривания интрузивных, эффузивных и осадочных пород. Содержание монтмориллонита в них в среднем составляет 70–75%, редко выше, степень его

кристаллического совершенства низкая. Элювиальные бентониты бывают щелочноземельные и смешанного типа. В России элювиальных месторождений бентонитов пока не найдено. Проявления же подобных глин известны во многих районах страны. Из зарубежных месторождений можно отметить Петровац-на-море (бывш. Югославия), Карлополис (Бразилия) и др.

Таким образом, очевидно, что бентониты разного генезиса могут значительно различаться по составу и как следствие — по свойствам. Кроме того, среди бентонитов одного генетического типа также наблюдается качественное разнообразие, что обусловлено особенностями состава материнских пород и природных вод среды формирования глин. Однако практически отсутствуют работы по систематическому исследованию сорбционных свойств разных типов бентонитов, позволяющее оценить их сравнительную эффективность в качестве материала мультибарьерной защиты хранилищ РАО, а также выделить набор наиболее важных характеристик, определяющих сорбционную емкость бентонитов по отношению к конкретным радионуклидам.

Материалы и методы исследований. Исследуемые образцы бентонитов относятся к трем генетическим типам — гидротермально-метасоматическому, вулканогенно-осадочному и терригенно-коллоидно-осадочному. (Бентониты элювиального генезиса, возможно, будут предметом дальнейших исследований.)

В качестве объектов исследования выбраны следующие образцы:

Б1 — бентонит (щелочной) из Асканского месторождения (Грузия) палеогенового возраста, относится к гидротермально-метасоматическому типу;

Б2 — бентонит (щелочной) из Огланлинского месторождения (Туркмения) палеогенового возраста, вулканогенно-осадочный, морской подтип;

Б3 — бентонит (щелочноземельный) из Дашковского месторождения (Московская область, г. Серпухов) каменноугольного возраста, относится к терригенноколлоидно-осадочному типу, континентальному подтипу;

Б4 — бентонит (щелочноземельный) из Зырянского месторождения (Курганская область) неогенового возраста, относится к терригенно-коллоидно-осадочному типу, континентальному подтипу. Зырянское месторождение приурочено к миоценовой континентальной песчано-глинистой формации и формировалось в лагунно-морской слабощелочной среде;

Б5 — бентонит (щелочноземельный) из Дашуковского месторождения (Черкасская область, Украина), неогенового возраста. Месторождение терригенно-коллоидно-осадочного типа, сформировалось в щелочной морской среде (морской подтип). Природный дашуковский бентонит кальциево-магниевый, однако этот образец был промышленно модифицирован путем обработки раствором соды;

С1 — суглинок (dQIV) из района г. Саров (Нижегородская область) в котором содержание монтмориллонита составляет 1%, а глинистой фракции (> 0,001 мм) — 31%. Образец включен в экспериментальную серию с целью сравнительной оценки сорбционных свойств бентонитов и суглинистых разностей.

Методы исследования. Для характеристики выбранных грунтов определяли их минеральный, гранулометрический и химический состав, емкость катионного обмена, а также поглощающую способность в отношении Sr и Cs.

Подготовка образцов для всех перечисленных видов анализа проводилась по стандартным методикам.

Минеральный состав определяли методом рентгеновской дифрактометрии на дифрактометрах «ДРОН-3М» и «Ultima-1V», так как образцы бентонитов состоят преимущественно из глинистой фракции, дополнительно ее не исследовали.

Химический состав оценивали с использованием стандартных методик силикатного анализа Гранулометрический состав грунтов определяли пипеточным методом (ГОСТ 5180-84).

Определение емкости катионного обмена (ЕКО) проводили по методу И.Н. Антипова-Каратаева и Л.Я. Мамаевой в модификации Р.И. Злочевской, согласно которому сначала все обменные катионы грунта замещают на Na путем многократной обработки 1 н раствором NaCl, а затем отмытая от избытка реагента Na-форма грунта обрабатывается насыщенным раствором гипса. По разнице между содержанием Ca в исходном растворе гипса и в уравновешенном с грунтом определяется количество сорбированного Ca, которое в пересчете на единицу массы (или на 100 г грунта в отечественной литературе) и дает величину ЕКО. Оценку поглощающей способности грунтов в отношении Sr и Cs проводили в статических условиях. Для приготовления растворов Sr и Cs использованы соли $Sr(NO_3)_2$ и $CsNO_3$ квалификации «х.ч.». Соотношение грунта и раствора составляло 1:100 (2 г грунта и 200 мл раствора), время экспозиции — 1 сут. Для построения изотерм навеску грунта уравнивали с растворами соли соответствующего элемента с исходными концентрациями в диапазоне 5–1000 мг/л в зависимости от грунта и элемента-сорбата.

Минеральный, химический и гранулометрический состав грунтов.

Данные о валовом минеральном составе грунтов показывают, что содержание основного минерала и примесей сильно варьирует от образца к образцу.

По составу обменных катионов смектитов они также принадлежат к разным видам. Так, бентонит Асканского и Огланлинского месторождений (Б1 и Б2) — щелочной, Дашковского (Б3) — щелочноземельный, Зырянского и Дашуковского (Б4 и Б5) — смешанного состава. В качестве примесей в образцах Б1 и Б2 присутствует цеолит, который также может вносить свой вклад в сорбционную емкость бентонитов. Образец бентонита Б2 отличается более высоким содержанием каолинита. В состав нескольких образцов (Б2, Б3,

Б4, С1) входит гидрослюда, также представляющая собой возможный сорбент для катионов металлов. Вклад в емкость поглощения для образцов Б3 и Б5 могут вносить и карбонатные минералы, которые присутствуют в этих пробах. В осадочных бентонитах (Б3 и Б5), в отличие от гидротермально-метасоматического (Б1) и вулканогенно-осадочного (Б2), содержатся кварц (13,5–20%) и полевой шпат (3–4,5%).

Анализ минерального состава образца дашуковского бентонита (Б5) показал нехарактерное для осадочных бентонитов высокое содержание в нем щелочного смектита, что подтверждает высокую степень замещения Са и Mg в его природном обменном комплексе на Na в результате технологической обработки раствором соды. На это же указывают и данные о химическом составе — содержание Na в этом образце в 15 раз и более выше среднего значения, приводимого в литературе для этого месторождения, т.е. образец Б5 существенно отличается от других осадочных бентонитов по составу и, видимо, по свойствам. Химический состав исследованных образцов в целом (за исключением Б5) согласуется с таковым по литературным данным для бентонитов указанных месторождений.

Гранулометрический состав исследуемых грунтов также различен. Общее для всех исследованных образцов бентонитов — высокое содержание физической глины (фракция $<0,01$ мм), которое колеблется от 87 до 95%, причем в суглинке оно существенно меньше (35%). Однако наибольшие различия наблюдаются в содержании собственно глинистой фракции ($<0,001$ мм), которая, как известно, вносит наибольший вклад в сорбционные процессы. Так, в щелочных бентонитах (образцы Б1 и Б2) ее только 58,9 и 43% соответственно, тогда как в щелочноземельных бентонитах (Б3 и Б4) — 74 и 71,1% соответственно, в модифицированном бентоните оно максимально и составляет 86%. Сравнение с литературными данными затруднительно, так как в большинстве работ изучались коммерческие образцы бентонитов с уже

отсеянными грубыми фракциями либо приводится только средний размер частиц.

Максимальной сорбционной емкостью по отношению к Sr обладает дашуковский модифицированный бентонит (Б5). Для него эта величина в 1,7–3 раза больше, чем для других исследованных бентонитов. Далее по убывающей идут асканский → огланлинский → дашковский → зыряновский образцы. Для сорбции Cs большого различия между бентонитами не наблюдается. Сорбционная способность бентонитовых глин по отношению к Cs убывает в ряду дашуковский → асканский → огланлинский → дашковский → зыряновский. Образец суглинка обладает значительно меньшей сорбционной способностью по сравнению с бентонитами — в 4–13 раз по отношению к Sr и 2,6–5 раз по отношению к Cs.

Полученные значения сорбционной емкости хорошо согласуются с литературными данными. В работах приведены следующие величины поглощения бентонитами: Sr от 0,31 до 0,48 ммоль/г; Cs от 0,55 до 0,95 ммоль/г. В публикации сорбция характеризуется такими значениями: для Cs 0,39 ммоль/г и для Sr 0,19 ммоль/г, а в работе — 0,72 ммоль/г для Cs и 0,33 ммоль/г для Sr.

Как видно из данных, величины предельной поглощающей способности в отношении Sr и Cs для всех грунтов существенно ниже ЕКО. Такое различие может быть обусловлено тем, что значения поглощающей способности и ЕКО определяются принципиально разными способами. ЕКО оценивается путем насыщения грунта катионами с использованием высококонцентрированных растворов с многократной сменой раствора, что приводит к удалению продуктов реакции и сдвигу равновесия обмена вправо. Таким образом, в реакцию обмена вступают и очень слабые центры связывания. При проведении сорбционных экспериментов в статическом режиме работают только более активные центры связывания.

В целом отметим, что для изученных образцов величины ЕКО и поглощения Cs и Sr изменяются симбатно, тогда как в литературе встречаются данные, согласно которым монтмориллонитовая глина, обладающая высокой ЕКО, характеризуется более низкой сорбционной способностью поглощения Cs, чем образцы бентонитов с более низким ЕКО.

Интересный вывод можно сделать из сравнения отношения величины емкости поглощения Sr/Cs (моль/1 гр грунта) для бентонитов и суглинка. Для бентонитов величина поглощения Sr не намного ниже, чем для Cs, тогда как для суглинка поглощение Sr почти в 2 раза меньше. Существует два возможных объяснения такого различия. Так как заряд иона стронция 2, а цезия 1, то можно предположить, что в бентонитах, в отличие от суглинка, ионный обмен не является преобладающим механизмом связывания, по крайней мере, в отношении Sr. Другим объяснением полученных данных может служить недоступность некоторых центров связывания для Cs, что представляется возможным, если сравнить ионные радиусы этих элементов.

Авторы работы для образца бентонита получили величину предельной емкости по Sr почти в 2 раза меньшую, чем по Cs. Этот пример показывает, насколько могут различаться свойства бентонитов разного происхождения.

При анализе вида изотерм сорбции, построенных по экспериментальным данным, видно, что по форме они близки изотерме Ленгмюра (уравнение 1).

$$\Gamma_A = \frac{\Gamma_{\infty(X)} K_A^0 [A]}{1 + K_A^0 [A]}$$

где Γ_A — удельная сорбция (количество сорбированного компонента A , нормированное на единицу массы сорбента);

$[A]$ — концентрация растворенного компонента A , моль/л;

K^0 — константа равновесия реакции сорбции;

Γ — удельной адсорбции

С помощью нелинейного метода наименьших квадратов из экспериментальных данных для каждой кривой рассчитаны коэффициенты $\Gamma_{\infty}(X)$ и K^0 в уравнении Ленгмюра.

Достаточно высокие значения коэффициентов корреляции между экспериментальными и расчетными данными показывают, что изотермы сорбции Cs и Sr на образцах бентонитов хорошо описываются уравнением Ленгмюра. Для большинства образцов наблюдается общий тренд — степень соответствия уравнению Ленгмюра для Cs выше, чем для Sr, что свидетельствует в пользу того, что сорбция Sr происходит по смешанному механизму (ионный обмен и, возможно, физическая сорбция или соосаждение), и на поверхности бентонитов имеется два типа центров связывания, значительно различающихся по силе сродства с ионами Sr. Для Cs преимуществен инеонобменный механизм взаимодействия его ионов с поверхностью смектитов, что находит подтверждение в работах М.Н. Сабодиной.

Можно также предположить, что в образцах, для которых наблюдается хорошее соответствие экспериментальных и расчетных данных, вклад одного из возможных механизмов связывания и соответственно одного из типов центров связывания преобладает. Для образцов, где отклонения существенны, по-видимому, вклад двух механизмов соизмерим.

При сравнении полученных в ходе экспериментальных работ материалов по поглощению Sr и Cs разными по составу и свойствам бентонитами предпринята попытка выделить показатели, наиболее значимые и влияющие на сорбцию. Один из них, как известно, — дисперсность грунтов, причем заметная корреляция с сорбционными свойствами отмечена для частиц диаметром 0,001 мм (глинистая фракция). Среди показателей химического состава на поглощение Sr, Cs, а также на ЕКО заметно влияет содержание в щелочных и модифицированных бентонитовых глинах Na_2O , а в щелочноземельных — CaO MgO .

В ряду щелочноземельных бентонитов одного генетического типа (Б3, Б4 и Б5) прослеживается прямая зависимость ЕКО, а также поглощения Cs и Sr от содержания глинистой фракции. Для схожих щелочных бентонитов асканского и огланлинского (Б1 и Б2) наблюдается та же тенденция.

Сопоставление поглощающей способности разновидностей щелочных и модифицированного бентонитов в отношении Sr и Cs и содержания в грунтах Na_2O выявляет зависимость поглощения Sr и в меньшей степени Cs от этого показателя.

Для щелочноземельных бентонитов наблюдается симбатное изменение сорбционной емкости Sr и Cs, а также ЕКО от суммарного содержания в грунтах CaO и MgO. В модифицированном щелочноземельном бентоните (Б5) такая зависимость не проявлена.

Суммируя результаты сопоставления состава и свойств бентонитов, можно выделить следующие тенденции:

а) для всех бентонитов и суглинка характерно преимущественное поглощение Sr по сравнению с Cs (оценка сорбции в мэкв/г), при этом ЕКО задействована не полностью;

б) по величине поглощения стронция и цезия отличающиеся по генезису, возрасту и составу бентонитовые глины можно охарактеризовать следующими рядами: Sr — дашуковские → асканские → огланлинские → дашковские → зыряновские; Cs — дашуковские → асканские → огланлинские → дашковские → зыряновские;

в) суглинок, в котором смектитовая составляющая незначительна, обладает сорбционной способностью в 4–13 раз по Sr и 2,6–5 раз по Cs меньшей, чем у бентонитов;

г) изотермы сорбции Cs и Sr на исследованных образцах грунтов хорошо описываются уравнением Ленгмюра;

д) для щелочных и модифицированных бентонитов выявлена заметная связь поглощения Sr с содержанием в них Na_2O , в меньшей степени это

справедливо для Cs. Для щелочноземельных бентонитов выявлена связь сорбционных свойств с суммарным содержанием в грунтах CaO и MgO;

е) сорбция Cs на бентонитах преимущественно происходит по ионообменному механизму связывания его ионов, Sr — по смешанному (ионный обмен, физическая сорбция, соосаждение и др.).

Таким образом, к наиболее перспективным материалам для сорбционных барьеров можно отнести модифицированные разности бентонитов. Применение щелочных бентонитовых глин в качестве сорбента Sr и Cs эффективнее, чем щелочноземельных.

Заключение. Исследования и анализ полученных данных показали, что бентонитовые глины из разных месторождений обладают значительно большей поглощающей способностью в отношении Sr и Cs по сравнению с суглинком, поэтому лучше использовать эти глины при создании экранов большой площади в основаниях хранилищ жидких отходов.

Оценка поглощающей способности бентонитовых глин в отношении Cs и Sr свидетельствует о сложности влияния их генезиса и состава на сорбционные свойства.

При выборе бентонитовой глины для создания защитных экранов не следует ориентироваться на отдельные показатели состава и свойств глин определенных месторождений. Экспериментальных данных для установления маркирующих факторов, надежно определяющих способность бентонитовых глин к поглощению тех или иных элементов, пока мало. В каждом конкретном случае необходимо выполнять комплекс лабораторных исследований по определению поглощающей способности доступных и экономически целесообразных разностей бентонитов в отношении всех выявленных в отходах потенциальных загрязнителей подземных вод. Результаты этих исследований должны служить основой при выборе бентонитовой глины в качестве противомиграционного и противифльтрационного барьера для определенного объекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью проектируемых работ является локализация оценка прогнозных ресурсов категории Р1, подсчет и утверждение запасов щелочных и смешанных разностей бентонита категории С2 и С1.

Устиновская площадь находится на территории Кавалеровского муниципального района Приморского края в пределах листа L-53-XXXIV.

Территория находится на сочленении Сино-Корейского континентального блока и Тихоокеанской палеоокеанической плиты. Выделяются Восточная структурно-формационная зона с Лужкинской и Кемской подзонами, Прибрежная структурно-формационная зона с Кавалеровским и Дальнегорским блоками и наложенный на них Восточно-Сихотэ-Алинский вулканический пояс.

Бентонитовые залежи приурочены к комплексу вулканогенно-осадочных угленосных отложений (тадушинская свита палеоцена), выполняющих Тадушинскую депрессию.

Рудоконтролирующей формацией является туфо-песчано-глинистая угленосная, рудоконтролирующей структурой – Тадушинская депрессия. Бентонитоносность ограничена тадушинской свитой палеоцена, залегающей на туфах богопольской свиты отдельными пятнами (залежами), представляющими четыре участка Устиновской площади: Заречный, Устиновский, Зеркальный и Садовый.

Проектируются

- геолого-рекогносцировочные маршруты методом геологического обследования по свободной сети;

- бурение вертикальных колонковых скважин с проведением комплекса ГИС для заверки результатов бурения скважин, предшествующих ГРП (с целью уточнения геологического разреза и строения потенциально продуктивных тел);

- в контуре перспективных участков провести бурение поисковых вертикальных колонковых скважин с проведением комплекса ГИС по сети не более 200x200 м с целью оценки прогнозных ресурсов категории Р1;

Исходя из рекомендованных объемов бурения, проектируется проходка 45 скважин колонкового бурения. Все скважины должны полностью пересечь продуктивную толщу и выйти в подстилающие породы на глубину не менее 2 метров. Для решения поставленных задач предусматривается:

- гамма-каротаж (ГК);
- кавернометрия (КВ);
- инклинометрия.

7 Глубина скважин, в зависимости от глубины пересечения продуктивной толщи, составит от 40 до 100 м. Средняя проектная глубина скважин составит 77,2 м. Все проектные скважины по глубине входят во II группу.

8 Качество бентонита в пробах должно удовлетворять одному или нескольким требованиям следующих стандартов:

- ГОСТ 25795-83 «Сырье глинистое в производстве глинопорошков для буровых растворов»;
- ГОСТ 28177-89 «Глины формовочные бентонитовые»;

Сырье должно отвечать требованиям СанПин 2.6.1.25223-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».

Минералого-технологическая диагностика на выявление щелочных и смешанных разновидностей бентонита производится в несколько стадий:

- Определение массовой доли монтмориллонита методом люминесцентного анализа (АЛА).

По результатам 1ой стадии выделяются бентонитоподобные глины (содержание монтмориллонита 30-50%) или бентонитовые глины (содержание монтмориллонита >50%).

Первичная пробоподготовка для рядовых проб бентонита: измельчение, перемешивание, квартование, сушка и последовательное истирание до фракции 0,16 мм с отбором дубликатов.

По рядовым пробам бентонита определяется возможность применения сырья в производстве глинопорошков для буровых растворов и оценивается их качество по ГОСТ 25795-83 или в качестве формовочного сырья и оценивается по ГОСТ 28177-89:

Расчет стоимости проектируемых ГРП определяется, на основе сводного перечня работ, приведённого ранее, и единичных расценок на их выполнение. Общая сумма затрат на выполнение составит 87 420 847 рублей.

Проектом предусмотрены мероприятия по охране окружающей среды и рекультивации земель. Проектируемые работы будут проводиться с соблюдением требований по охране труда и пожарной безопасности.

Наиболее предпочтительной технологией обращения с радиоактивными отходами, содержащими долгоживущие изотопы, признано захоронение в геологические формации. Сооружение таких хранилищ включает создание мультибарьерной защиты. Бентонитовые глины являются перспективным материалом для противомиграционных и противofильтрационных барьеров, поскольку обладают уникальной комбинацией свойств — высокой набухаемостью и сорбционной емкостью и в то же время экстремально низкой фильтрующей способностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Опубликованная

1. Бабушкин, В.Д. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий при разведке и освоении месторождений твердых полезных ископаемых / В.Д. Бабушкин. – М.: Недра, 1969. – 408 с.
2. ГОСТ Р 53579-2009. Система стандартов в области геологического изучения недр (СОГИН). Отчет о геологическом изучении недр. Общие требования к содержанию и оформлению. – М.: Стандартинформ, 2009. – 72 с.
3. ГОСТ Р 59053-2020. Охрана окружающей среды. Охрана и рациональное использование вод. – М.: Стандартинформ, 2020. – 20 с.
4. ГОСТ Р 59057-2020. Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель. – М.: Стандартинформ, 2020. – 20 с.
5. Государственная геологическая карта Российской Федерации (третье поколение). Дальневосточная серия. М-ба 1:1000000. Лист Q-55. Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. – 160 с.
6. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Изд. 2-ое. Серия Становая. Лист Q-55-XXXI,XXXII. Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. – 130 с.
7. Закон Российской Федерации от 24.04.1995 № 52-ФЗ изм. 11.06.2021 «О животном мире» // Собрание законодательства РФ. – 1995.
8. Закон Российской Федерации от 3.06.2006 № 74-ФЗ «Водный кодекс РФ» // Собрание законодательства РФ. – 2006.
9. Инструкция по сбору, документации, обработке, хранению, сокращению и ликвидации керн скважин колонкового бурения. – М.: Роскомнедра, 1994. – 42 с.
10. Инструкция по топогеодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ. – М.: Недра, 1997. – 130 с.

11. Инструкция по топографической съёмке масштаба 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000. – М.: Недра, 1982. – 98 с.
12. Кузькин, В.И. Методическое руководство по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при их проходке / В.И. Кузькин. – М.: ВИМС, 2001. – 130 с.
13. Мухин, Ю.В. Гидрогеологические наблюдения при колонковом бурении / Ю.В. Мухин. – М.: Госгеолиздат, 1954. – 59 с.
14. Нормы наличия средств пожаротушения в местах пользования лесов: приказ Минсельхоза РФ № 549 от 22.12.2008 // Собрание законодательства РФ. – 2008. – 25 с.
15. Об отходах производства и потребления: федеральный закон № 89-ФЗ от 24.06.98 (в ред. ФЗ от 29.06.2015) // Собрание законодательства РФ. – 2015. – 75 с.
16. Об охране атмосферного воздуха: закон Российской Федерации № 96-ФЗ от 04.05.1999 // Собрание законодательства РФ. – 1999. – 120 с.
17. Об охране окружающей среды: закон РФ № 7-ФЗ от 10.01.2002 // Собрание законодательства РФ. – 2002. – 101 с.
18. Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда: Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ № 438Н от 19.08.2016 // Собрание законодательства РФ. – 2016. – 100 с.
19. ОСТ 41-08-272-04. Стандарт отрасли. Управление качеством аналитических работ. Методы геологического контроля качества аналитических работ. – М.: Стандартинформ, 2004. – 100 с.
20. Перечень первичной геологической информации о недрах, представляемой пользователем недр в федеральный фонд геологической информации и его территориальные фонды, фонды геологической информации субъектов РФ по видам пользования недрами и видам полезных ископаемых: приказ Минприроды России № 555 от 24.10.2016 // Собрание законодательства РФ. – 2016. – 123 с.

21. Правила безопасности при геологоразведочных работах // Собрание законодательства РФ. – 2005. – 220 с.
22. Правила безопасности при эксплуатации электроустановок: приказ Минтруда России №903н от 15.12.2020. // Собрание законодательства РФ. – 2020. – 80 с.
23. Правила ликвидационного тампонажа буровых скважин различного назначения. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1963. – 70 с.
24. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах: ПТБ-88: утв. ГУГК СССР 9.02.1989. – М.: «Недра», 1991. – 236 с.
25. Правила подготовки проектной документации на проведение геологического изучения недр и разведки месторождений полезных ископаемых по видам полезных ископаемых: приказ МПР России № 352 от 14.06.2016: в редакции Приказа Минприроды РФ №226 от 29.05.2018 // Собрание законодательства РФ. – 2018. – 120 с.
26. Правила пожарной безопасности при геологоразведочных работах. – М.: Недра, 2009. – 210 с.
27. СанПиН 2.1.5.1059-01 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения». – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2001. – 145 с.
28. СТП 14.12.001-80 раздел II «Соблюдение требований и норм охраны труда и техники безопасности при проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию производственных, культурно-бытовых и жилых объектов». – М.: Недра, 2014. – 16 с.
29. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований скважин. – М.: Недра, 1985. – 97 с.
30. Ткачев, Ю.А. Обработка проб полезных ископаемых / Ю.А. Ткачѳв. – М.: Недра, 1987. – 83 с.
31. Фролов, А.В. Охрана труда: учебн. пособие / А.В. Фролов, В.А. Корж, А.С. Шевченко. – М.: Кнорус, 2018. – 421 с.

Фондовая литература

32. Гурулев, Ю.Т. Геологический отчет о результатах поисков месторождений ртути в Кавалеровском рудном районе за 1964-67 гг. / Ю.Т. Гурулев. – Кавалерово; 1968. – 384 с.

33. Каменский, Я.В. Геологическое строение и полезные ископаемые Кавалеровского рудного района. Отчет Кавалеровской партии о результатах геологического доизучения Кавалеровского рудного района (2-я очередь) масштаба 1:50000 с общими поисками, трапеции L-53-126-Б- а, б; -127-А, Б; -138-Б- в / Я. В. Каменская. – Владивосток; 1974. – 217 с.

34. Лосив, В.М. Геологическое строение и полезные ископаемые листов L-53-XXVIII, XXXIII, -XXXIV-XXXV (Участок Кавалеровский). Отчет Кавалеровской партии о результатах геологического доизучения масштаба 1:200 000 за 1995 / В.М. Лосив. – Кавалерово; 2002. – 293 с.

35. Матюнин, А.П. Геологическое строение и полезные ископаемые Кавалеровского рудного района (листы L-53-126-Б-в, г; -126-Г; -127-В; -127-Г; -138-Б-г, б; -139-А-г, б; -139-Б-а, б). Отчет Кавалеровской партии о результатах геологического доизучения масштаба 1:50 000, проведенного в 1981-86 гг. / А.П. Матюнин. – Владивосток; 1998. – 569 с.

36. Михайлов, В.А. Государственная геологическая карта масштаба 1:5000 Серия Дальнегорская. Листы L-53-116-Г; -117-В, Г; -128-А, Б, В, Г; -129-А, В; -140-А, Б / В.А. Михайлов. – Владивосток; 1989. – 394 с.

37. Молодченко, В.Б. Отчет по детальной разведке Зеркального месторождения бентонитовых глин в 1981-1983 гг. / В.Б. Молодченко. – Кавалерово; 1983. – 284 с.

38. Осипчук, Ю.М. Отчет по предварительной разведке Устиновского месторождения бентонитов за 1975-1977 гг. / Ю.М. Осипчук. – Кавалерово; 1977. – 87 с.

39. Рябинин, Н.П. Геолого-промышленный отчет Верхне-Кенцухинского геолого-поискового отряда Эрдагоусской геологоразведочной партии за 1945 г. / Н.П. Рябинин. – Дальнегорск; 1945. – 163 с.

40. Скрипко, В.М. Пояснительная записка к гидрогеологической карте масштаба 1:500 000 Приморского края. / В.М. Скрипко. – с.Вольно-Надеждинское; 1994. – 665 с.

41. Чистохин, А.С. Отчет о результатах работ по объекту «Проведение комплекса полевых поисковых работ на бентониты Устиновской площади, барит Алчано-Бикинской площади и шунгит Хорольской площади (Приморский край)» за 2015-2017 гг. / А.С. Чистохин. – Владивосток; 2017. – 186 с.