

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Гидрогеологические условия Васильковского месторождения золота в связи с его отработкой открытым способом (Зерендинский район Акмолинской области Республика Казахстан)

УДК __556:622.342.1:622.271(574)_____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM02	Асылбекова Г.А.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	К.Г.-М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Чистая вода	Пасечник Елена Юрьевна	К.Г.-М.Н.		

Томск – 2022 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	<i>Фундаментальные знания:</i> Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем.
P2	<i>Инженерный анализ:</i> Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.
P3	<i>Инженерное проектирование:</i> Выполнять комплексные инженерные проекты технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P4	<i>Исследования:</i> Проводить исследования при решении комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.
P5	<i>Инженерная практика:</i> Создавать, выбирать и применять необходимые ресурсы и методы, современные технические и IT средства при решении геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом возможных ограничений.
P6	<i>Специализация и ориентация на рынок труда:</i> Демонстрировать компетенции, связанные с поисками и разведкой подземных вод и инженерно-геологическими изысканиями.
Универсальные компетенции	
P7	<i>Проектный и финансовый менеджмент:</i> Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью
P8	<i>Коммуникации:</i> Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты деятельности.
P9	<i>Индивидуальная и командная работа:</i> Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем.
P10	<i>Профессиональная этика:</i> Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	<i>Социальная ответственность:</i> Вести комплексную инженерную деятельность с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.
P12	<i>Образование в течение всей жизни:</i> Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Пасечник Е.Ю.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ02	Асылбекова Г.А.

Тема работы:

Гидрогеологические условия Васильковского месторождения золота в связи с его отработкой открытым способом (Зерендинский район Акмолинской области Республика Казахстан)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Васильковское месторождение золота Зерендинский район Акмолинская область Республика Казахстан
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Географо-экономическая характеристика района, геологические, гидрогеологические условия района. Гидрогеологические характеристики участка работ. Методика проведения проектируемых гидрогеологических исследований. Обоснование видов и объемов проектируемых работ.

	Оценка безопасности жизнедеятельности при проведении работ в чрезвычайных ситуациях, экологической безопасности, правовых особенностей проведения проектируемых работ. Расчет стоимости работ и составление сметы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Социальная ответственность	Сечин А.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Т.Г.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	17.02.2022
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	к.г.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Асылбекова Г.А.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование

Уровень образования магистратура

Отделение геологии

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
24.01.2022	<i>Изучение литературных источников</i>	5
10.02.2022	<i>Общие сведения о месторождении</i>	10
28.02.2022	<i>Гидрогеологические условия</i>	10
16.03.2022	<i>Гидрогеологические исследования</i>	10
4.04.2022	<i>Анализ гидрогеологической обстановки</i>	10
20.04.2022	<i>Социальная ответственность</i>	10
24.04.2022	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
31.05.2022	<i>Раздел на английском языке Приложение А</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	к.г.-м.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пасечник Е.Ю.	к.г.-м.н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ02	Асылбекова Галия Айдарбеккызы

Школа	ИШПР	Отделение школы	отделение геологии
Уровень образования	магистратура	Направление	20.04.02. Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

Гидрогеологические условия Васильковского месторождения золота в связи с его отработкой открытым способом	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	<i>Объект исследования_ Васильковское месторождение</i> <i>Область применения_Анализ гидрогеологических условий</i> <i>Рабочая зона: офис; производственное помещение</i> <i>Размеры помещения климатическая зона*) кабинет 25м2</i> <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны 4 ПК;1 принтер</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации : – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ (ТК РФ) Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда. Гост 12.2.032-78 ГОСТ 12.2.033-78 ГОСТ 21889-76 ГОСТ 22269-76
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации : – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Опасные факторы: 1. Электрический ток; 2. Пожароопасность; 3. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися; 4. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; Вредные факторы: 1. Монотонность труда, вызывающая монотонию; 2. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Превышение уровней электромагнитных и Ионизирующих излучений. Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: использование защитных костюмов, защитные ограждения, защитные заземления; изолирующие устройства и покрытия; Расчет: расчет системы искусственного освещения

3. Экологическая безопасность <u>при разработке проектного решения/при эксплуатации</u>	Воздействие на литосферу - Физическое нарушение целостности грунтов. Воздействие на гидросферу - загрязнение производственными водами при бурении. Воздействие на атмосферу - выбросы в воздух от технологического транспорта. Решения по обеспечению экологической безопасности: Воздействие на атмосферу: - не оставлять технику работающей без необходимости. Воздействие на гидросферу: - сооружение водоотводов, накопителей, отстойников, уничтожение или захоронение мусора; - ликвидационный тампонаж буровых скважин; Воздействие на литосферу: - рекультивация скважин; - рекультивация земель; - сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники; - вывоз и захоронение производственных отходов. Решения по обеспечению экологической безопасности: Для выбора мероприятий по обеспечению экологической безопасности использованы следующие НТД: ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. Основные мероприятия: - ликвидация скважин в соответствии с правилами ликвидационного тампонажа; - порода, выбуренная из скважины, ликвидируется в зумпфе путем засыпки глиной и песком; - воды при откачках скапливать в отстойниках на буровой; - бурение проводить в замкнутой системе, во избежание попадания промывочной жидкости в поверхностные водотоки; - работа транспорта должна нормироваться.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях <u>при разработке проектного решения/при эксплуатации</u>	Возможные ЧС: - Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.); - пожары; - ЧС в связи с неправильной эксплуатацией технологического транспорта и оборудования; - ЧС в связи с несоблюдением техники безопасности при проведении работ. Наиболее типичны пожары. Превентивные меры: - Проведение первичного и вторичного инструктажей; - у огнеопасных объектов должны быть вывешены плакаты предупреждения: «Огнеопасно!», «Огнеопасно, не курить!»;

	- двери эвакуационных выходов должны быть освобождены и свободно открываться; - территория проведения работ должна содержаться в порядке, систематически вывозиться мусор; - территория вокруг буровой на участке работ очищается от сухой травы, кустарника в радиусе 15 м; - исключить возможность загрязнения территории горючими жидкостями; - на территории расположения буровой разместить стенд с противопожарным оборудованием. Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий: Пожар в производственном помещении. Сообщить о пожаре по телефону «01»; - Оповещение о ситуации сотрудников; - Организованная эвакуация сотрудников; - Отключение электроэнергии по возможности; - Остановка всех работ, кроме работ по ликвидации пожара; - Параллельно вышеперечисленным мероприятиям своими силами и имеющимися средствами пожаротушения принять меры по устранению пожара. Пожар на буровой. - Сообщить о пожаре по телефону «01»; - Остановить все производственные работы» - Принять неотложные меры по тушению возгорания; - Использовать противопожарные средства в соответствии с горящим веществом.	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику		17.02.2022

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Асылбекова Галия Айдарбеккызы		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2BM02	Асылбекова Галия Айдарбеккызы

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
Гидрогеологические условия Васильковского месторождения золота в связи с его отработкой открытым способом	Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета разработки	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	17.02.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		01.03.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM02	Асылбекова Галия Айдарбеккызы		01.03.2022

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 110 страниц, 66 рисунка, 48 таблиц, 30 источников информации, из которых нормативно-методических 22.

Ключевые слова: карьер, гидрогеологические условия, Васильковское месторождение, логгер, датчики порового давления.

Объектом исследования является Васильковское месторождение золота.

Цель работы: изучение гидрогеологических условий района работ, в процессе отработки

В процессе исследования проводились гидрогеологические наблюдения при разведочном бурении, опытно-фильтрационные работы, изучена обводненность пород, определены фильтрационные параметры коренных пород.

Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

Абс. отм. – абсолютная отметка горизонта

Гор. – горизонт

р. – река

скв. – скважина

Оглавление

Введение:	13
1 Общие сведения о месторождении	14
1.1 Климат.....	15
1.2 Рельеф	17
1.3 Гидрография	18
1.4 Краткое геологическое строение.....	20
2 Гидрогеологические условия	22
2.1 Гидрогеологическая изученность месторождения	22
2.2 Гидрогеологическая характеристика месторождения.....	23
3. Гидрогеологические исследования.....	26
3.1 Полевые исследования	27
3.2 Результаты полевых исследований	30
3.3 Зависимость фильтрационных свойств горных пород от геолого-геомеханических параметров.....	35
3.4 Оборудование скважин многоярусными пьезометрами	37
4. Анализ гидрогеологической обстановки	41
5. Социальная ответственность.....	62
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	62
5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	62
5.3 Производственная безопасность	63
5.3.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению.....	63
5.3.2 Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению	67
5.4 Экологическая безопасность	69
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	70
5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	71
5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	74
5.8 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	74
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	75
6.1 Предпроектный анализ.....	75
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	75
6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	78
6.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	80
6.2 Инициация проекта.....	80
6.3 Планирование управления научно-техническим проектом.....	81
6.3.1 Иерархическая структура работ проекта	81
6.3.2 План проект	82

6.4 Бюджет научного исследования	84
6.4.1 Организационная структура проекта	89
6.4.2 План управления коммуникациями проекта	89
6.4.3 Реестр рисков проекта	89
6.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	90
6.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования	90
6.5.2 Оценка сравнительной эффективности исследования	94
Список использованных источников (литературы):	97
Приложение А.....	98

Введение:

В данном проекте рассматриваются гидрогеологические условия Васильковского месторождения с зависимостью фильтрационных свойств горных пород от геолого-геомеханических параметров относительно углубления карьера.

Основные цели проекта:

- Определение гидрогеологических свойств прибортового массива для оценки влияния гидрогеологических условий на устойчивость бортов карьера;
- Определение зависимости фильтрационных свойств горных пород от геолого-геомеханических параметров
- Организация мониторинга за изменением порового давления в прибортовом массиве
- Определение динамики изменения порового давления в датчиках относительно углубления карьера
- Анализ притоков в карьер и системы водоосушения карьера

Для решения данной задачи осуществлен:

визуальный осмотр карьера в зимнее и летнее время, с предметным изучением участков высачиваний (наледей) и деформаций, как в пределах рыхлых отложений, так и скальных;

наблюдение за режимом подземных вод;

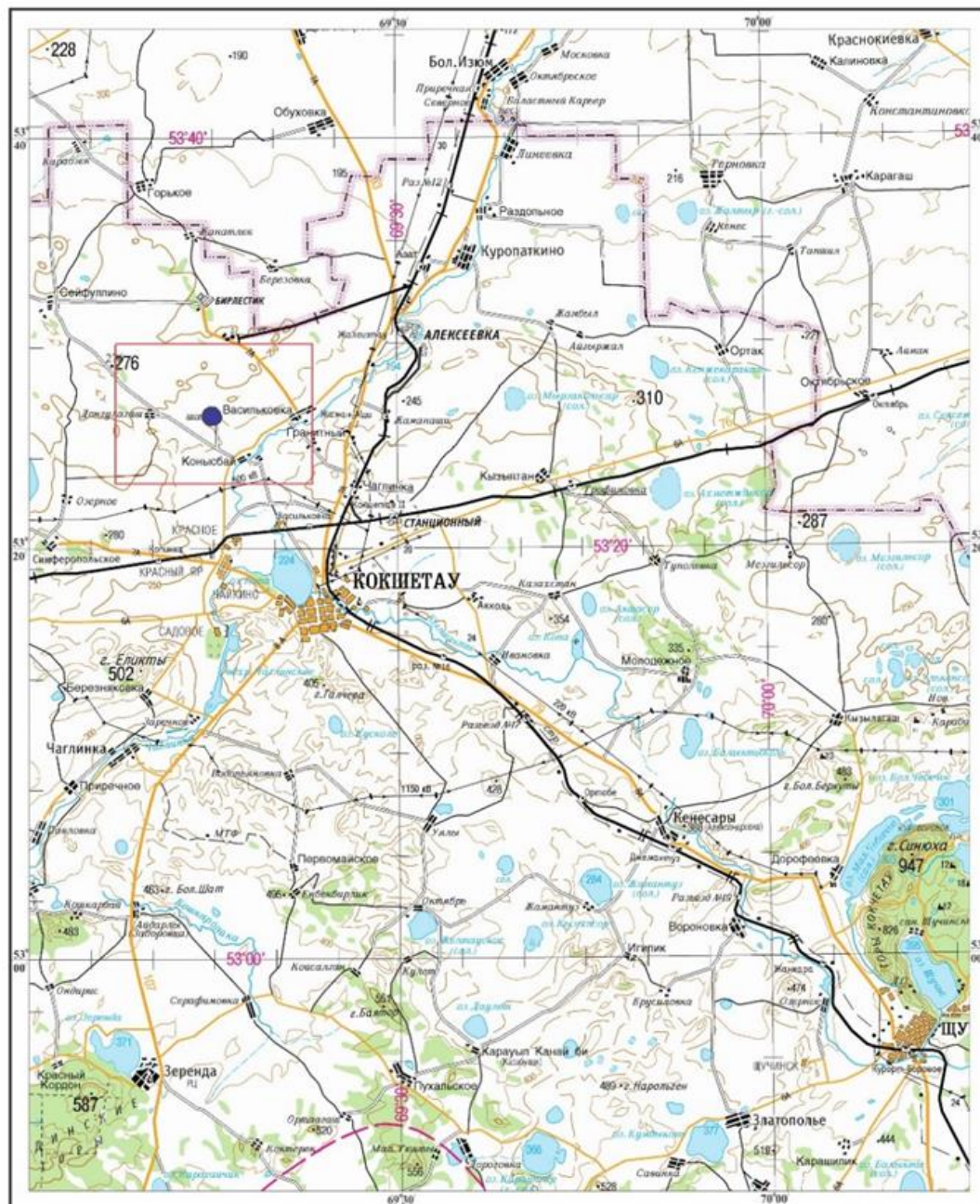
бурение 3-х скважин глубиной 600м;

в 3-х скважинах проведены поинтервальные опытно-фильтрационные исследования при помощи пакерного оборудования IPI SWIPS, выполнен анализ результатов;

в 3-х скважинах установлены многоярусные пьезометры Geokon для наблюдения за изменением порового давления в прибортовом массиве.

1 Общие сведения о месторождении

Васильковское месторождение было открыто в 1963 году, в результате ревизионного обследования отбракованной гамма-аномалии. Оно расположено в 17 км к северу от г. Кокшетау, центра Акмолинской области Республики Казахстан (Рисунок 1-1)



Условные обозначения

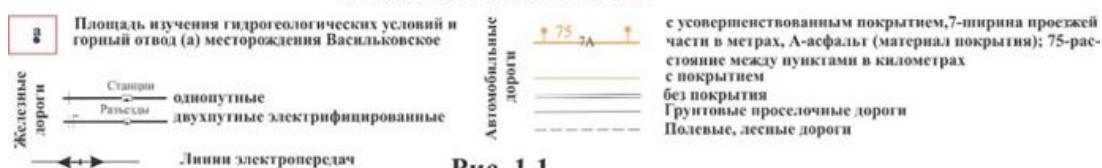


Рис. 1.1

Рисунок 1-1: Ситуационный план расположения месторождения Васильковское

Район экономически освоен, имеет хорошо развитую инфраструктуру.

В настоящее время к промплощадке подведена железнодорожная ветка, примыкающая к главному пути Петропавловск – Караганда. Имеются автомобильные дороги с твердым покрытием республиканского значения. Ближайшая участковая железнодорожная станция Чаглинка расположена в 14 км к юго-востоку от месторождения.

Инфраструктура района связана с промышленным потенциалом областного центра – Кокшетау и его минерально-сырьевой базой.

Васильковский ГОК обеспечен рабочей силой в основном за счет населения областного центра. На этапе строительства были привлечены подрядные организации.

В советский период начата отработка рудника подземным способом.

В период 1980-86 гг. начата опытная отработка запасов месторождения карьером, руды частично перерабатывались на опытной фабрике, а в основном – складировались.

1.1 Климат

Территория Акмолинской области характеризуется резко континентальным засушливым климатом, вследствие большой удаленности от морей, свободного доступа летом теплых сухих ветров пустынь Средней Азии и холодного бедного влагой арктического воздуха в холодное время года.

Климат данной территории, лежащей в глубине огромного континента, является континентальным и характеризуется большой изменчивостью температуры, влажности и других метеорологических элементов, как в их суточном, так и в годовом ходе.

Средняя месячная температура воздуха самого теплого месяца – июля, составляет +15,4...+23,5°C, а самого холодного – января, соответственно, минус 7-28,3°C. Годовая амплитуда средних месячных температур воздуха равна 34,0-39,5°C. В отдельные жаркие дни температура воздуха повышается до 39,0-42,0°C (абсолютный максимум), а в очень суровые зимы на ровных открытых местах понижается до -52,0-54,0°C, в пониженных частях рельефа до минус 54,0-56,0°C (абсолютный минимум). Абсолютная годовая амплитуда (разность между абсолютной максимальной и абсолютной минимальной температурами воздуха) составляет 91,0-96,0°C. В годовом ходе средние месячные отклонения температуры воздуха имеют максимум в зимний период, достигая 3,8-3,9 °C. Летом эти величины составляют только 1,5-1,6°C. Это указывает на большую межгодовую изменчивость зимних температур и относительно высокую устойчивость летних температур.

Таблица 1.1

Многолетняя температура воздуха (°C)
по метеостанции г.Кокшетау в период с 1926 по 2021 гг

Температура	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Мин.	-28,3	-24,2	-15,7	-2,8	8,0	14,7	15,4	14,2	7,4	-4,8	-17,3	-25,1
Макс.	-7,0	17,9	0,0	9,6	19,0	22,6	23,5	21,7	15,5	9,5	1,6	12,9
Сред.	-15,5	-14,1	-7,8	4,1	12,7	18,3	19,8	17,3	11,5	3,4	-6,4	-12,6

Ветер. Относительная равнинность рельефа, незащищенность территории от проникновения воздушных масс создают благоприятные условия для интенсивной ветровой деятельности. В течение года на территории Акмолинской области в среднем наблюдается 50-70 безветренных дней. Ветры отличаются частой повторяемостью и силой. Преобладающее их направление юго-западное и западное. Средняя скорость ветра 4,5-5,5 м/с. В зимний период характерны ураганы и частые метели, летом суховеи.

Осадки. Важную роль в водном балансе территории играют атмосферные осадки, которые обеспечивают потенциальную возможность питания водоносных горизонтов.

В зимний период данная территория находится под влиянием мощного западного отрога сибирского антициклона, который приносит ясную погоду с устойчивыми морозами, наблюдающуюся в течение 70 % всех дней зимнего периода. Осадков в это время выпадает мало. Устойчивый снежный покров держится около 5 месяцев, однако высота его на открытых территориях даже в период максимального накопления не превышает 20,0-35,0 см.

Ввиду маломощности снежного покрова почва в среднем промерзает до 1,5 м, а в отдельные годы до 2,5 м. В отличие от равнинных областей Северного Казахстана, существенное влияние на климат данной территории оказывает сильно расчлененный мелкосопочный рельеф.

Пересеченный рельеф территории способствует выпадению повышенного количества осадков по сравнению с равниной и обеспечивает более равномерное их внутригодовое распределение. Засухи здесь реже и менее интенсивны, чем на окружающих их равнинах. Наибольшее количество осадков выпадет на склонах северной экспозиции, наименьшее – южной экспозиции.

Годовое количество осадков изменяется от 176 мм (1926 г.) до 512,5 мм (1994г.) при средней многолетней величине 308,2 мм (Рисунок 1-2).

Максимум осадков приходится на теплый период (апрель-октябрь). За это время выпадает 70-80 % годовой нормы. Такое распределение осадков является характерным признаком континентального климата.

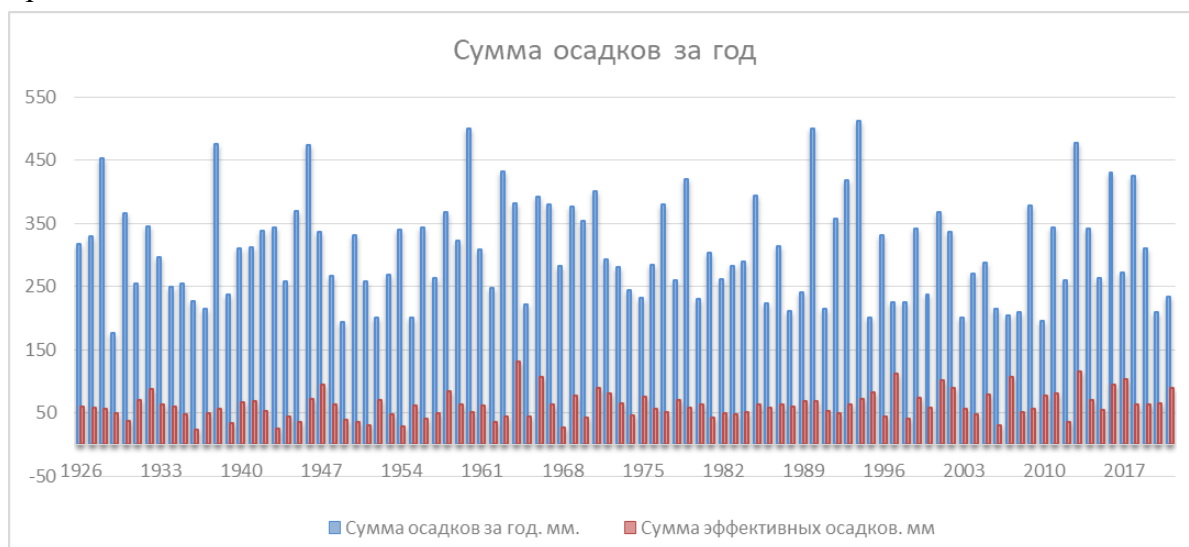


Рисунок 1-2: Осадки

В летний период территория района работ находится под влиянием воздуха, трансформирующегося из циклонов арктических масс, а также циклонов, приходящих со стороны Атлантического океана, которые имеют большое значение в образовании осадков. В аномально влажные годы количество выпадающих осадков может почти в два раза превышать средние многолетние величины, а в аномально засушливые годы – составлять 60-70% от этих величин.

Величина эффективных осадков изменяется от 23мм (1936г.) до 131мм (1964г.). Эффективные осадки 2013 года, периода проведения разведочных работ, составили 115,6мм, и характеризуют один из самых водных периодов за сто лет.

Формирование подземного и поверхностного стока происходит за счет «эффективных» атмосферных осадков зимне-весеннего в меньшей степени осеннего периода. Эти осадки накапливаются, главным образом, в виде снежного покрова.

Влажность воздуха. Резкая недостаточная увлажненность территории Акмолинской области проявляется и в низкой влажности воздуха. Абсолютная влажность воздуха в среднем за год составляет около 6 мб. Минимального значения влажность воздуха достигает в январе-феврале (1,5-1,7 мб), максимального в июле (12-14 мб). Дефицит влажности составляет 0,3 мб зимой и 9,7-13,6 мб летом. В среднем 4-5 мб.

Относительная влажность имеет обратный ход, наименьшей она бывает в летние месяцы (40-50 %), наибольшей-70-80 % зимой. Величина испарения с открытой водной поверхности составляет около 700 мм. Это вызывает усыхание озер, уменьшение расходов рек до их полного усыхания, повышение минерализации поверхностных вод.

1.2 Рельеф

По своим природным условиям район работ представляет собой переходную территорию от Центрально-Казахстанского мелкосопочника к Западно-Сибирской низменности. По геоморфологическим признакам выделяются следующие элементы:

- Водораздельная часть Центрально-Казахстанского мелкосопочника (водораздельная равнина р. Чаглинка), представляющая собой цокольную денудационную равнину с возвышающимися низкими горами и холмами;
- Наклонная равнина северного склона области развития мелкосопочника.

Водораздельная часть области занимает основную часть района. Поверхность района работ холмистая с абсолютными отметками 216-268,0 м. Повышенные скалистые равнины, сложены группой сопок, чередующиеся с долинно - или котловиннообразными понижениями, выполненными мощной толщей (20-40 м) молодых рыхлых глинистых отложений неоген-четвертичного возраста.

Среди мелкосопочника, прилегающего к месторождению сохранились гористые формы рельефа в виде сильно расчлененных низкогорий с абсолютными отметками вершин до 800 м. Наклонная равнина северного склона мелкосопочника неширокой полосой окаймляет водораздельный мелкосопочник с севера и востока. Абсолютные отметки поверхности 370-510 м. В рельефе равнины наблюдаются слабые долинно образные понижения являющиеся реликтами плиоценовых потоков. Рельеф и состав отложений здесь благоприятствует созданию относительно больших бассейнов грунтовых и слабо напорных вод. Пестрота их химического состава обуславливается разными условиями питания, а это в свою очередь связано с разным литологическим составом пород.

Южная часть рассматриваемого района – денудационная водораздельная долина с островными участками низкогорья, характеризующимися крутосклонными, часто скалистыми формами с относительным превышениями до 240 м (Рисунок 1-3). Равнина слабо расчленена. Имеет сложную конфигурацию из-за врезания верховьев долин рек и ложбин временных водотоков. К югу от вытянутого в широтном направлении центрального водораздела стекают реки, впадающие в р. Ишим, а к северу – водотоки, впадающие в бессточные озера.

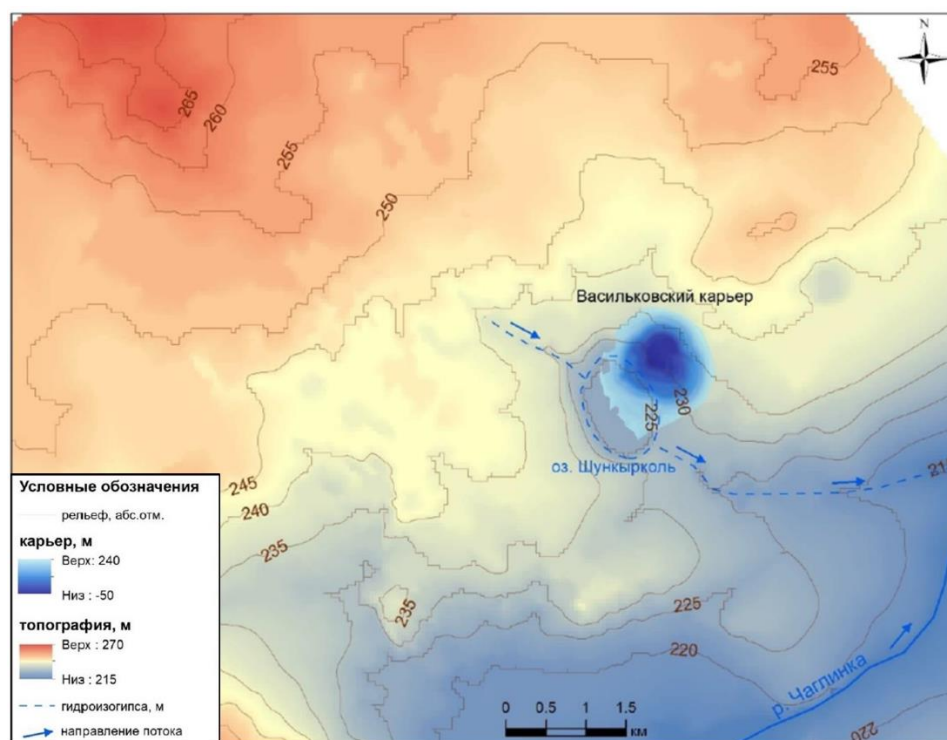


Рисунок 1-3: Рельеф

Абсолютные отметки возвышенной части – 400-553 м, области склона – 300-400 м, в пределах месторождения рельеф равнинный, относительные превышения не более 5-10 метров, абсолютная отметка 235 метров. Более высокие топографические отметки расположены северо-западнее месторождения, более низкие – юго-восточнее.

1.3 Гидрография

Характерным для рассматриваемой территории является вытянутый в широтном направлении центральный водораздел. К югу с него стекают реки, впадающие в р. Ишим, а к северу – водотоки, впадающие в бессточные озера или теряющиеся в степи. Возвышенная мелкопопчаная часть района имеет развитую речную сеть и является основным районом питания большинства рек, таких как р. Чаглинка и Кошкарбайка.

Основной рекой региона является р. Ишим, протекающая в 154 км от месторождения. В 5 километрах от площадки к юго-востоку протекает река Чаглинка, важная в хозяйственном отношении для района проводимых работ.

Река Чаглинка берет начало на Ишим-Чаглинском водоразделе в 8 км к СЗ от Цуриковки и, извиваясь, течет по равнинной части района протекая через оз. Копа у г. Кокшетау, впадает в озеро Шаглытениз. Направление реки - северное и северо-восточное. В нижнем течении имеет характер типичной степной реки. Общая протяженность реки - 263 км. Общее падение от истока до устья - 314 м, средний уклон - 1,3%. От истока до оз. Копа - 106 км, от озера Копа до устья - 157 км. От озера Копа до устья долина реки Чаглинка слабо выражена, переход к водораздельным склонам плавный. Ширина долины до 3,6 км. В геоморфологическом строении долины принимают участие две террасы, высокая и низкая поймы. Русло реки умеренно разветвлено, участками заросло камышом, кустарником. Река характеризуется следующими параметрами: ширина русла реки 15-30 м, пойменная часть 100-200 м., глубина вреза составляет 5-15 м, продолжительность стока около 280 сут. средний годовой расход составляет 0,26 м³/сек (на 80%) и 0,045 м³/сек (на 97% обеспеченности).

В пределах описываемой территории р.Чаглинка не принимает ни одного притока. Поймы (низкая и высокая) большей частью двусторонние, высота над тальвегом 1,0-1,5 м. Ширина преимущественно от 20-40 до 100-300-м, наибольшая -3-4 км. Высота поймы 1-1,5 м, русло сравнительно хорошо разработано, умеренно извилистое. Ширина его от 2-10 до 100 м. Глубина русла от 0,2 до 1,2-1,7 м, реже 2,5-3,0м. Пойма затопляется обычно только в прибрежной части, а в многоводные годы полностью покрывается за 3-4 дня слоем воды 0,7-1,3 м. Половодье на реке обычно бурное и продолжается до начала ледостава. Минерализация воды в период весеннего половодья изменяется в пределах 0,3-0,7 г/дм³. Подъем уровня от редких ливневых дождей достигает 0,1-0,5 м. Сток реки не прекращается и в средние по водности годы. В межень и в маловодные годы вода в русле сохраняется только в отдельных плесах. Плесы имеют длину до 500 м, ширину от 2-7 до 15-20 м., глубину 0,5-4,5 м. Среднегодовой расход реки у п. Васильковка составляет 1,01 м³/с. Минерализация воды в плесах у Кызылдуза - до 5 г/дм³, на перекате у поселка Конысбай - 1,7 г/дм³, у поселка Алексеевка до - 2,15 г/дм³.

В бассейне р.Чаглинка промыслового рыболовства нет.

Гидропосты расположены до озера Копя у с.Павловка, между озером и устьем у с.Большой Изюм (пост Северный), пост у устья был временный.

Гидрологические данные по р.Чаглинка приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Гидрологические данные р. Чаглинка

Характеристика	Расчетные створы		
	с.Павловка	п. Северный	Устье
Площадь водосбора, км ²	1750	8360	9220
Объем среднегодового стока тыс.м ³ , обеспеченный на:			
50%	22450	45786	49280
75%	10422	20321	21190
95%	2363	4191	4112
Максимальные и среднегодовые (в скобках) расходы воды в м ³ /с, обеспеченные на:			
1 %	160	200	208
50%	27(0.71)	24(1.46)	25(1.56)
75%	11(0.33)	8(0.65)	8(0.67)
95%	2(0.077)	1 (0.13)	1 (0.13)

Питание реки происходит в основном, за счет снеготалых вод в весенний период, роль дождевых осадков в летний период и подземного питания сравнительно небольшая и характеризуется следующим соотношением: снеговое питание – 90%, грунтовое -10%, дождевое – 0%.

Весеннее половодье в среднем начинается в первых числах апреля и заканчивается во второй половине мая. Прохождение пика половодья приходится ко второй половине мая. Колебание уровня воды в реке в период паводка равно 2-3 метрам, при низком уровне -1,5 м и высоком – 4 м. В зимний период река промерзает полностью и сток прекращается с января по март месяцы, составляя в среднем около 80 дней.

На территории района насчитывается около 1515 озер. Общая водная поверхность озер составляет примерно 5% от площади района. Большинство озер сосредоточено в

равнинной части района.

В районе Васильковского месторождения расположены мелкие озера. Уровень воды в озерах постоянно колеблется в связи с чередованием засушливых и многоводных периодов. Колебание уровней озер и волновые процессы приводят к образованию аккумулятивных террас и валов. Большинство озер имеет пляж и первую надпойменную террасу шириной 0,5-1 км.

1.4 Краткое геологическое строение

Рудное поле Васильковского месторождения расположено в пределах Кокчетавского срединного массива. По характеру складчатости и времени формирования выделяются структурно-формационные ярусы:

- Нижний, сложенный образованиями рифея
- Второй вышележащий, слагающий грабен-мульды, сформировавшийся в результате каледонской активизации (вулканогенно-осадочные и красноцветные комплексы девона и карбонатно-терригенные осадки карбона)
- Третий структурный ярус объединяет кайнозойский чехол.

В пределах района выделяются четыре крупные структуры:

- Жолдыбайская антиклиналь в ЮЗ части;
- Северо-Кокчетавская грабен-мульда;
- Алтыбайская антиклиналь;
- Азатский синклинорий.

Отмечаются четыре системы разрывных нарушений (субмеридионального, субширотного, северо-восточного и северо-западного направлений). Наибольшее развитие имеет система СЗ нарушений, к которой приурочена региональная Донгульагашская зона.

Васильковское рудное поле локализовано в пределах Алтыбайской синклинали структуры и приурочено к зоне пересечения Донгульагашского разлома с разломом СВ простираения и к контакту верхнеордовикской гранитоидной интрузии с вмещающими ее докембрийскими образованиями. Оно с трех сторон ограничено разломами, два из них, СВ простираения, смыкаются в районе рудопроявления Дальнее. В ЮЗ направлении они расходятся и примыкают к СЗ нарушениям Донгульагашской зоны. Все разломы хорошо фиксируются при магнитометрической съемке. Вдоль разломов на всех стадиях активизации возникали более мелкие нарушения с унаследованными элементами залегания, нередко сопровождающиеся зонами дробления.

Наиболее интенсивное развитие нарушений более высокого порядка и зон дробления происходило в блоке, ограниченном крупными разломами, над штокообразными телами диоритов. В ЮЗ части рудного поля они разобщены, а в направлении к СВ – сливаются. Эти разломы обычно сопровождаются более мелкими зонами нарушений. К узлу пересечения одной из таких зон с аналогичной зоной СВ простираения, где на значительной площади породы оказались раздробленными, приурочено Васильковское месторождение. Для этого объекта характерны как весьма интенсивная степень нарушенности пород, проявившаяся в дорудное, рудное и пострудное время, так и разнонаправленность разломов. Именно это определило общий структурный рисунок (система мелких блоков) месторождения, тип рудных тел, особенности их размещения в пространстве.

С севера, северо-запада и юго-запада рудное поле обрамлено стратифицированными образованиями рифея и ордовика. В пределах рудного поля наиболее древними являются образования раннего-среднего рифея, расположенные в виде двух полос в СЗ и ЮЗ его частях, которые представлены зелеными и зеленовато-серыми филлитовидными породами хлорит-серицитового, эпидот-альбит-актинолитового, хлорит-серицит-кремнистого состава, часто карбонатизированных.

Средний ордовик сложен андезитами, андезито-базальтами, базальтами и туфами с прослоями песчаников, алевроитов, аргиллитов, яшмоидов, гравелитов. Иногда они прорываются гипабиссальными телами диабазовых порфиритов и диабазов. Основная часть рудного поля сложена породами верхнего ордовикского интрузивного комплекса.

Одной из главных геологических особенностей месторождения является локализация его в интрузивном массиве, который выделяется из других исключительной пестротой петрографического состава пород, их быстрой фациальной изменчивостью и интенсивной метасоматической проработкой. Характерным является постепенный переход через зону перемежаемости от пород кислого состава к породам среднего и основного составов. Контакт зоны перемежаемости с гранодиоритами является определяющим для формирования промышленной золоторудной минерализации.

2 Гидрогеологические условия

2.1 Гидрогеологическая изученность месторождения

Гидрогеологические и гидрологические работы велись на всех стадиях геологоразведочных работ с 1966 года по начало 90-х годов. Всего были проведены следующие объемы работ:

- Бурение – 24 скважины (2004 п.м)
- Пробные откачки – 20 откачек
- Расходомерические исследования в скважинах – 42 скважины
- Наблюдение за водопритоками в горные выработки – 155.5 месяцев
- Гидрологические наблюдения за уровнем оз. Шункурколь – 95 месяцев
- Лабораторные работы
- Сокращенные хим.анализы воды – 806 анализов
- Радиогидрогеологические анализы – 37 анализов
- Анализы на мышьяк – 440 анализов
- Анализы на определение агрессивности – 9 анализов.

Подземные воды в Васильковском месторождении являются попутным полезным ископаемым, запасы их утверждены в ГКЗ СССР в 1990 г. Воды гидрокарбонатно-хлоридные, кальциево-магниевые-натриевые, минерализация подземных вод составляет 0.9-2.0 г/дм³. Содержание мышьяка составляет от 0.02 до 3.5 мг/дм³, прогнозируемое среднее содержание его ожидается на уровне 0.5 мг/дм³. По сумме сульфатов и хлоридов воды, согласно СНиП 2.03. II-85, среднеагрессивные для арматуры железобетонных конструкций.

Максимальный водоприток в подземные выработки на глубине 180 м достигал 66.5 л/сек.

По результатам анализа и камеральной обработки промышленного водоотбора периода 1991-2015 гг., прошедшего после последнего утверждения запасов дренажных вод (1990 г.), а также реализации программ бурения и наблюдения за режимной сетью во вновь пробуренных и исторических скважинах специалистами ТОО «НПФ Геоэкос», г. Костанай в 2015 г. была произведена переоценка эксплуатационных запасов дренажных вод рудничной площадки золотосодержащих руд Васильковского месторождения. В рамках данной работы были уточнены основные фильтрационные параметры обводняющих толщ и запасы вовлекаемых в водоотлив подземных вод в соответствии с природными условиями месторождения. Разработана программа ведения мониторинга за параметрами водоотлива: изменением химического состава дренажных вод при осушении и динамикой снижения уровней в основных обводняющих водоносных горизонтах с целью обеспечения безопасности горных работ и возможностью оперативного управления дренажными мероприятиями

В 2019г. была проведена работа по оценке гидрогеологических данных в рамках Васильковского месторождения. По результатам отчета было установлено, что гидрогеологические свойства прибортовой части массива изучены слабо, не позволяют качественно определить режим подземных вод на прогнозный период. Было принято решение доизучить гидрогеологические свойства прибортового массива, а в частности:

1- определить гидрогеологические свойства зон тектонических нарушений;

2- литоподтипов слагающих борт (грано-диоритов, габбро-диаритов), литологических контактов;

3- выявить характер распределения фильтрационных свойств с глубиной.

2.2 Гидрогеологическая характеристика месторождения

Рассматриваемая территория расположена в пределах бассейна трещинных вод Казахской складчатой страны.

По условиям формирования, генезису образования и литологическому составу водовмещающих пород в районе, с учетом их практического значения, охарактеризованы наиболее важные водоносные горизонты и комплексы:

Водоносный горизонт аллювиальных средне-четвертичных современных-отложений (аQIII-IV) развит в долине р. Чаглинка и почти повсеместно обнажается на дневной поверхности. Лишь на небольших участках в правобережье перекрыт одновозрастными глинами мощностью до 8 м. В подошве горизонта залегают дресвяно-щебнистые образования коры выветривания или гранитоиды палеозоя. Воды приурочены к пескам с включениями дресвяно-галечникового и гравийного материалов, глинистым пескам с прослоями супесчано-суглинистых разностей пород, а на юге - иловатым глинам с прослоями песков. Воды носят безнапорный характер. Глубина залегания в зависимости от сезонного колебания составляет: в пределах первой надпойменной террасы - 2,0-5,0 м и достигает в бортах долины 8,0-10,0 м. Мощность водоносной толщи весьма изменчива и достигает 15 м, в среднем составляет 4-6 м. Градиент уклона зеркала грунтовых вод от бортов долины к руслу реки составляет 0,002-0,005 и вдоль русла -0,001.

Водообильность водовмещающих отложений определяется гранулометрическим и механическим составом. Дебиты скважин в гравийных песках достигают 9,0-10,0 л/с при понижениях уровня 3,0-4,0 м. При этом коэффициент фильтрации варьирует в пределах 50-70 м/сут, коэффициент водоотдачи при этом изменяется от 0,11 до 0,17. Для глинистых песков максимальные дебиты скважин не превышают 2,0 л/с при понижениях 3,0 м, коэффициенты фильтрации на данных участках преимущественно составляют 1,0-2,0 м/сут.

В связи с отсутствием разделяющего водоупорного слоя, воды аллювиальных отложений имеют тесную связь с подстилающими коренными породами. На основании режимных наблюдений была установлена связь подземных вод аллювиальных отложений с поверхностными водами. Минимальные уровни отмечаются в январе-феврале, подъем начинается с марта по май-июнь месяц продолжительностью 45-60 дней в зависимости от количества осадков. Затем начинается спад с незначительными подъемами за счет летне-осенних осадков. Амплитуда колебания уровня в зависимости от водности года составляет 0,4-0,7 м.

Минерализация подземных вод аллювиального водоносного горизонта пестрая и изменяется от 1,0 г/дм³ в гравийных песках, до 2,0 г/дм³ в глинистых песках.

Слабоводоносный, участками слабопроницаемый объединенный горизонт средне-верхнеплиоценовых отложений (N2-Q) распространен в северной части месторождения, где отложения постепенно погружаются под песчано-глинистые неоген-четвертичные образования мощностью до 20 м. В подошве обводненных песков залегают глинистые коры выветривания и трещиноватые породы скального фундамента.

Подземные воды приурочены к невыдержанным по площади и в разрезе песчаным супесчаным породам общей мощностью до 20 м. Глубина залегания уровня в зависимости от рельефа 2,4-14,5 м, снижение зеркала грунтовых вод совпадает с общим уклоном местности с юга на северо-восток.

Водообильность в зависимости от гранулометрического и механического состава водовмещающих пород изменяется от 0,1 до 2,5 л/с. Водоотдача в среднем по площади составляет 0,014, коэффициент фильтрации изменяется в широком диапазоне: от десятых долей до 50 м/сут. Установлена очаговая взаимосвязь грунтовых вод отложений с трещинными водами подстилающих пород скального фундамента.

Характерной особенностью режима подземных вод отложений является отсутствие четко выраженной сезонности в изменениях уровня на востоке и юго-востоке. Величина годовых амплитуд составляет от 0,25 до 0,38 м, за исключением скважин, расположенных в пределах котловин, питающихся снеготалыми водами. В западной части района в большинстве скважин отмечается сезонное колебание уровня. Подъем уровня наблюдается в весенне-летний период за счет атмосферных осадков и затем наступает осенне-зимний спад. Амплитуда подъема составляет 0,54- 0,91 м, при этом минимальное стояние уровня воды отмечено в февралемарте, максимум – в июне-июле. Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков на участках выхода его на поверхность или перекрытых маломощным чехлом супесчаных и песчаных четвертичных отложений. Модуль подземного стока по режимным наблюдениям составляет 0,19 л/с с 1 км².

Разгрузка подземных вод отложений осуществляется за счет перетока в подстилающие горизонты.

Водоносная зона открытой трещиноватости объединенных палеозойских образований развита повсеместно. Водовмещающие породы представлены метаморфизованными рифей - ордовикскими отложениями (туфами, яшмами), гранитоидами Атыбайского массива и осадочными породами девон-карбоновой мульды. Мощность обводненной толщи метаморфических пород зависит от глубины развития открытой трещиноватости и составляет по площади 40-60 м, увеличиваясь до 100 м в зонах тектонических нарушений. Воды комплекса в основном носят грунтовый характер, но в местах глубокого погружения фундамента под чехол рыхлых отложений они приобретают напор до 15 м на юге и до 35-40 м в центральной части с увеличением на север. В естественных условиях глубина залегания уровня в метаморфических породах увеличивается с юга на север, изменяясь от 2 - 6 до 19 м. В центральной части участка в пределах развития погребенных мульд и гранитоидов палеозоя уровни до начала горных работ устанавливались на глубинах 0,4-0,6 м, на повышенных участках до 16,7- 23,8 м. Пьезометрический уровень в северной части составлял 2,2-2,6 м.

В современных условиях гипсометрическая поверхность подземных вод имеет устойчивую яйцеобразную форму, сформировавшуюся в результате многолетнего водопонижения на Васильковском карьере. Активная область деформации поверхности подземных вод захватывается депрессионной воронкой северо-западного простирания в радиусе 3-3,5 км. Ниже приведена гидрогеологическая характеристика пород вмещающей толщи.

Водообильность пород скального фундамента в пределах района изменяется в зависимости от минералогического состава и степени трещиноватости. Мощность

обводненной зоны достигает 80,0 м. Наиболее водообильными являются трещиноватые известняки, дебиты скважин в которых изменяются в пределах от 0,78 до 5,6 л/с при понижениях соответственно 28,8-1,2 м. Аргиллиты и алевролиты являются слабоводоносными или практически безводными. Дебиты скважин изменяются от сотых до десятых долей л/с.

Непосредственно на месторождении водоносная зона трещиноватости представлена интрузивным комплексом пород Алтыбайского и Жолдыбайского массивов, представленных гранодиоритами, диоритами, габбро-диоритами. Мощность обводненной зоны определяется глубиной развития трещиноватости, которая на водораздельной части не превышает 50-70 м, а в зонах глубоких разломов и тектонических узлах, к которому приурочено Васильковское месторождение, достигает 500-556 м, что подтверждено бурением скважин и каротажными работами. Средняя обводненная глубина скальных пород Васильковского месторождения по данным разведочных работ принята 375 м. Причем 95% водопритоков формируется до глубины 180 м.

Дебиты скважин в гранитоидах в водораздельной части территории не превышают 1,0 л/с, при удельных дебитах 0,01-0,05 м³/с. Максимальными дебитами до 2,2-16,0 л/с при понижениях уровней до 1,85-44,2 м гранитоиды охарактеризованы в зоне рудного штокверка и долины р. Чаглинки, где разведан участок для водообеспечения карьера бутового камня. Обобщенные гидрогеологические параметры для месторождения за период разведки до 1990 года приняты следующие: коэффициент фильтрации - 0,13 м/сут, уровнепроводности – 2700 м²/сут, водопроводимости -16 м²/сут. и водоотдачи-0,006.

3. Гидрогеологические исследования

В рамках программы по уточнению гидрогеологических условий месторождения было пробурено три скважины, которые были оборудованы датчиками давления, регистрирующими давление воды на различных глубинах. Скважины, были заложены в наиболее обводненных секторах карьера

Бурение гидрогеологических скважин проводилось подрядной организацией «Архей» в период с ноября 2020 года по март 2021года, с использованием буровых установок «Boart Longyear LF-90» диаметром бурения HQ (88,9 мм). Бурение проводилась на чистой воде, без использования полимерных добавок.

На месторождении Васильковское, проведены поинтервальные пакерные исследования в 3 гидрогеологических скважинах, с целью изучения распределения фильтрационных свойств горных пород по площади и с глубиной. Помимо пакерных исследований проведены работы по оборудованию скважин под наблюдения за поровым давлением (давлением в трещинах), посредством установки многоярусных пьезометров.

Параметры гидрогеологических скважин представлены в Таблица 3-1, расположение показано на Рисунок 3-1.

Таблица 3-1: Параметры гидрогеологических скважин

№№	Название	X	Y	Z	Азимут	Угол	Глубина, м	Пакер	Датчики
1	скв-01	7725	8133	235	145	60	600	+	+
2	скв-02	8584	7038	231	315	55	700	+	+
3	скв-03	7518	7010	243	15	60	600	+	+

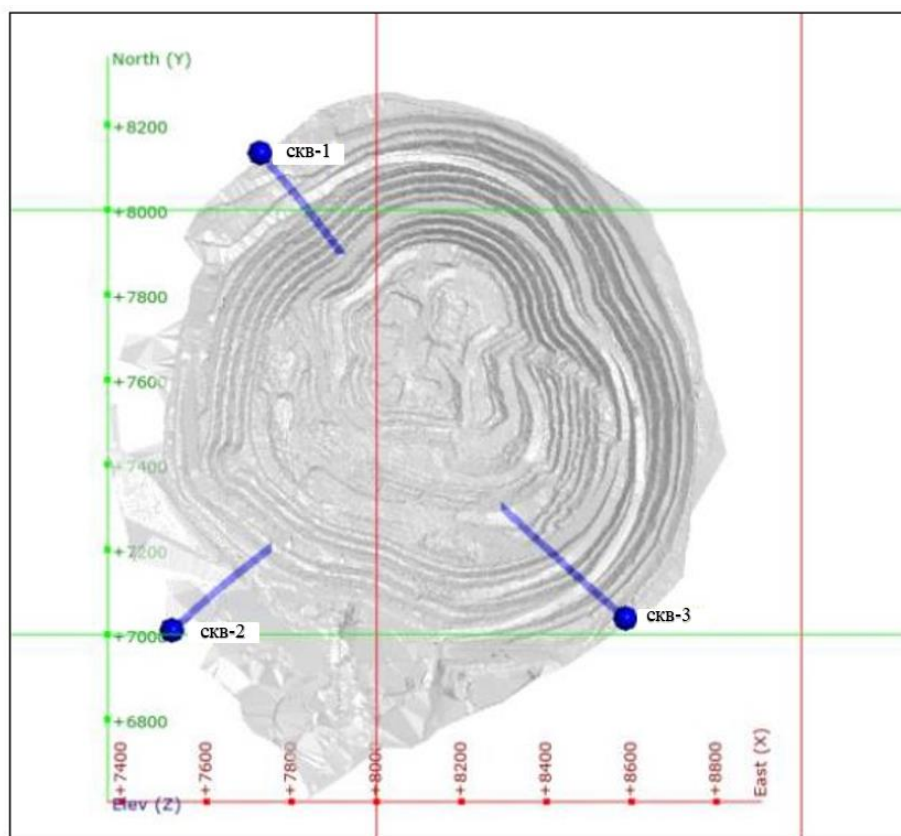


Рисунок 3-1: Расположение гидрогеологических скважин

В каждой скважине, в зависимости от ее глубины, расположения, уровня залегания подземных вод и наличия гидрогеологических неоднородностей в разрезе, проведено от 8 до 12 испытаний. Всего выполнено 30 исследований, из них 25 с применением пакера. Средняя длина исследованных интервалов составляет 70 метров. Длина интервалов постепенно увеличивалась с глубиной скважины. Испытания проводились по мере проходки скважин, в перерывах между бурением.

По окончании гидрогеологических исследований в скважинах производилась установка гирлянды датчиков, регистрирующих поровое давление (давление в трещинах). В каждую скважину установлено от 3 до 4 датчиков, после чего проводилась цементация скважины, с целью разобщения точек замеров с тем, чтобы получить трехмерное распределение гидростатического давления в прибортовом массиве. Данные, полученные с датчиков, использовались в процессе разработки гидрогеологической модели месторождения «Васильковское».

Над устьем каждой скважины был установлен логгер, записывающий данные, поступающие с датчиков. Устье скважины оборудовано металлическим ящиком, обеспечивающим безопасную эксплуатацию записывающего устройства (логгера).

3.1 Полевые исследования

Пакерное испытание подразумевает изоляцию исследуемого интервала скважины пакерной подушкой и проведение налива, либо откачки из данного интервала. Тип исследования определялся в зависимости от уровня залегания подземных вод и технической возможности проведения испытания. Пакерные испытания проводятся через бурильные трубы для бурения комплексом со съемным керноприемником.

Гидрогеологические исследования проводятся поинтервально, в процессе бурения скважин после проходки того или иного интервала, при помощи пакерного агрегата марки SWIPS Рисунок 3-2.



Рисунок 3-2: Пакерный агрегат марки SWIPS

При проведении гидрогеологических исследований применялись методики «slug» тест (Рисунок 3-3), ступенчатое нагнетание (Lugeon тест) и эрлифтная откачка.

Ниже приведена краткая последовательность проведения гидрогеологических исследований Рисунок 3-3, при осуществлении методики «slug» тест, ступенчатого нагнетания и эрлифтной откачки.

Описание проведения «slug» теста:

1. буровой снаряд устанавливается на кровле испытываемого интервала;
2. из скважины вынимается керноприемник;
3. вместо керноприемника в буровой снаряд спускается пакерный агрегат;
4. осуществляется налив воды до устья скважины;
5. пакерная подушка надувается с помощью бурового насоса под давлением 35 атм, таким образом, происходит изоляция испытываемого интервала от остальной части разреза;
6. происходит процесс восстановления уровня подземных вод, кривая которого является основой для анализа;
7. после окончания испытания подушка сдувается;
8. пакерный агрегат поднимается на поверхность;
9. буровой снаряд опускается на забой и бурение продолжается.

Описание проведения ступенчатого нагнетания (Lugeon test):

1. буровой снаряд устанавливается на кровле испытываемого интервала;
2. из скважины вынимается керноприемник;
3. вместо керноприемника в буровой снаряд спускается пакерный агрегат;
4. осуществляется налив воды до устья скважины;
5. пакерная подушка надувается с помощью бурового насоса под давлением 35 атм., таким образом, происходит изоляция испытываемого интервала от остальной части разреза;
6. через буровой насос в скважину подается вода в 5 ступеней с различным давлением. На каждой ступени фиксируется расход воды;
7. после окончания испытания подушка сдувается;
8. пакерный агрегат поднимается на поверхность;
9. буровой снаряд опускается на забой и бурение продолжается.

Описание проведения эрлифтной откачки:

1. буровой снаряд устанавливается на кровле испытываемого интервала;
2. из скважины вынимается керноприемник;
3. вместо керноприемника в буровой снаряд спускается пакерный агрегат;
4. осуществляется налив воды до устья скважины;
5. пакерная подушка надувается с помощью бурового насоса под давлением 35 атм., таким образом, происходит изоляция испытываемого интервала от остальной части разреза;
6. производится монтаж оголовка скважины и воздухоподающих труб;
7. период работы компрессора, при котором создается понижение в опытной скважине;
8. после остановки работы компрессора происходит восстановление уровня подземных вод, кривая которого является основой для анализа;
9. производится демонтаж оголовка и воздухоподающих труб;
10. после окончания испытания подушка сдувается;

11. пакерный агрегат поднимается на поверхность;
12. буровой снаряд опускается на забой и бурение продолжается;

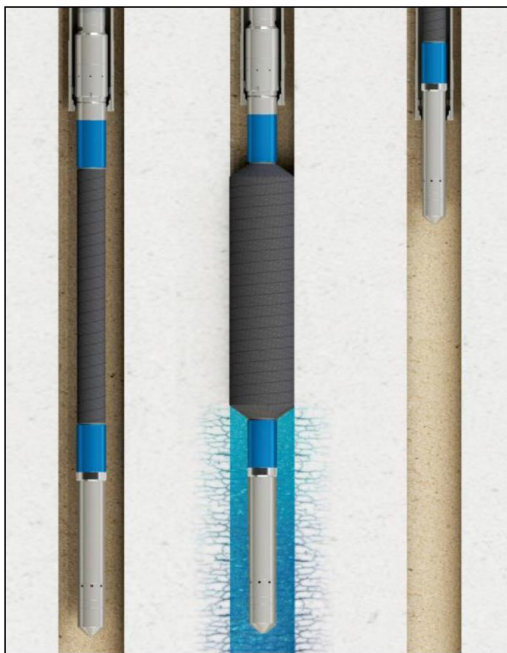


Рисунок 3-3: Схема установки и извлечения пакерного агрегата SWIPS

Суть «slug» теста состоит в изоляции исследуемого интервала при помощи пакера и проведении так называемого «моментального налива» до устья скважины, с последующим наблюдением за характером восстановления уровня подземных вод до стационарного состояния.

«Моментальность» налива достигается за счет конструктивных особенностей пакера, а именно медных штифтов, выполняющих роль клапана в одном из отсеков пакера, который препятствует взаимосвязи подземных вод исследуемого интервала и водой в нагнетательных трубах в процессе проведения налива до устья скважины, после чего, при увеличении давления в нагнетательных трубах до 35 атмосфер штифты переламываются и, тем самым, инициируется взаимосвязь с подземными водами в исследуемом интервале. Момент срыва штифтов соответствует началу периода восстановления давления. Общий принцип проведения «slug» теста показан на Рисунок 3-4.

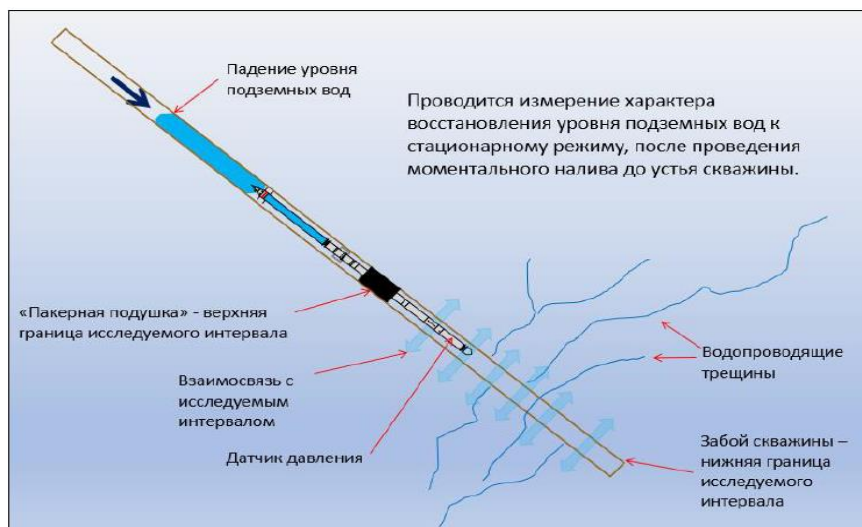


Рисунок 3-4: Принцип проведения «slug» теста

При проведении эрлифтной откачки исследуемый интервал изолируется при помощи пакера и производится откачка подземных вод из скважины с фиксацией изменения уровня и объема подземных вод во времени. Затем происходит наблюдение за характером восстановления уровня подземных вод до стационарного состояния. В качестве водоподъемных труб используются бурильные трубы.

Характер изменения уровня подземных вод, независимо от метода исследований, фиксируется автоматическим датчиком давления «LevelTroll 700», установленном в одном из отсеков пакера, средний интервал замеров составляет 3 секунды. При эрлифтной откачке дебит замеряется объемным способом при помощи секундомера и емкости известного объема.

Суть ступенчатого нагнетания (Lugeon тест) заключается в создании 5 ступеней давления и измерения расхода воды, который способен принять в себя исследуемый интервал при поддержании каждой ступени давления. Фильтрационные параметры исследуемого интервала определяются по аналитическим зависимостям.

Данные по характеру изменения уровня подземных вод, зафиксированные автоматическим датчиком давления, интерпретируются с применением программы ANSDIMAT, широко используемой для интерпретации кривых, полученных в результате опытно-фильтрационных работ.

3.2 Результаты полевых исследований

Таблица 3-2: Сводная таблица с результатами исследований

№	№ скв	Метод исследо	Интервал по траектории скважины, м			Стат.ур.ПВ ,м	Дин.ур.П В,м	Понижение, м	Дебит, м3/час	Уд.деби т,л/с/м	Км,м2/сут	Кф,м/сут
			от	до	длина							
1	скв-1	Airlift	50	187	137	50.2	79.1	28.9	0.012	0.00012	0.274	0.002
2		Slugtast	230	263	33	111.3	-	-	-	-	0.429	0.013
3		Lugeon	230	263	33	111.3	-	-	-	-	0.1848	0.0056
4		Lugeon	339	378	39	120.2	-	-	-	-	0.2613	0.0067
5		Lugeon	451	472	21	140.6	-	-	-	-	0.1239	0.0059
6		Slugtast	430	472	42	145.6	-	-	-	-	0.504	0.012
7		Slugtast	490	544	54	145.3	-	-	-	-	<0.000001	<0.000001
8		Slugtast	145	544	399	144.8	-	-	-	-	2.793	0.007
9		Slugtast	501	600	99	144.4	-	-	-	-	<0.000001	<0.000001
10		Slugtast	198	600	402	145	-	-	-	-	3.216	0.008
11	скв-2	Airlift	82	121	39	82.4	91.2	8.8	0.011	0.00035	0.007	0.00018
12		Slugtast	120	180	60	78.2	-	-	-	-	0.306	0.0051
13		Airlift	120	180	60	78.2	84.1	5.9	0.015	0.00071	0.001	0.0003
14		Slugtast	178	250	72	63.5	-	-	-	-	0.108	0.0015
15		Lugeon	178	250	72	63.5	-	-	-	-	0.3816	0.0053
16		Airlift	250	310	60	76.5	84.2	7.7	0.0004	0.00001	0.0012	0.00002
17		Slugtast	310	370	60	77.9	-	-	-	-	0.018	0.0003
18		Lugeon	370	427	57	81.2	-	-	-	-	0.0285	0.0005
19		Lugeon	427	498	71	80	-	-	-	-	0.0007	0.00001
20		Lugeon	502	700	198	117	-	-	-	-	0.396	0.002
21		Lugeon	604	700	96	117	-	-	-	-	0.768	0.008
22		Airlift	102	700	598	101.9	136.9	35.0	0.300	0.00238	0.0598	0.0001
23	скв-3	Airlift	47	108	61	47.3	68.1	20.8	0.820	0.01095	0.2135	0.0035
24		Airlift	104	161	57	39.4	77.5	38.1	0.192	0.00140	0.0285	0.0005
25		Airlift	162	219	57	43.9	75.1	31.2	0.420	0.00374	0.1311	0.0023
26		Airlift	220	292	72	44.6	119.7	75.1	0.039	0.00014	0.036	0.0005
27		Airlift	294	382	88	48.2	80.5	32.3	0.432	0.00372	0.088	0.001
28		Airlift	390	403	13*	67.8	94.4	26.6	0.096	0.00100	0.026	0.013
29		Airlift	450	600	150	47.5	107.7	60.2	0.030	0.00014	0.06	0.0004
30		Airlift	47.5	600	553	47.5	81	33.5	0.230	0.00191	0.1105	0.0002

* - в скважине скв-03, для интервала 390-403 метра, при расчете коэффициента фильтрации использовалась мощность вскрытого разлома (2 м)

Скв -1

В скважине выполнено 10 поинтервальных исследований, средняя длина интервалов составила 57.3 метра.

Результаты поинтервальных исследований, выполненных в скв-1 представлены в Таблица 3-3.

Таблица 3-3: Результаты поинтервальных исследований в скважине 1

№	№ скв.	интервал, м*			Кф, м/сут
		от	до	длина,м	
1	скв-1	50	187	137	0.002
2		230	263	33	0.013
3		230	263	33	0.0056
4		339	378	39	0.0067
5		451	472	21	0.0059
6		430	472	42	0.012
7		490	544	54	<0.000001
8		145	544	399	0.007
9		501	600	99	<0.000001
10		198	600	402	0.008

* - интервалы указаны по длине скважины

Значения коэффициента фильтрации коренных пород изменяются в пределах от 0.000001 до 0.013 м/сут. Зависимость коэффициента фильтрации от глубины исследуемого интервала показана на Рисунок 3-5.

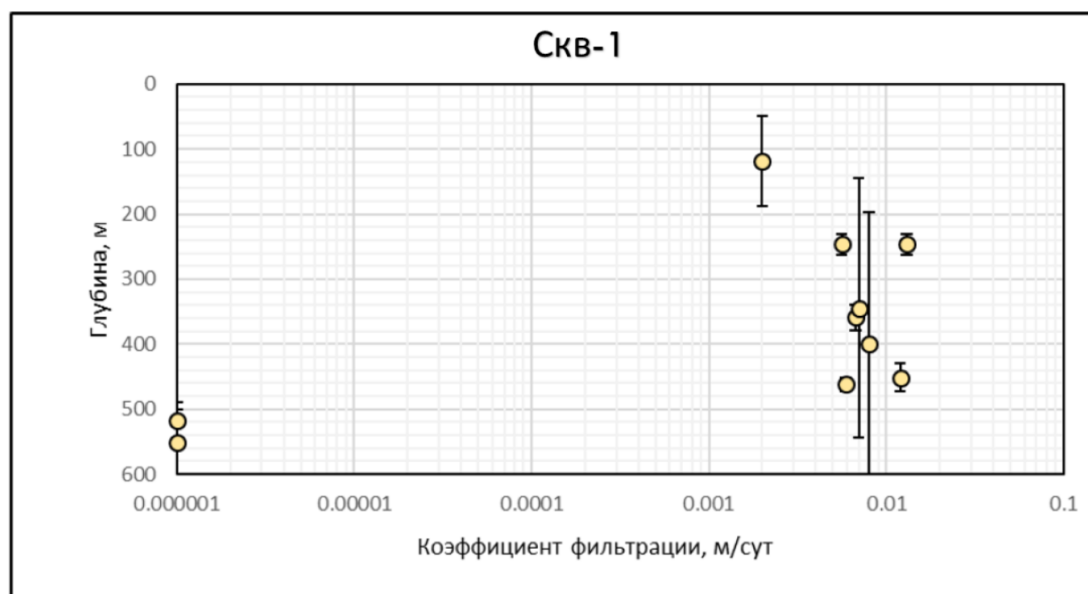


Рисунок 3-5: Изменение фильтрационных свойств в скважине 1

Распределение коэффициентов фильтрации в трехмерном виде по скв-1 показаны ниже (Рисунок 3-6).

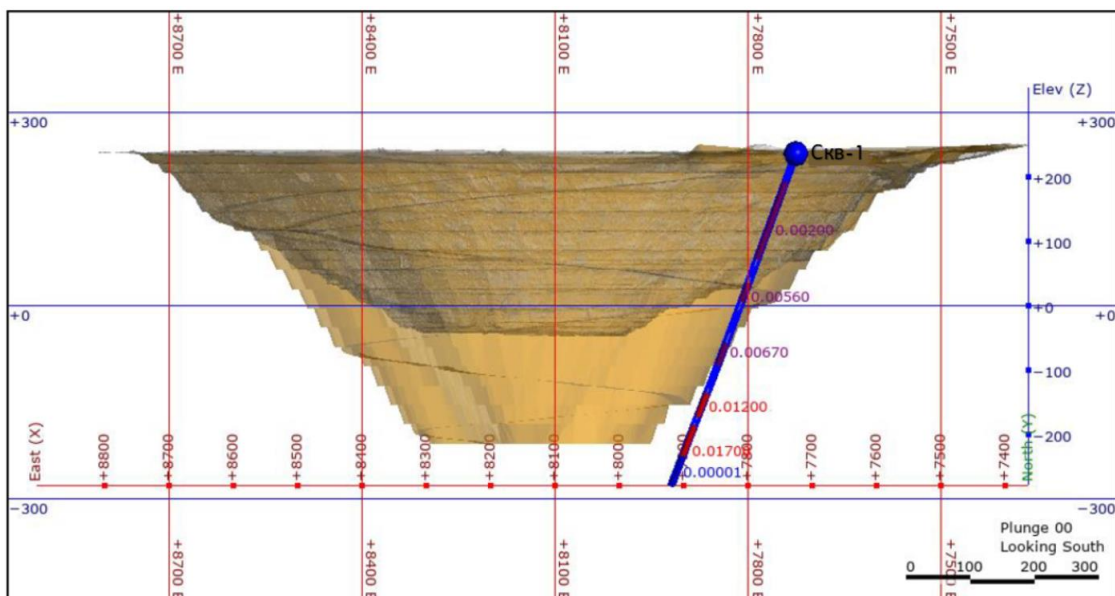


Рисунок 3-6: Распределение фильтрационных свойств в скважине 1

Стационарный уровень подземных вод фиксировался на глубине 145 метров, что соответствует абсолютной отметке 109.4 метра.

Скв-2

В скважине выполнено 12 исследований, из них 10 с использованием пакера, средняя длина интервалов составила 77 метров.

Результаты поинтервальных исследований, выполненных в скв-2 представлены в Таблица 3-4.

Таблица 3-4: Результаты поинтервальных исследований в скважине 2

№	№ скв.	интервал, м*			Кф, м/сут
		от	до	длина, м	
1	Скв-2	82	121	39	0.00018
2		120	180	60	0.0051
3		120	180	60	0.0003
4		178	250	72	0.0015
5		178	250	72	0.0053
6		250	310	60	0.00002
7		310	370	60	0.0003
8		370	427	57	0.0005
9		427	498	71	0.00001
10		502	700	198	0.002
11		604	700	96	0.008
12		102	700	598	0.0001

Значения коэффициента фильтрации коренных пород изменяются в пределах от 0.00001 до 0.008 м/сут. Зависимость распределения коэффициента фильтрации от глубины исследуемого интервала показана на Рисунок 3-7.

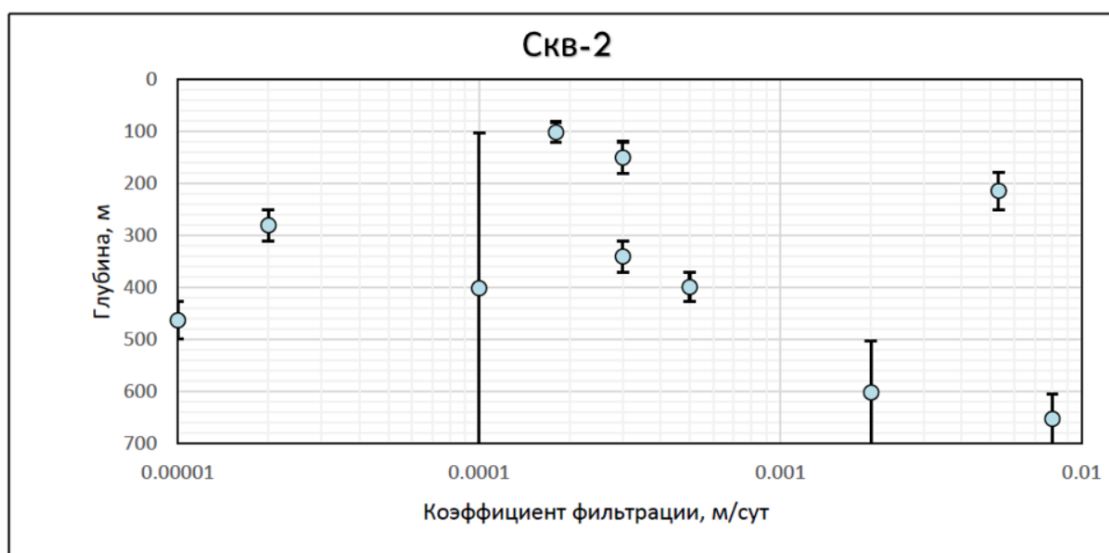


Рисунок 3-7: Изменение фильтрационных свойств в скважине 2

Распределение коэффициентов фильтрации в трехмерном виде по скважине 2 показано на Рисунок 3-8. Наиболее высокие фильтрационные значения получены в интервалах ниже 500 метров, что по всей видимости связано с разломом, вскрытым скважиной на глубине 671 метр.

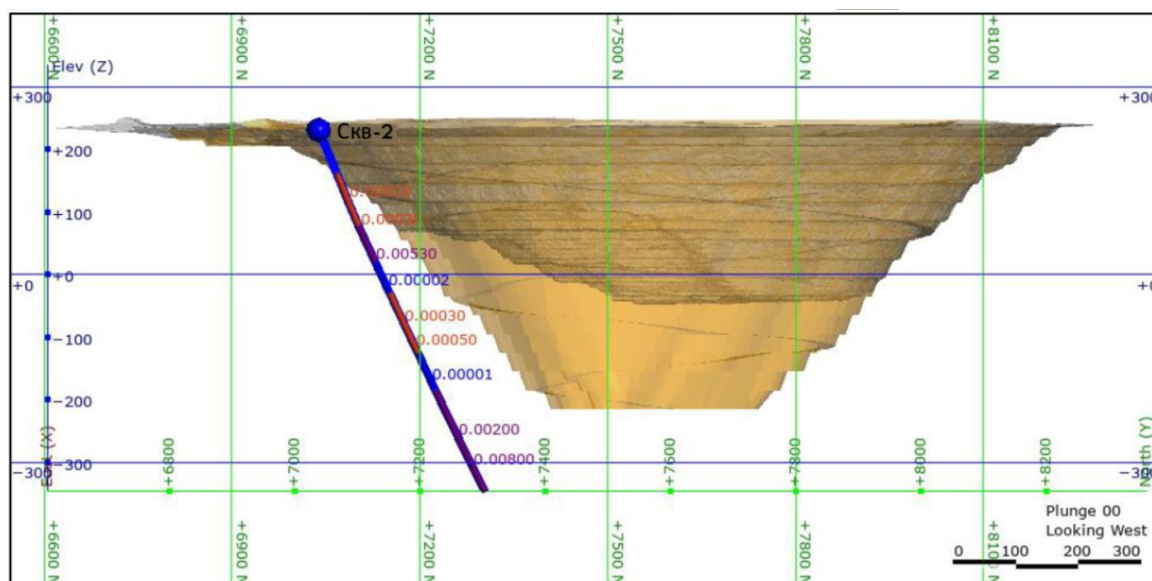


Рисунок 3-8: Распределение фильтрационных свойств в скважине 2

Стационарный уровень подземных вод по окончании бурения скважины фиксировался на глубине 101.9 метра, что соответствует абсолютной отметке 147.5 метра.

Скв- 3

В скважине выполнено 8 поинтервальных исследований, средняя длина интервалов составила 71 метр.

Результаты поинтервальных исследований, выполненных в скважине 3 представлены в Таблица 3-5.

Таблица 3-5: Результаты поинтервальных исследований в скважине 3

№	№ скв.	интервал, м*			Кф, м/сут
		от	до	длина, м	
1	скв-3	47	108	61	0.0035
2		104	161	57	0.0005
3		162	219	57	0.0023
4		220	292	72	0.0005
5		294	382	88	0.001
6		390	403	13*	0.013
7		450	600	150	0.0004
8		47.5	600	552.5	0.0003

Значения коэффициента фильтрации коренных пород изменяются в пределах от 0.0003 до 0.013 м/сут, закономерно уменьшаясь с увеличением глубины исследуемого интервала Рисунок 3-9. Исключение составляет фильтрационные свойства, полученные в интервале 390-403 метра, в пределах которого был вскрыт разлом.

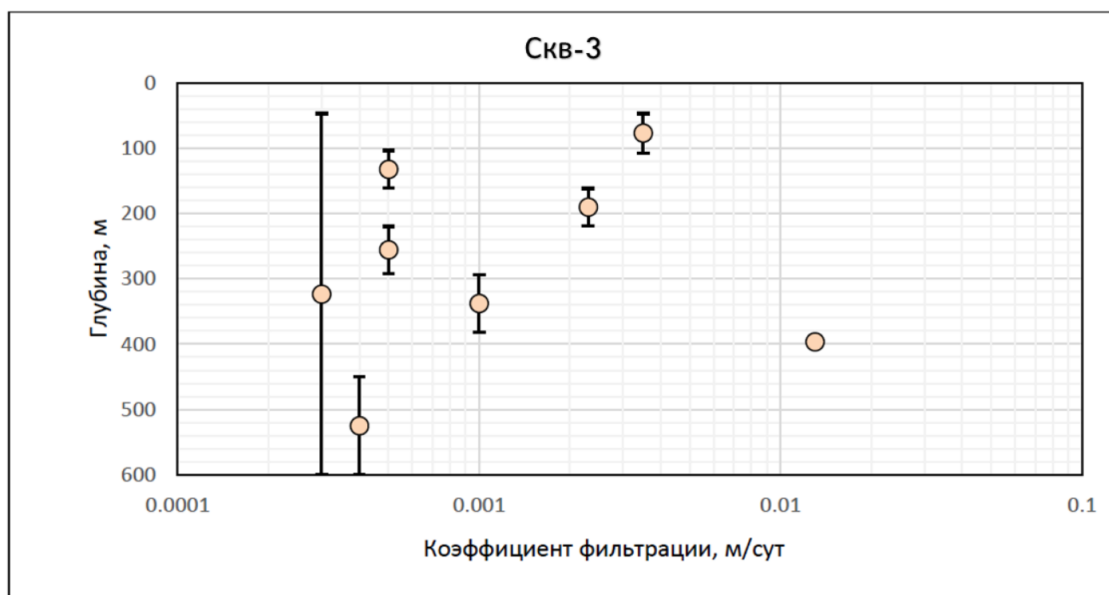


Рисунок 3-9: Изменение фильтрационных свойств в скважине 3

Распределение коэффициентов фильтрации в трехмерном виде показаны ниже (Рисунок 3-10).

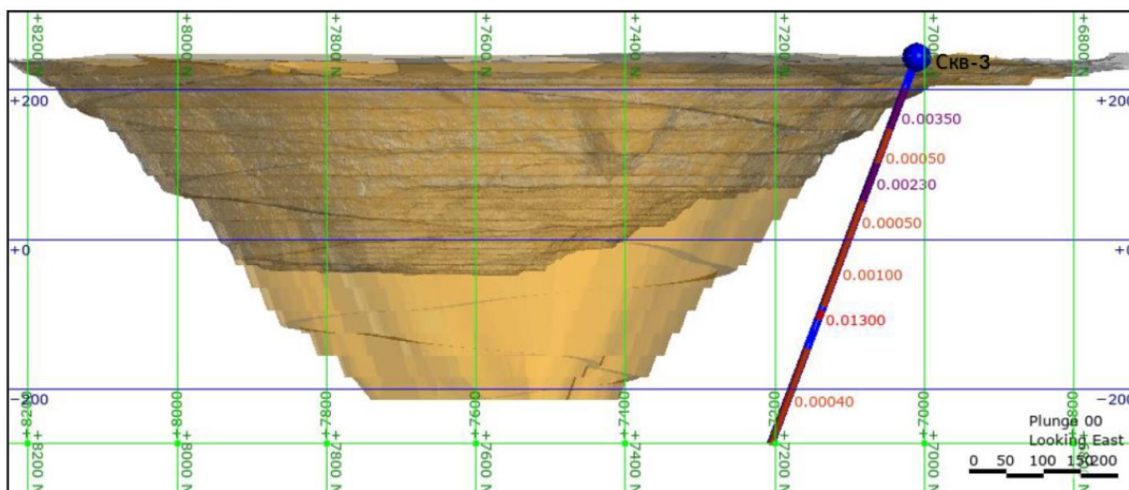


Рисунок 3-10: Разрез по скважине 3

Стационарный уровень подземных вод в скважине 3 фиксируется на глубине 47.5 метра, что соответствует абсолютной отметке 201.9 метра.

3.3 Зависимость фильтрационных свойств горных пород от геолого-геомеханических параметров

Проведен анализ полученных фильтрационных параметров в зависимости от литологии вскрытых пород.

Интервалы испытаний выполнены в следующих литологических разностях:

- кварцевый диорит;
- габбродиорит;
- гранодиорит.

Ниже (Рисунок 3-11) показана зависимость коэффициента фильтрации от литотипа вмещающих пород.

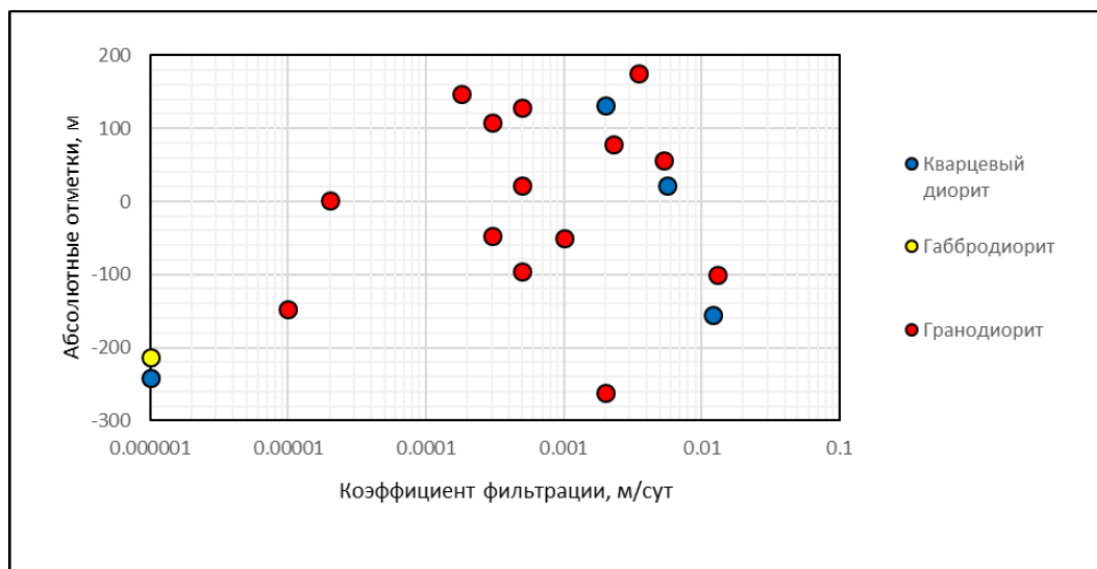


Рисунок 3-11: Зависимость коэффициента фильтрации от литотипа вмещающих пород

В целом, наблюдается значительный разброс значений коэффициента фильтрации в пределах каждого вскрытого литотипа. Можно предположить, что литотип вмещающих пород, вскрытых скважинами существенно не влияет на фильтрационные свойства.

Проведен анализ зависимости коэффициента фильтрации от геомеханических параметров вскрытых скважинами горных пород. При данном анализе учитывалось количество открытых трещин, выделенных в процессе описания керна. Результаты представлены на Рисунок 3-12.

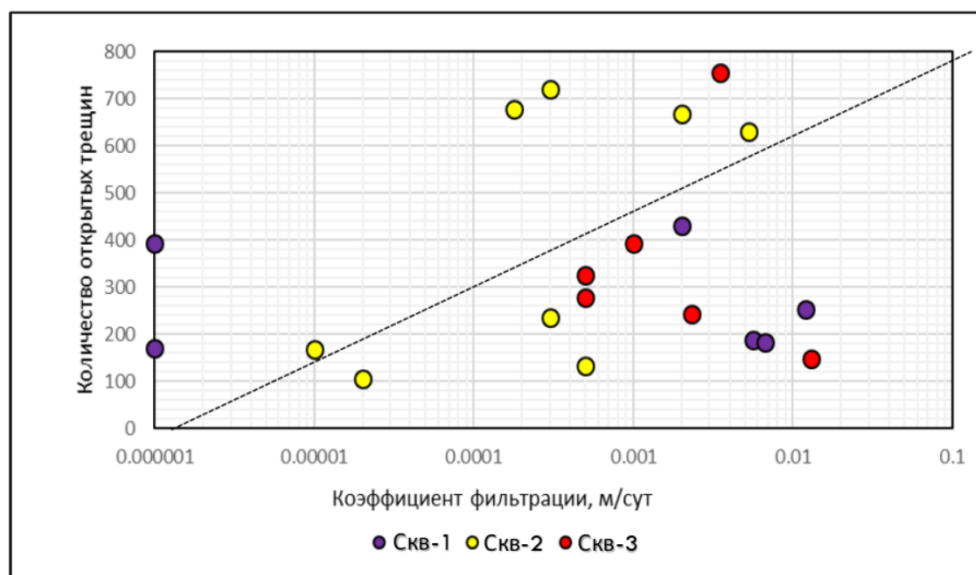


Рисунок 3-12: Корреляция коэффициента фильтрации с количеством открытых трещин

Прослеживается слабая зависимость коэффициента фильтрации и количества открытых трещин, поскольку коэффициент фильтрации в скальных породах зависит не только от количества открытых трещин, но еще от таких параметров как ширина раскрытия трещин и коэффициент активной трещиноватости.

Аналогичная степень корреляции прослеживается между количеством открытых трещин на метр керна в пределах испытываемого интервала и коэффициентом фильтрации (Рисунок 3-13). Увеличение коэффициента фильтрации с увеличением удельного числа трещин может свидетельствовать о повышенных фильтрационных свойствах тектонических нарушений, к которым приурочены зоны более интенсивной трещиноватости.

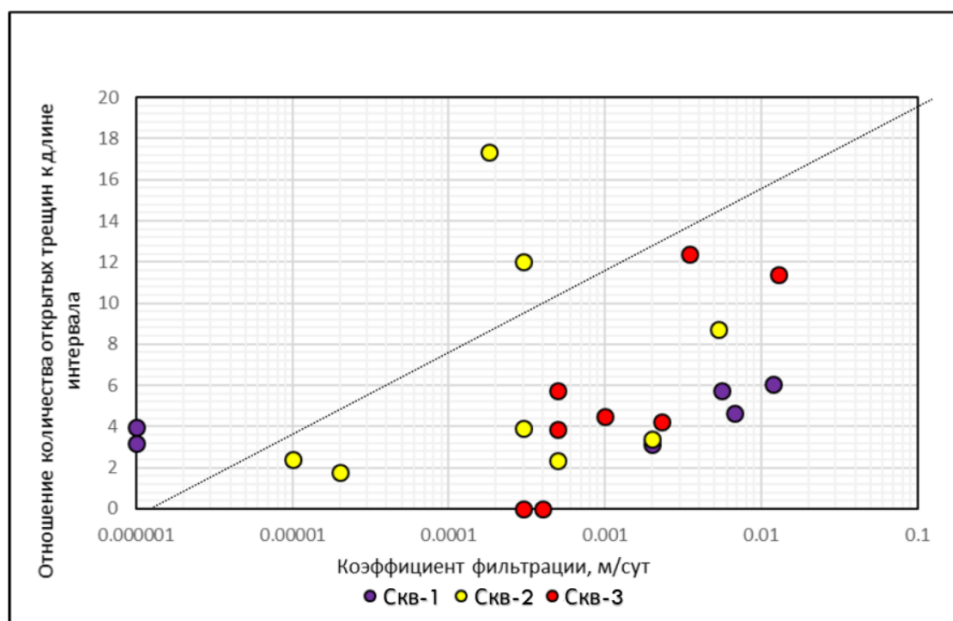


Рисунок 3-13: Зависимость коэффициента фильтрации от числа открытых трещин на метр

3.4 Оборудование скважин многоярусными пьезометрами

После окончания гидрогеологических исследований в скважинах проведена установка многоярусных пьезометров «Geokon», всего установлено 11 датчиков.

При выборе интервалов установки датчиков, основывались следующими принципами:

- глубина установки должна быть ниже потенциального уровня подземных вод на весь период эксплуатации месторождения;
- приуроченность мест установки датчиков к тектоническим нарушениям или к участкам с повышенной трещиноватостью горных пород;
- относительно равномерное распределение датчиков по всей глубине скважины;

Обобщенная схема по установке многоярусных пьезометров приведена ниже (Рисунок 3-14).

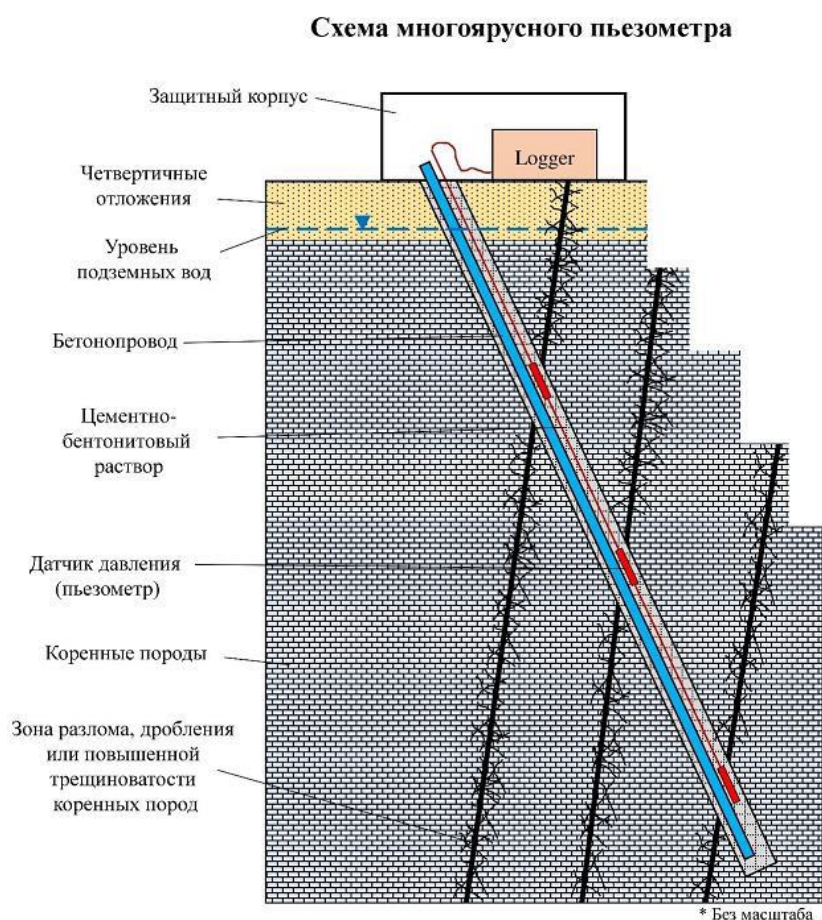


Рисунок 3-14: Схема установки многоярусного пьезометра

Данные по установке многоярусных пьезометров приведены ниже (Таблица 3-6); расположение в трехмерном виде показано на рисунке (Рисунок 3-15).

Таблица 3-6: Данные по установке многоярусных пьезометров

№	№ скв	Глубина установки,м	Место установки	Абсолютные отметки,м
1	Скв-1	239	Зона дробления (0.2м)	28
2		344	Открытая трещина	-62.9
3		434	Зона дробления (0.7 м)	-140.8
4		575.5	Открытая трещина	-263.4
5	Скв-2	206.5	Зона дробления (2.0 м)	65.9
6		312.8	Зона дробления (0.4 м)	-21.2
7		381	Открытая трещина	-77
8	Скв-3	205.2	Зона дробления (0.3 м)	57.3
9		302.5	Открытая трещина	-27
10		409.5	Зона дробления (0.6 м)	-119.6
11		536.3	Зона дробления (0.63 м)	-229.4

Всего установлено 11 датчиков, абсолютные отметки изменяются от 65.88 до -263.4 метров.

Большинство датчиков установлено в участках, приуроченных к ослабленным породам, таких как зона дробления или зона повышенной трещиноватости.

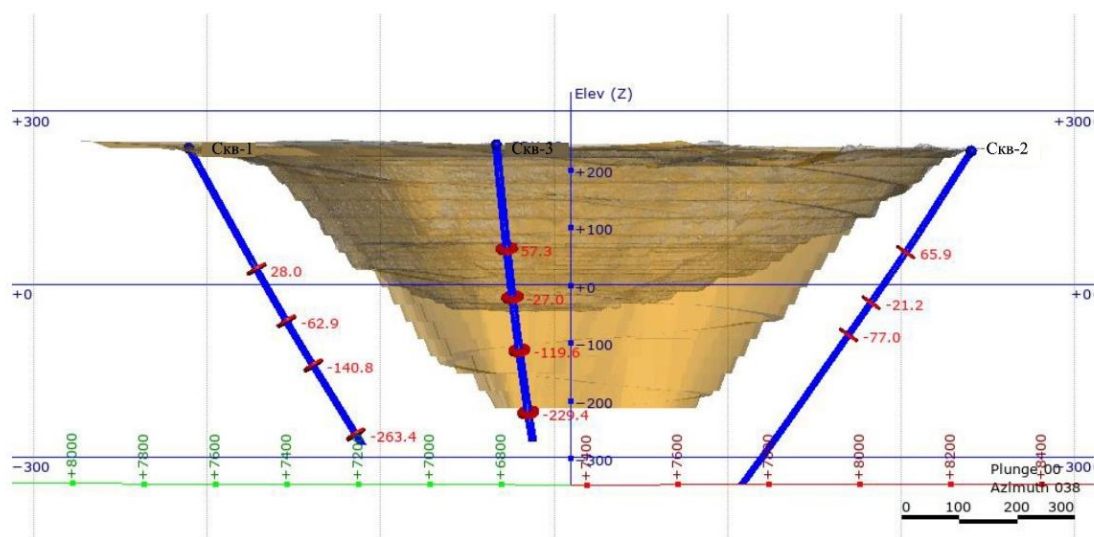


Рисунок 3-15: Расположение установленных многоярусных пьезометров

Установка датчиков происходит посредством последовательного спуска в скважину 3-х метровых пластиковых труб «Vinyl» с резьбовым соединением. Трубки устанавливаются на забой скважины. Датчики крепятся с внешней стороны к трубкам при помощи хомутов и изоленты на необходимом этапе спуска Рисунок 3-16.



Рисунок 3-16: Установка датчика «Geokon»

По окончании установки пьезометров происходит цементация скважины, с целью разобщения участков заложения датчиков и получения трехмерного распределения гидростатического давления.

По окончании цементации над устьем каждой скважины устанавливается логгер, записывающий показания с пьезометров (Рисунок 3-17), помещенный в металлический защитный ящик (Рисунок 3-18).



Рисунок 3-17: Логгер для записи данных с датчиков

Интервал записи данных в процессе цементации 1-2 минуты, после окончания - 4 часа. Данные с логгеров будут использованы при построении и калибровки гидрогеологической модели, а также для реализации долгосрочного мониторинга за режимом подземных вод на Васильковском месторождении.



Рисунок 3-18: Установленный над устьем скважины защитный ящик

Данные с пьезометров являются одним из индикаторов, по которым можно оценить эффективность проведения на месторождении дренажных мероприятий, например бурения субгоризонтальных самотечных скважин с уступов.

4. Анализ гидрогеологической обстановки

На данный момент основными источниками обводнения карьера являются:

1. Осадки;
2. поверхностные воды;
3. подземные воды зоны активной трещиноватости;
4. подземные воды тектонических нарушений.

Часть подземных вод рыхлых отложений перетекает в зону развития коры выветривания, активной трещиноватости и тектонические нарушения. Региональная фильтрация подземных вод имеет место с северо-запада на юго-восток, к местному базису дренирования- реке Чаглинка (Рисунок 4-1).

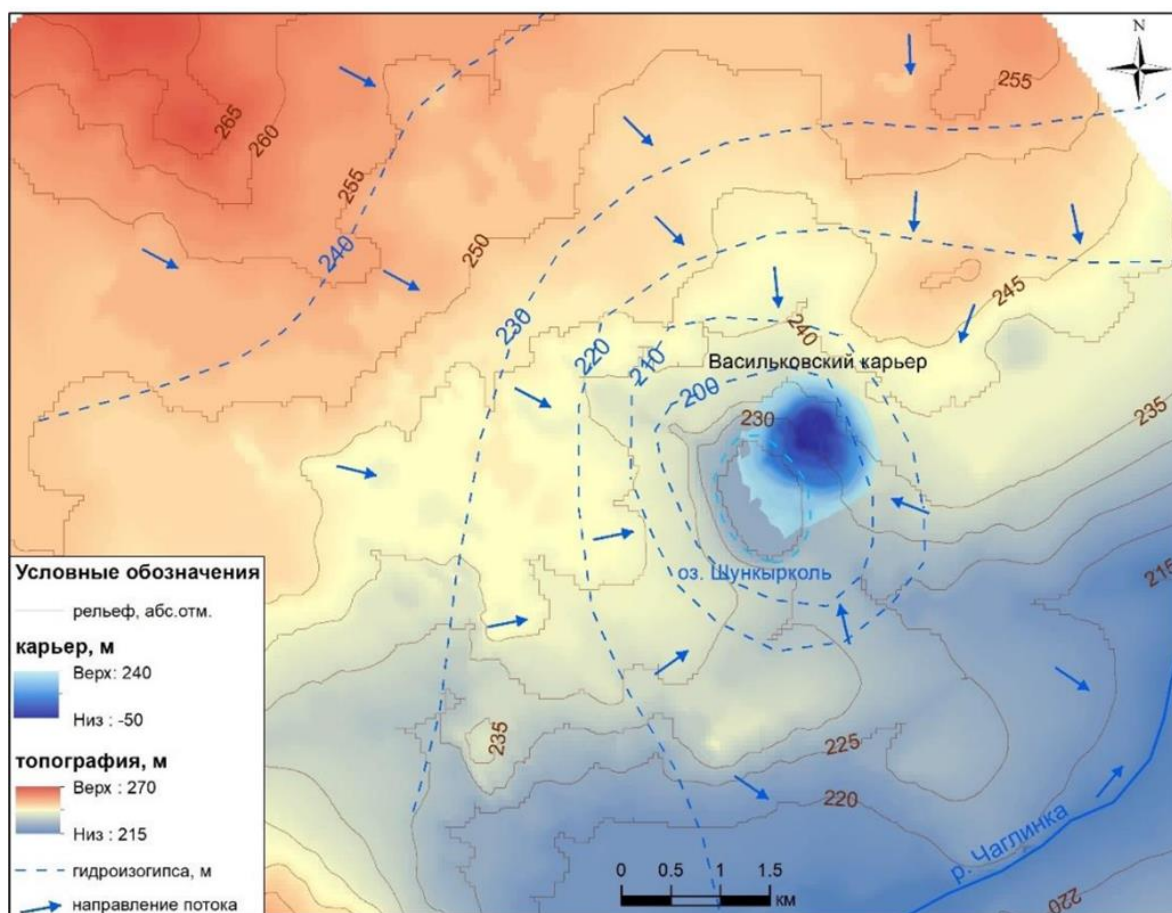


Рисунок 4-1: региональная карта уровней подземных вод

С началом отработки, Васильковский карьер превратился в локальный базис дренирования, который по мере углубления начал стягивать подземные воды, изначально фильтровавшиеся в направлении реки Чаглинка.

Радиус влияния карьера, в пределах которого происходит изменение направленности региональной фильтрации предопределяется геометрическими параметрами самого карьера (радиус, глубина), фильтрационными свойствами вмещающих пород и параметрами питания подземных вод. С учетом нынешней глубины карьера (~300 метров).

Одновременно подвергается изменению и вертикальная составляющая фильтрации: если до границ депрессионной воронки фильтрация подземных вод имеет преимущественно горизонтально направленный характер, то по мере приближения к карьере, как результат понижения горных работ, возрастает вертикальный компонент фильтрации в следствии чего увеличивается переток из рыхлых средне-верхнеплиоценовых отложений в кору выветривания, из которых в свою очередь интенсифицируется переток в подстилающую зону развития активной трещиноватости и тектонические нарушения. В результате перетока рыхлые средне-верхнеплиоценовые отложения и кора выветривания вблизи с контуром карьера осушены и напрямую не влияют на обводненность карьера.

Часть перетока компенсируется повышенным питанием из отвалов (может превышать питание на водосборной площади в 2-3 раза), расположенных в непосредственной близости от карьера и обволакивающие 60% его периметра.

В конечном итоге подземные воды активной трещиноватости и тектонических нарушений напрямую разгружаются в бортах карьер либо фильтруются вдоль зоны влияния буровзрывных работ до отметки расположения карьерного зумпфа (роль зоны влияния буровзрывных работ в предопределении гидродинамических условий в приобортовом не ясна и требует изучения).

Мощность водовмещающих горных пород рассматривается по вертикали на максимальную проектную глубину разработки Васильковского месторождения (до отметки -215 м), до ненарушенных коренных пород.

Водоносная зона открытой трещиноватости интрузивных пород нерасчлененных палеозойских образований ($\gamma-\gamma\delta Pz$). Водоносная зона открытой трещиноватости, в свою очередь, разделена на три зоны:

- свободного (до глубины 180 м);
- затрудненного (до глубины 375 м);
- сильно затрудненного водообмена (оставшаяся толща до нижней границы модели).

Результаты схематизации гидрогеологических условий сведены в таблицу (Таблица 4- 1).

Таблица 4-1: вертикальная схематизация гидрогеологического разреза

№ п/п	Гидрогеологическое подразделение	Литологическое описание	Характер гидродинамическог о режима
1	Горизонт рыхлых покровных отложений	Водовмещающие породы –суглинки, супеси, состоящими из песчано- дресвяно-щебенистого материала; локально – техногенные отложения.	безнапорный
2	Зона спорадического обводнения мезозойской- кайнозойской коры выветривания	Сильно выветрелые палеозойские породы, в основном представлены супесью с включением дресвяно- щебенистого материала.	Напорно-безнапорный
3	Водоносная зона открытой трещиноватости интрузивных пород нерасчлененных палеозойских образований	Трещиноватые гранодиориты, габбро- диориты и кварцевые диориты Зона окисления	Напорно-безнапорный
4		Трещиноватые гранодиориты, габбро- диориты и кварцевые диориты Зона активного водообмена (до глубины порядка 180 м)	Напорно-безнапорный
5		Трещиноватые гранодиориты, габбро- диориты и кварцевые диориты Зона затрудненного водообмена (до границы зоны фильтрации, т.е. глубины 375 м [8])	Напорно-безнапорный
6		Трещиноватые гранодиориты, габбро- диориты и кварцевые диориты	Напорно-безнапорный. Слои, расположенные ниже отметки дна карьера, – напорные.

Фильтрационные свойства коры выветривания отдельно не изучались, но из откачек до глубины 100 метров следует, что коэффициент фильтрации варьируется между 0,001-1 м/сут (таблица 4-2) и в среднем не высокий.

Таблица 4-2: фильтрационные свойства коры выветривания

№ скв.	Гл. скв.,м	Статический уровень воды,м	Водоносные породы	Вскрытая мощность	Удельный дебит, дм ³ /с/м	Понижение, м	Дебит, дм ³ /с/	коэффициент	
								фильтрации, м/сут	водопроводи мости, м ² /сут
Интервал до 100 м									
551	68,2	8,2	Диориты	31,7	1,16	1,85	2,15	1,080	34,20
552	67,2	11,7	Кварцевые диориты	26,3	0,24	10,00	2,45	0,820	29,00
553	79,0	17,3	Кварцевые диориты	50,4	0,11	12,75	1,39	0,290	22,0
554	70,6	11,1	Диориты	28,1	0,51	6,17	3,16	1,680	44,20
555	56,2	7,1	Гранодиориты	41,6	0,16	10,82	1,71	0,360	9,00
339	103,6	13,4	Диориты	80,1	0,01	30,60	0,12	0,001	0,80
348	115,1	—	Гранодиориты	65,6	0,03	16,60	0,44	0,0371	0,56
среднее								0,605	20,00

Емкостные свойства опытно-фильтрационным путем также не оценивались, но с учетом гранулометрического состава пород (супесью с включением дресвяно-щебенистого материала) предполагается, что водоотдача относительно высокая, и зона развития коры выветривания служит питающей емкостью для осушаемых ниже пород скального комплекса.

Воды комплекса в основном носят безнапорный характер, но в местах глубокого погружения фундамента под чехол рыхлых отложений они приобретают напор до 15 м на юге и до 35-40 м в центральной части с увеличением на север. В естественных условиях глубина залегания уровня в метаморфических породах увеличивается с юга на север, изменяясь от 2 - 6 до 19 м. В центральной части участка в пределах развития погребенных мульд и гранитоидов палеозоя уровни до начала горных работ устанавливались на глубинах 0,4-0,6 м, на повышенных участках до 16,7- 23.8 м. Пьезометрический уровень в северной части составлял 2,2-2,6 м.

Уроненный режим подземных вод в естественных условиях характеризуется плавным весенним подъемом, который длится 1,0-1,5 месяца, при этом амплитуда в зависимости от водности года изменяется от 0,3 до 1,1 м. На водораздельных участках минимальный уровень отмечается в январе-феврале месяце. Весенний подъем наступает с отставанием от весеннего снеготаяния и достигает максимума в мае - начале июня, а в области транзита и разгрузки октябре-ноябре. Амплитуда колебания уровня 0,1-0,5 м в зависимости от водности года.

Питание зоны развития коры выветривания происходит посредством перетока воды из рыхлых средне-верхнеплиоценовых отложений, инфильтрации атмосферных осадков, за счет подтока из гипсометрически выше расположенных участков. Разгрузка происходит посредством перетока в зону развития открытой трещиноватости.

В прибортовой области зона развития коры выветривания осушена. Подземные воды коры выветривания, не достигая бортов карьера перетекают в зону развития активной трещиноватости.

Зона развития активной трещиноватости

Непосредственно на месторождении водоносная зона трещиноватости представлена интрузивным комплексом пород Алтыбайского и Жолдыбайского массивов, представленных гранодиоритами, диоритами, габбро-диоритами. Мощность обводненной зоны определяется глубиной развития трещиноватости, которая на водораздельной части не превышает 50-70 м, а в зонах глубоких разломов и тектонических узлах, к которому приурочено Васильковское месторождение, достигает 500-556 м, что подтверждено бурением скважин и каротажными работами. Средняя обводненная глубина скальных пород Васильковского месторождения по данным разведочных работ принята 375 м.

Водообильность пород скального фундамента в пределах района изменяется в зависимости от минералогического состава и степени трещиноватости. Мощность обводненной зоны достигает 80,0 м. Наиболее водообильными являются трещиноватые известняки, дебиты скважин в которых изменяются в пределах от 0,78 до 5,6 дм³/с при понижениях соответственно 28,8-1,2 м. Аргиллиты и алевролиты являются слабоводоносными или практически безводными. Дебиты скважин изменяются от сотых до десятых долей дм³/с.

Дебиты скважин в гранитоидах в водораздельной части территории не превышают 1,0 дм³/с, при удельных дебитах 0,01-0,05 м³/с. Максимальными дебитами до 2,2-16,0 дм³/с при понижениях уровней до 1,85-44,2 м гранитоиды охарактеризованы в зоне рудного штокверка и долины р. Чаглинки, где разведан участок для водообеспечения карьера бутового камня.

Проницаемость пород в непосредственной близости от бортов карьера была изучена посредством поинтервальных пакерных исследований в скважинах Сква-1, Сква -2 и Сква -3 (Рисунок 3-15: Расположение установленных многоярусных пьезометров).

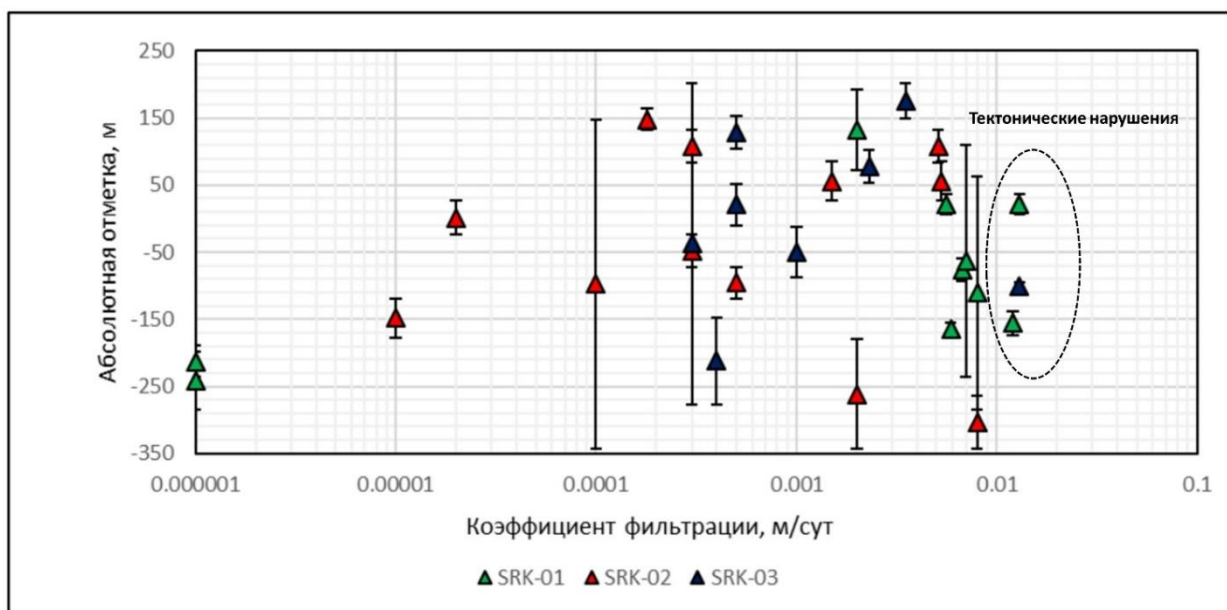


Рисунок 4-2: результаты поинтервальных пакерных исследований (коэффициент фильтрации относительно глубины)

Из результатов поинтервальных исследований следует, что в целом скальные вмещающие породы обладают низкими фильтрационными свойствами (0,0002-0,006 м/сут).

Максимальные значения получены по результатам опытно-фильтрационных в пределах тектонических нарушений.

Тектонические нарушения

Для района месторождения характерно широкое проявление разрывных тектонических нарушений, которые являются рудоконтролирующими структурами. В частности, месторождение приурочено к месту пересечения двух региональных разломов: Алтыбай-Берлестыкского (северо-восточного простирания) и Донгульагашского (северо-западного направления).

В зонах тектонических нарушений удельная трещиноватость достигает 10-15 шт., чаще встречаются трещины большой протяженности и ширины, иногда разрывы до 20 см, выполненные дресвяно-щебенисто-глинистыми образованиями.

На данный момент наиболее обводненные зоны в карьере приурочены к участкам вскрытия тектонических нарушений (рисунок 4-3).

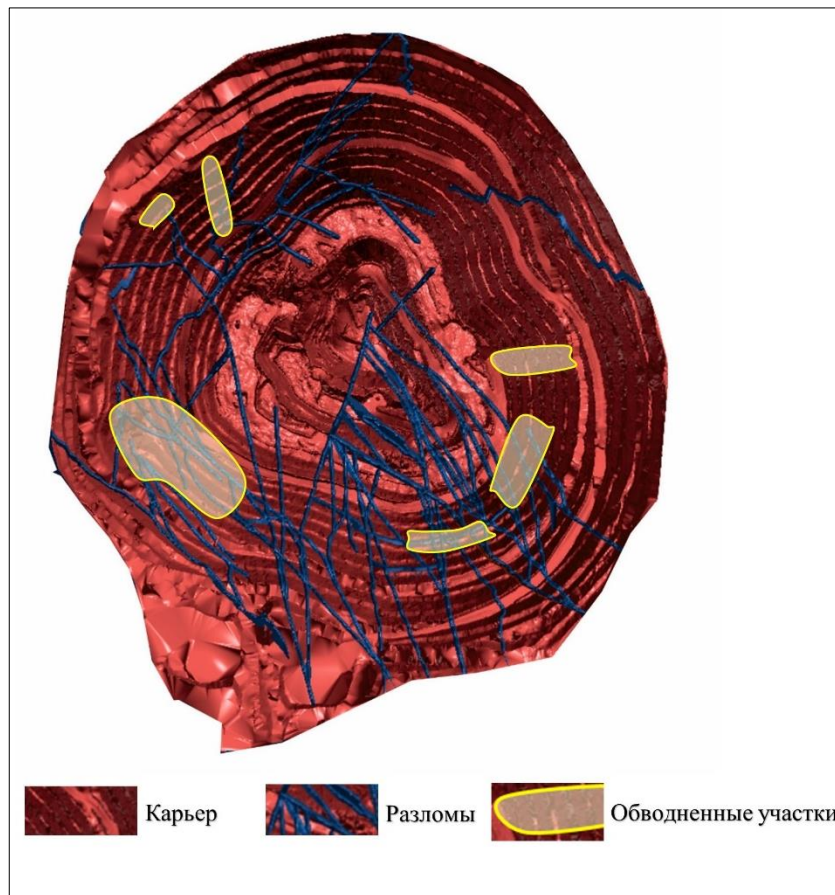


Рисунок 4-3: карта обводнения карьера и вскрытых тектонических нарушений

Наиболее значимым тектоническим нарушением вскрытым карьером, является Донгульагашский разлом, вскрытый в южной части карьера и имеющий юго-западное простирание.

Фильтрационные свойства тектонических нарушений изучены вблизи с карьером посредством пакерных исследований (рисунок 8). Коэффициенты фильтрации тектонических нарушений в среднем составляют сотые доли метров в сутки.

Вывод-краткое описание:

- Основными источниками обводнения карьера являются:
 - 1-подземные воды зоны развития активной трещиноватости
 - 2-подземные воды тектонических нарушений
 - 3-поверхностные воды-осадки, выпадающие на площадь карьера
- Основными источниками питания подземных вод являются:
 - 1-инфильтрация осадков на водосборную площадь
 - 2-переток их техногенных отложений (отвалы)
- Зона развития активной трещиноватости распространяется на глубину 180 метров. Коэффициент фильтрации зоны развития активной фильтрации варьируется между 0,0002-0,006 м/сут.

- Степень вскрытия тектонических нарушений зависит от расположения и ориентации относительно бортов карьера. Коэффициенты фильтрации тектонических нарушений в среднем составляют сотые доли метров в сутки
- Средне-верхнеплиоценовые отложения (N2-Q) и зона развития коры выветривания в непосредственной близости с карьером осушены

Характер распределения порового давления в прибортовом массиве

В рамках программы по уточнению гидрогеологических условий месторождения было пробурено три скважины, которые были оборудованы датчиками давления, регистрирующими давление воды на различных глубинах (рисунок 4-4).

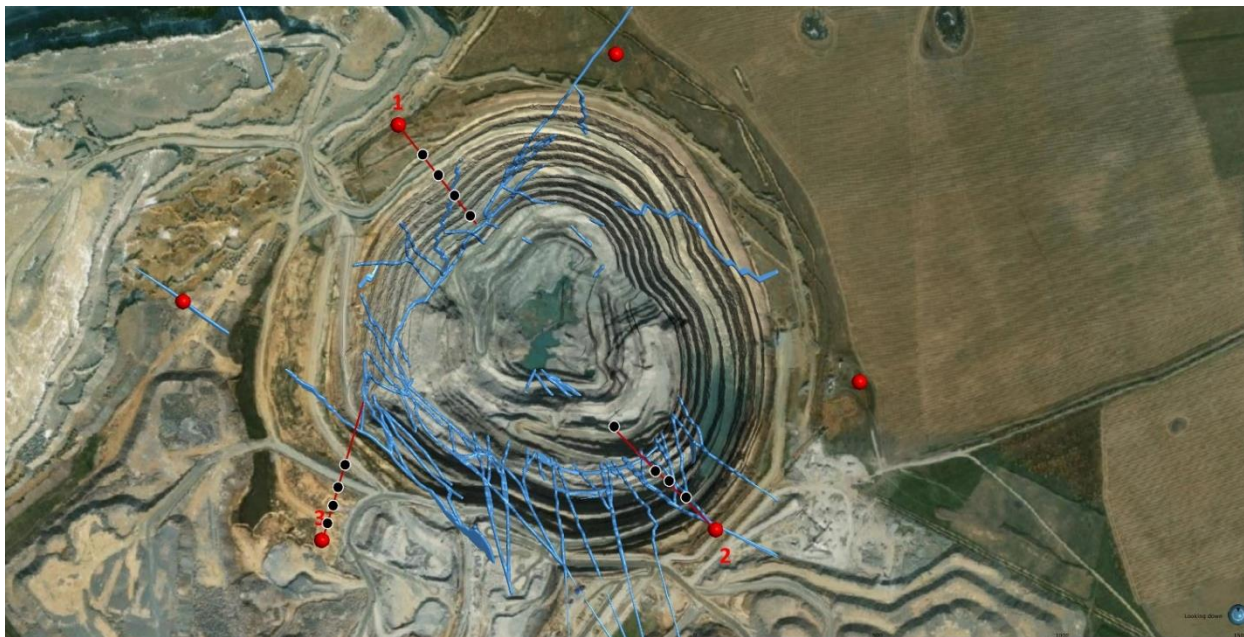


Рисунок 4-4: расположение скважин с датчиками давления

Скважины, были заложены в наиболее обводненных секторах карьера (

Таблица 3-6: Данные по установке).

Северо-западный борт, скважина №1

Скважина расположена в северо-западном секторе карьера, где наблюдаются высачивания. Источником являются подземные воды, приуроченные к тектоническим нарушениям юго-западного простирания.

Датчики установлены ниже зоны развития коры выветривания

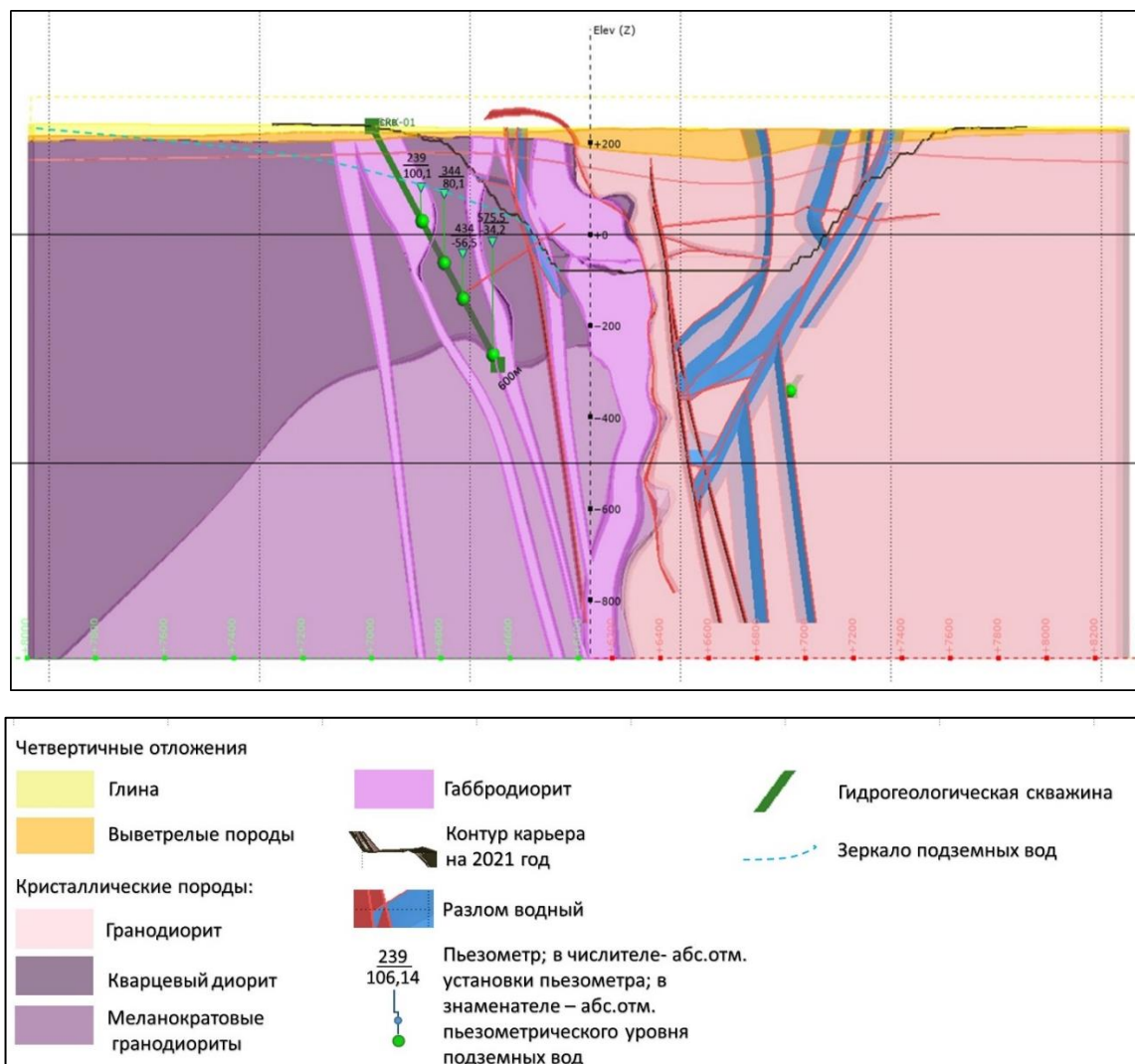


Рисунок 4-5: разрез по скважине №1

Основываясь на графиках порового давления можно сделать следующие выводы:

- Первые два датчика (S1 и S2) располагаются в пределах одной гидродинамической зоны-характеры изменения давления во времени схожи. В остальных скважинах (№2 и №3) проглядывается аналогичная зависимость. Основным объяснением данному явлению является тот факт, что первые два датчика располагаются в единой зоне активной фильтрации (рисунок 4-7,4-8).
- Климатические условия отражаются на динамике изменения порового давления в интервале установки первого и второго датчиков (до глубины 300 метров): давление падает в зимний период и повышается в паводковый приблизительно на 0,6 кПа. На 3 и 4 датчиках зависимость с климатом не отмечается, предположительно ввиду слабой проницаемости и как следствие гидравлической взаимосвязи с поверхностью (Рисунок-4-9).
- Давление, регистрируемое третьим датчиком (-140 м) в среднем на 3 кПа ниже, чем в четвертом датчике (-263 м), что связано с расположением датчика №3 в пределах тектонического нарушения, вскрытого карьером. Поэтому регистрируемый датчиком №3 абсолютный уровень близок со значением абсолютной отметкой, на которой вскрыто тектоническое нарушение.
- Отмечается падение порового давления, по мере углубления карьера (рисунок 4-9,4-10). темп снижения для верхних и нижних датчиков сход, за исключением наложения влияния климатических условий на данные верхних датчиков.

- Влияние отдельно взятых буровзрывных работ либо совсем не отражается на динамике изменения порового давления (для верхних горизонтов-датчик 1 и 2), либо отражается, но в очень слабой форме-понижение около 0,1 кПа и меньше (рисунок 4-7,4-8). Очень часто после понижения давления, связанного со взрывными работами, давление восстанавливается до прежних значений (применительно к горизонтам -140 м - -270 м).

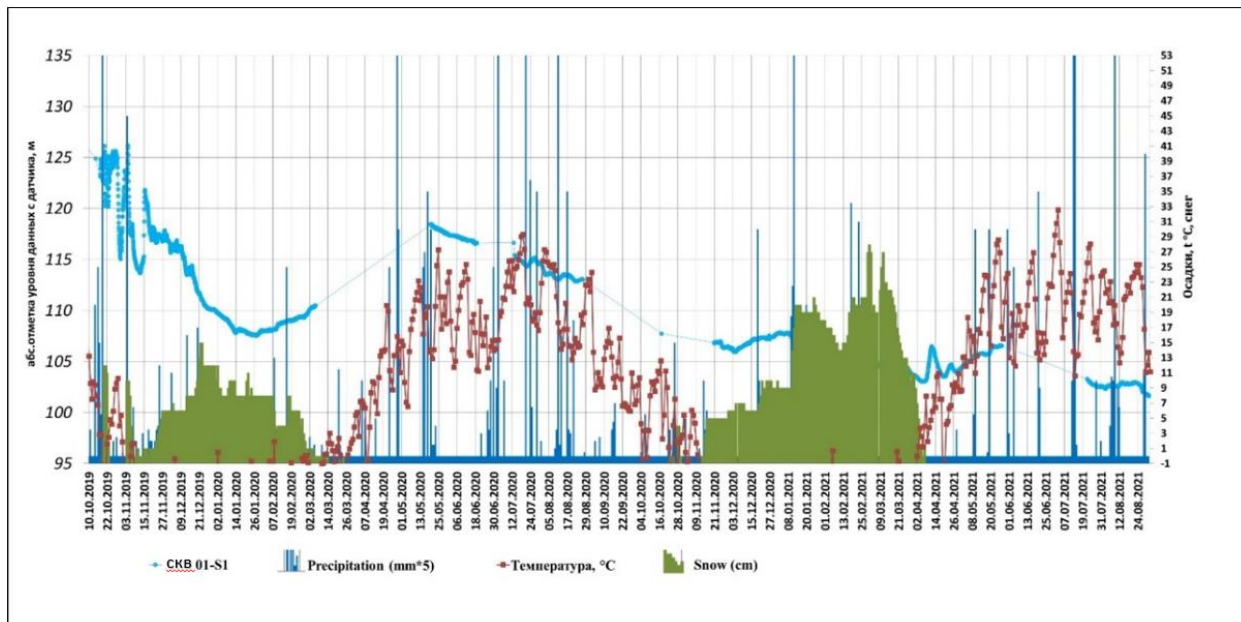


Рисунок 4-6: динамика изменения порового давления в датчиках 1 и 2 соответственно

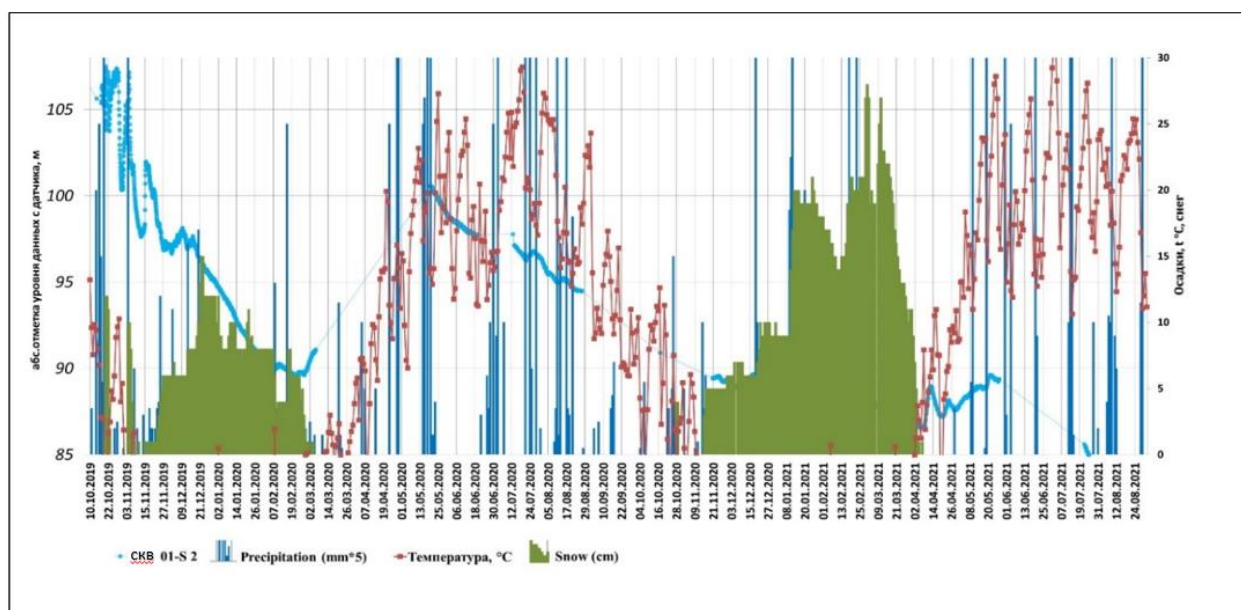


Рисунок 4-7: динамика изменения порового давления в датчиках 1 и 2 соответственно

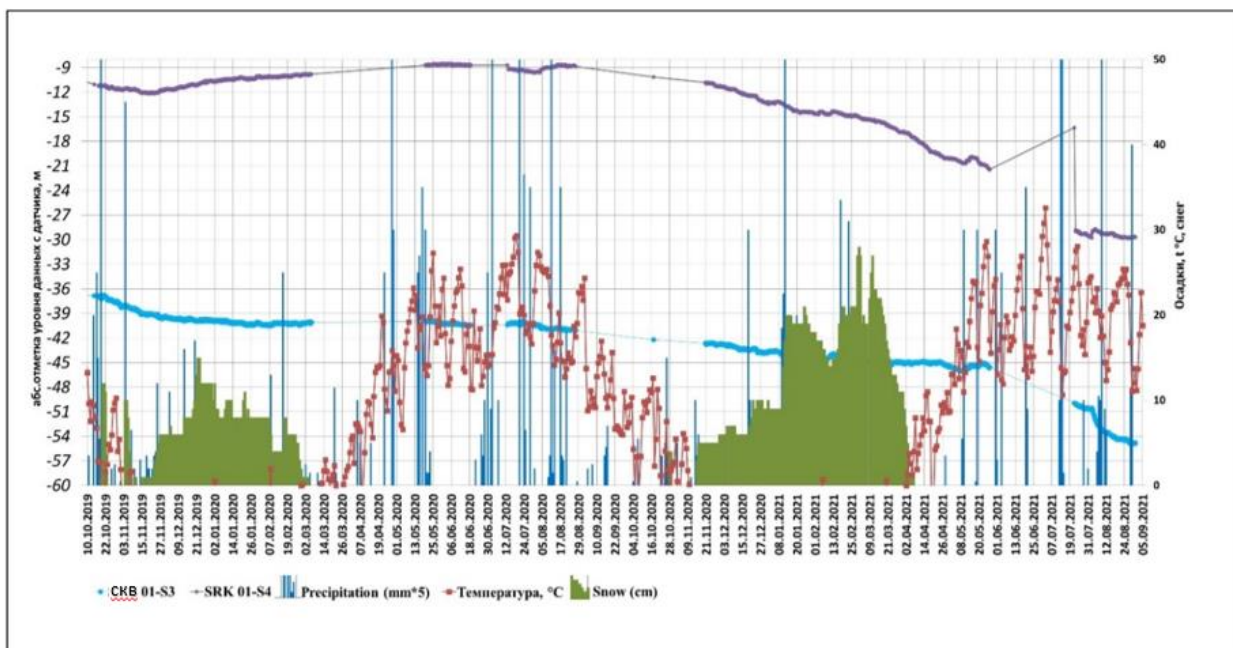


Рисунок 4-8: динамика изменения порового давления в датчиках 3 и 4

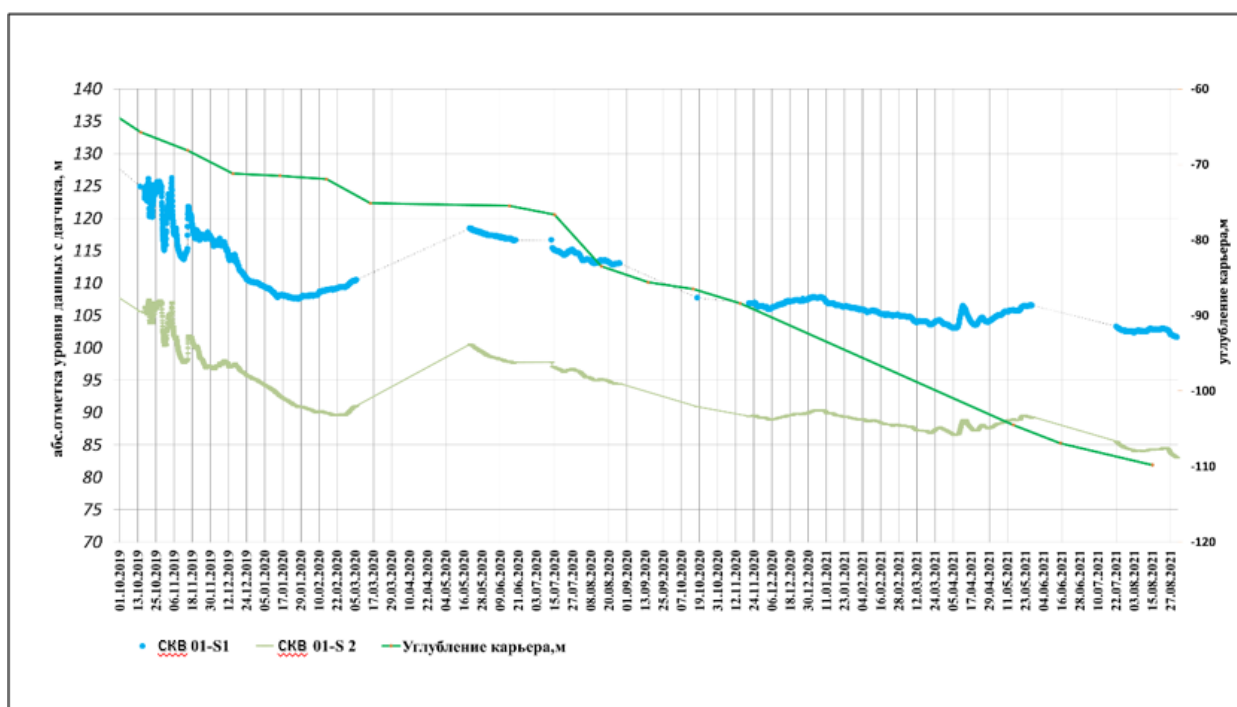


Рисунок 4-9: динамика изменения порового давления в датчиках 1 и 2 относительно углубления карьера

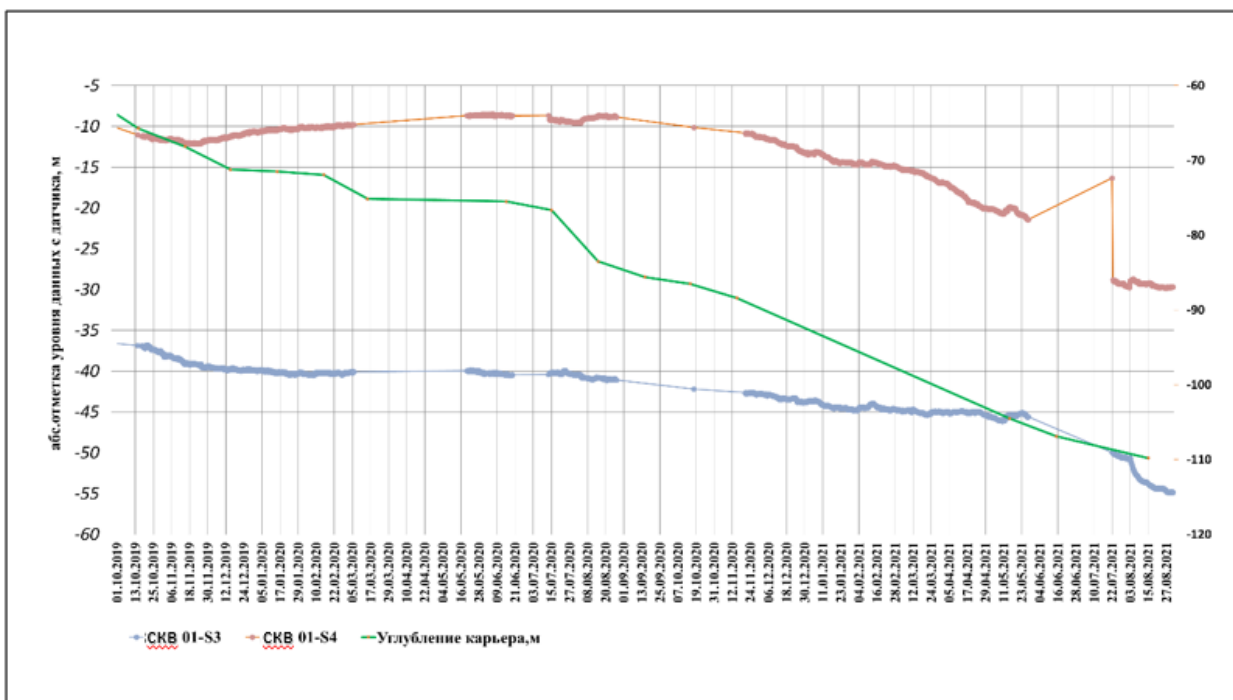


Рисунок 4-10: динамика изменения порового давления в датчиках 3 и 4 относительно углубления карьера

Юго-восточный борт, скважина №2

Участок примечателен повышенной обводненностью, приуроченной к тектоническим нарушениям северо-западного простирания, залегающих перпендикулярно бортам карьера

- Климатические условия влияют на поровое давление до глубины 200 м (абсолютная отметка 65 м). Для нижних горизонтов взаимосвязь между климатом и поровым давлением не настолько явная (рисунок 4-11 - 4-13).

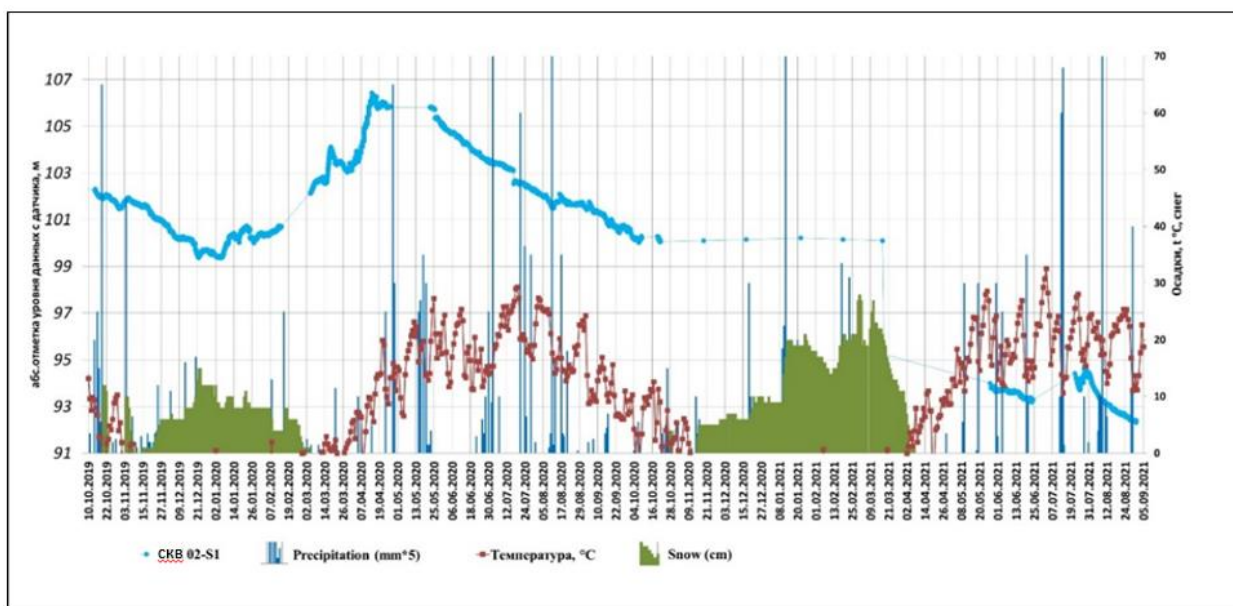


Рисунок 4-11: динамика изменения порового давления в датчиках 1

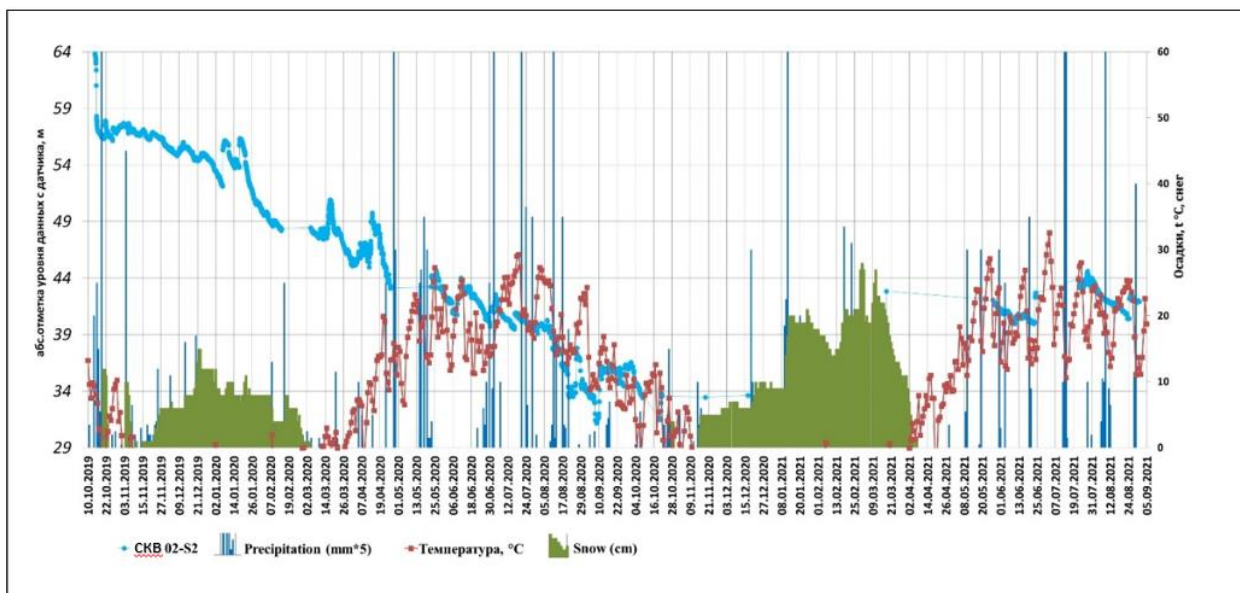


Рисунок 4-12: динамика изменения порового давления в датчиках 2

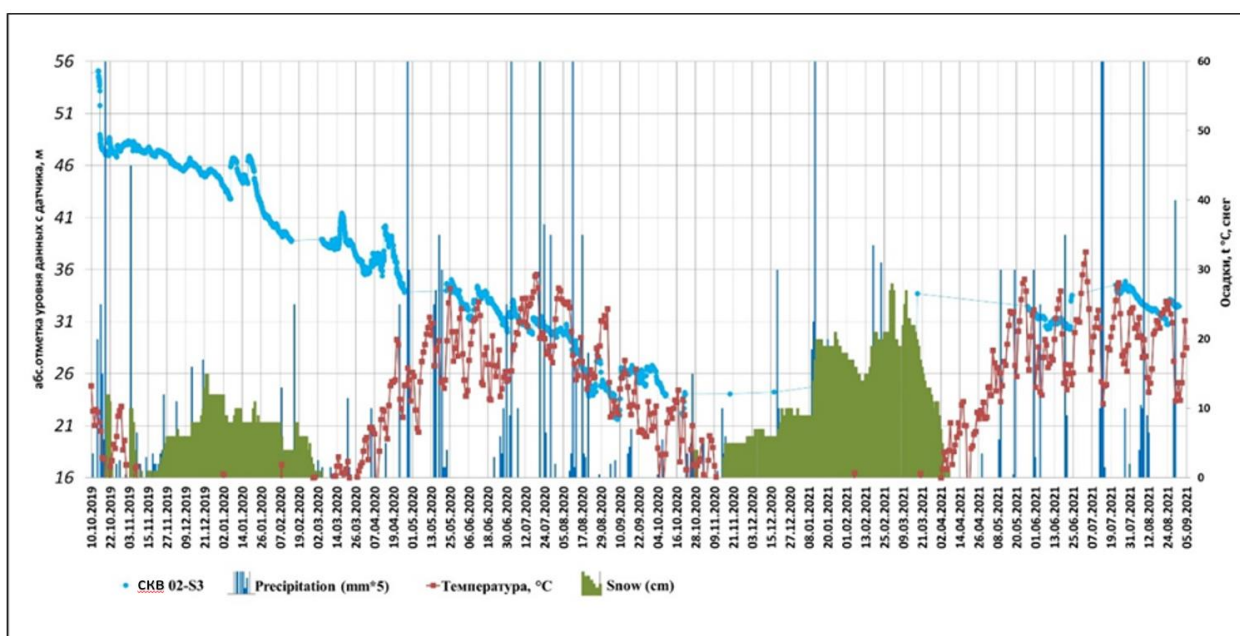


Рисунок 4-13: динамика изменения порового давления в датчиках 3

- Давление на нижних горизонтах падает достаточно равномерно, со скоростью, схожей с темпом углубления карьера, что предполагает хорошую гидравлическую взаимосвязь с карьером за счет большой плотности тектонических нарушений, направленных перпендикулярно борту карьера. Поровое давление на верхних горизонтах менее чувствительно к горным работам предположительно в связи с близостью к источникам питания.

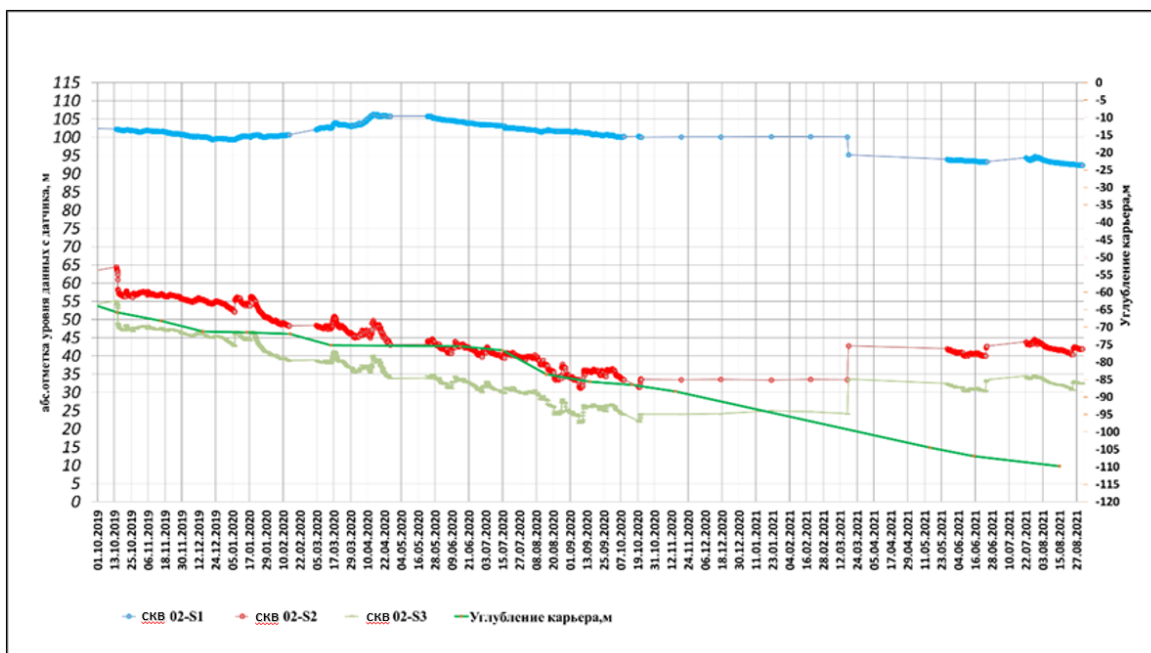


Рисунок 4-14 динамика изменения порового давления в датчиках 1,2 и 3 относительно углубления карьера

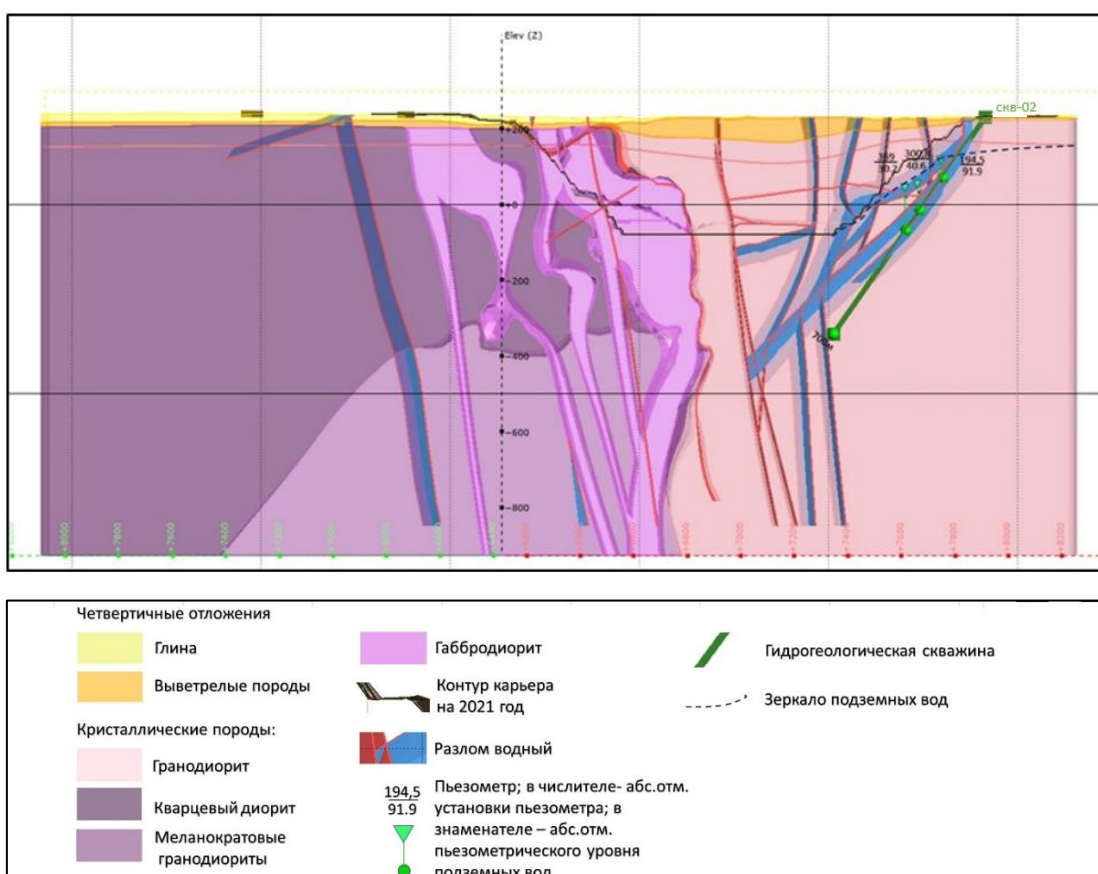


Рисунок 4-15: разрез по скважине №2

Юго-западный борт, скважина №3

Юго-западный участок борта является наиболее обводненным. Источником обводнения являются подземные воды приуроченные к тектоническим нарушениям северо-западного простирания с падением на юго-запад, которые вскрываются на отметках +17 м - +174 м. Скважина расположена на расстоянии ~200 м от борта карьера.

- Датчиками не фиксируется изменение параметра питания в результате влияния климатических условий. Предположительно это связано с наличие постоянного источника питания в виде нагорной канавы (~120 м), которое нивелирует влияние климата (рисунок 4-17).

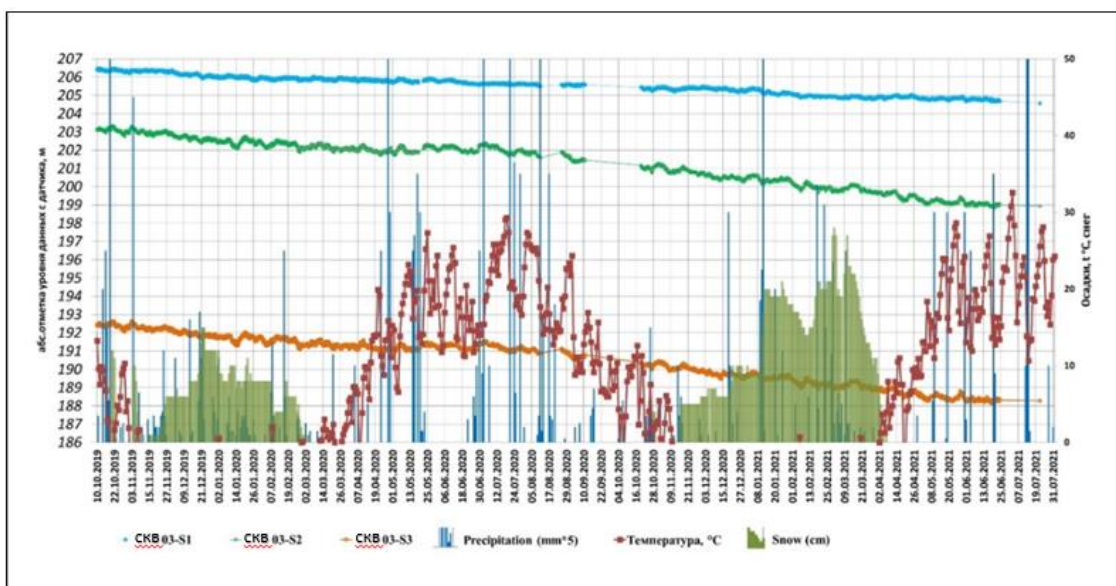


Рисунок 4-16: динамика изменения порового давления в датчиках 1 и 2 соответственно

- Динамика изменения порового давления существенно ниже графика понижения фронта горных работ (рисунок 4-17), вероятно ввиду двух факторов: 1-тектонические нарушения, обводняющие борт, простираются субпараллельно борту карьера, вследствие чего разгрузка подземных вод в карьер затруднена, 2-наличие постоянного источника питания в виде упомянутой нагорной канавы

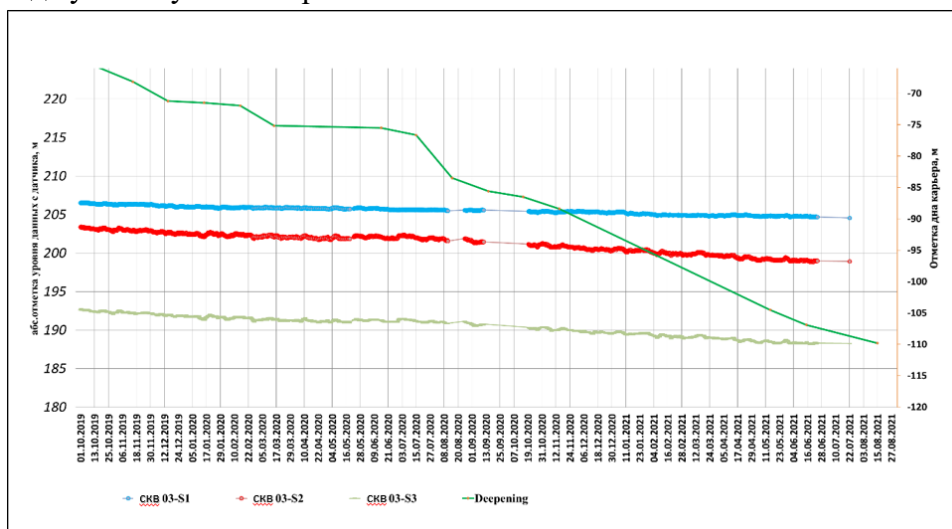


Рисунок 4-17: динамика изменения порового давления в датчиках 1, 2 и 3 относительно углубления карьера

- Поровое давление, регистрируемое датчиком №4 (абсолютная отметка -140 м) аномально низкое, что предположительно связано с расположением датчика №4 в тектоническом нарушении, вскрытом карьером.

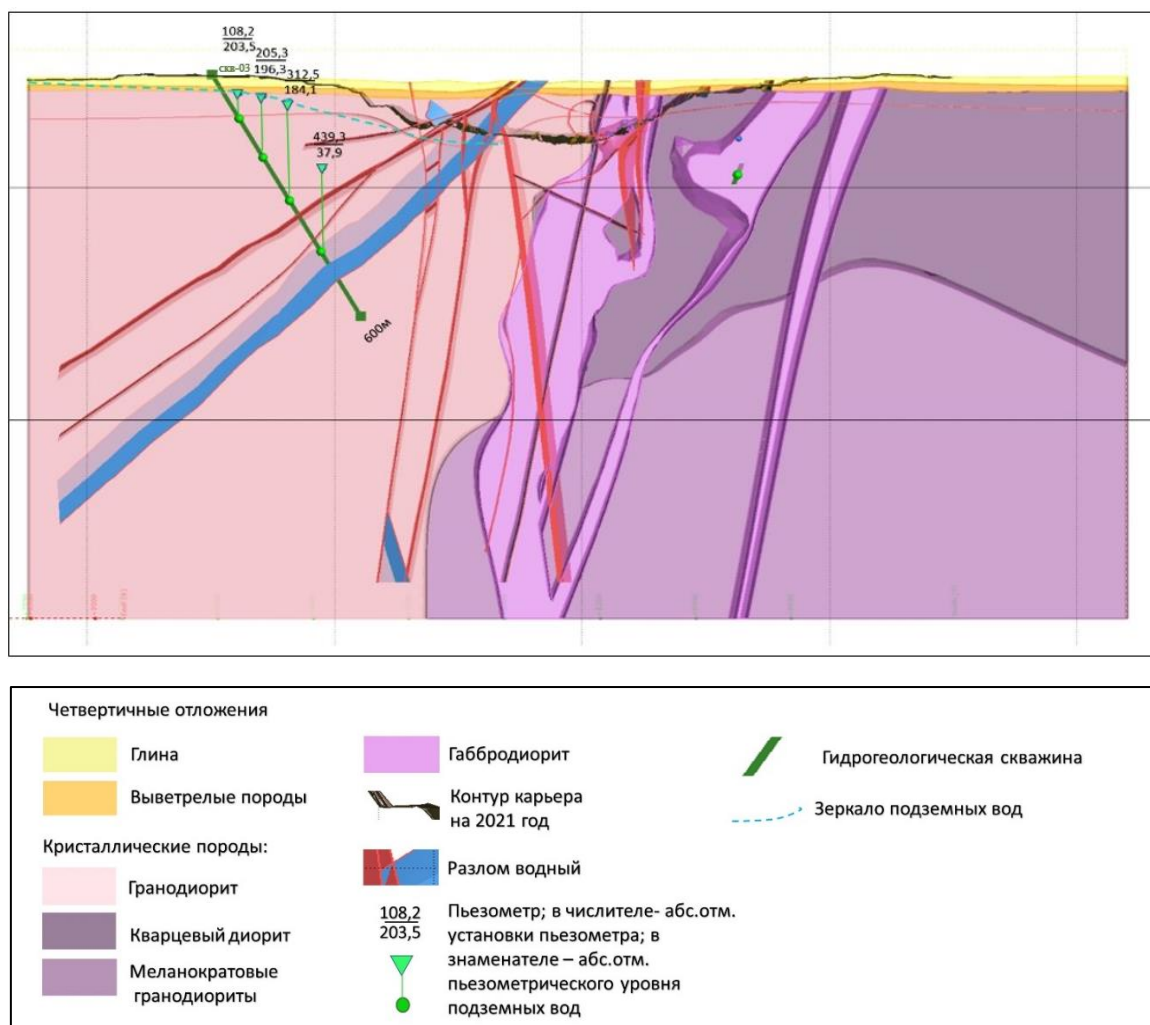


Рисунок 4-18: разрез по скважине №3

- В юго-западном секторе карьера уровни подземных вод ближе всего залегают к бортам карьера (рисунок 4-20), что предположительно связано со вскрытием на данном участке тектонического нарушения регионального характера (Донгулдашский разлом) а также ряда тектонических нарушений более мелкого порядка.
- Глубже всего уровни залегают в восточной и юго-восточной части карьера, которые расположены на противоположной к направлению региональной фильтрации стороне карьера.

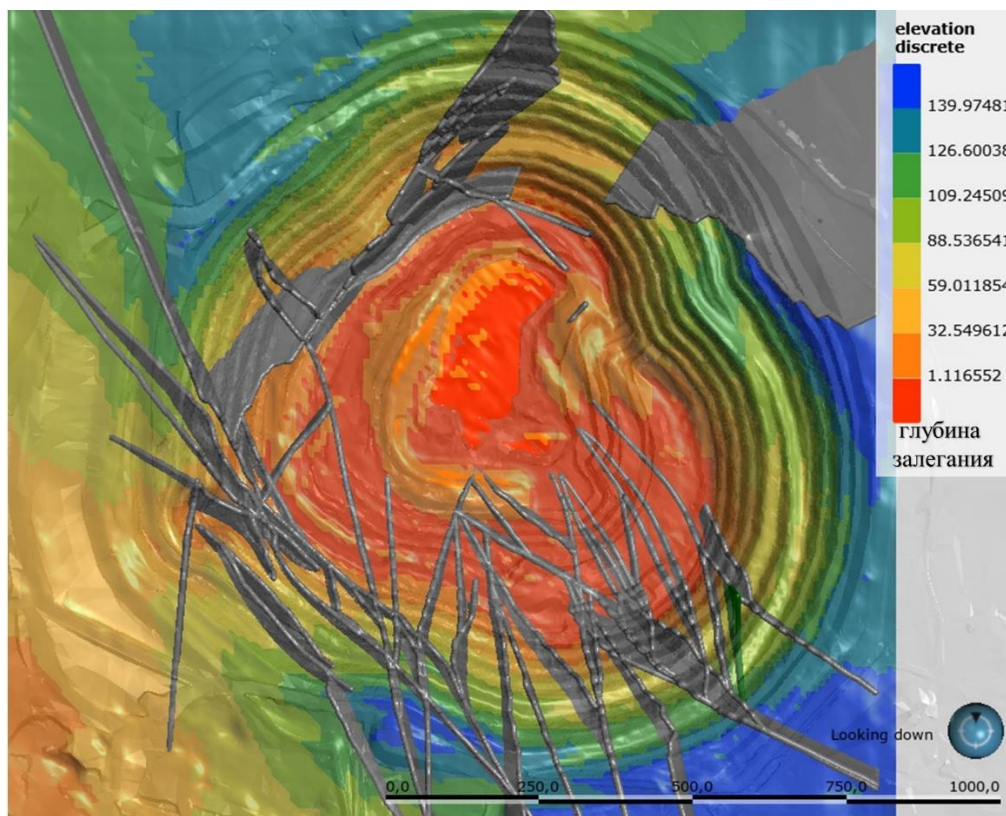


Рисунок 4-20: глубина залегания зеркала подземных вод в близи с карьером

Выводы

- Трехмерными геомеханическими расчетами критического влияния порового давления на устойчивость нынешних и проектных бортов выявлено не было, Мониторинг порового давления производится с целью выявления участков, где поровое давление выше ранее спрогнозированного для последующего пересчета устойчивости бортов карьера и при необходимости внедрения дренажных мероприятий.
- Поровое давление уменьшается по мере углубления карьера: на нижних горизонтах интенсивность выше, чем на верхних, что связано с влиянием климатических условий и расстоянием до горизонта отработки.
- На динамику изменения порового давления на верхних горизонтах влияет питание: давление растет в период весенних паводков и падает в летнюю межень. Давление на нижних горизонтах не отражает климатических изменений ввиду слабой гидравлической взаимосвязи с поверхностью.
- Отмечается активная роль тектонических нарушений в предопределении гидродинамических условиях в прибортовом массиве: пониженное давление фиксируется датчиками, установленными в пределах тектонических нарушений, вскрытых карьером, что дает основание для утверждения об относительно высокой проницаемости тектонических нарушений. Геологических структур, которые могли бы играть роль гидравлического барьера в районе карьера отмечено не было.
- Наиболее критичным с точки зрения потенциального влияния воды на устойчивость можно считать юго-западный сектор карьера: вскрытые здесь тектонические нарушения простираются субпараллельно борту карьера, в связи с чем разгрузка подземных вод в

карьер затруднена, что при ослабленности вмещающих пород может привести к топплингу.

- Основной проблемой мониторинговой системы является непостоянство данных, связанное с отключением логгеров в результате выхода из строя аккумуляторов. Для решения данной задачи предполагается обновить систему дистанционной системой мониторинга, когда специалисты будут оповещаться об остановке работы системы в кратчайший срок, что позволит незамедлительно производить замену аккумуляторов
- Также не определены условия в пределах зоны влияния буровзрывных работ, так как мониторинговые скважины расположены относительно далеко от бортов карьера. В дальнейшем планируется рассмотреть возможность бурения горизонтальных скважин в борта карьера для определения характера распределения порового давления в данной зоне.

Анализ Притоков

Анализ данных притоков за период с 2010 по нынешний день позволяет сделать следующие выводы:

- Притоки подземных вод практически не изменились за последние 10 лет отработки. Временные колебания связаны со сработкой емкости при вскрытии новых трещин и притоками подземных вод
- Объемы откачки не зависят от глубины отработки (рисунок 4-21), что говорит о низкой проницаемости вскрываемых вмещающих пород и тектонических нарушений на нижних горизонтах.

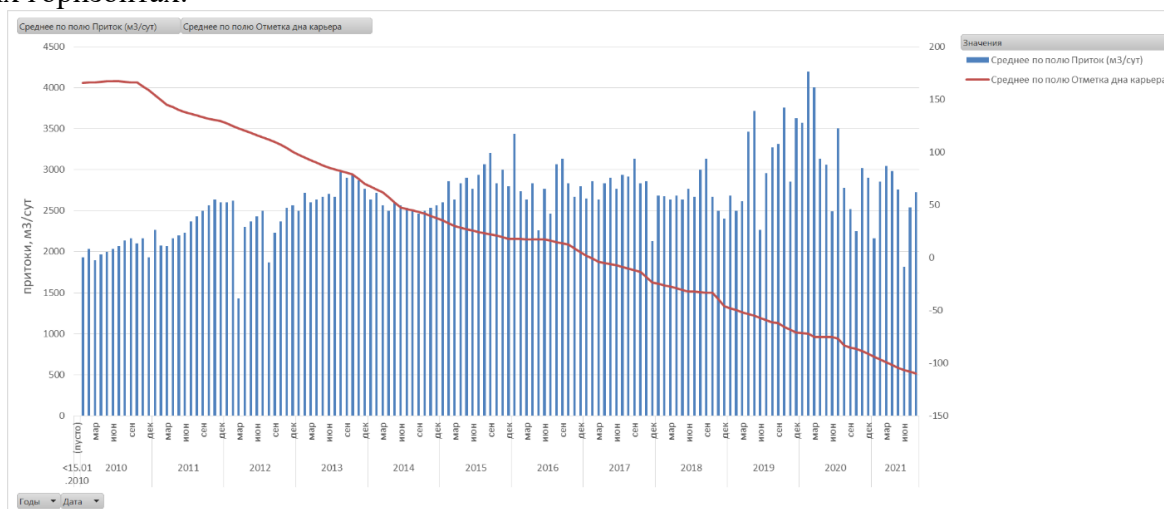


Рисунок 4-21: притоки относительно глубины карьера

- Отсутствует явная зависимость между объемом годовой вскрыши и откачиваемой из карьера воды, что предположительно является показателем малых значений емкостных свойств вскрываемых пород

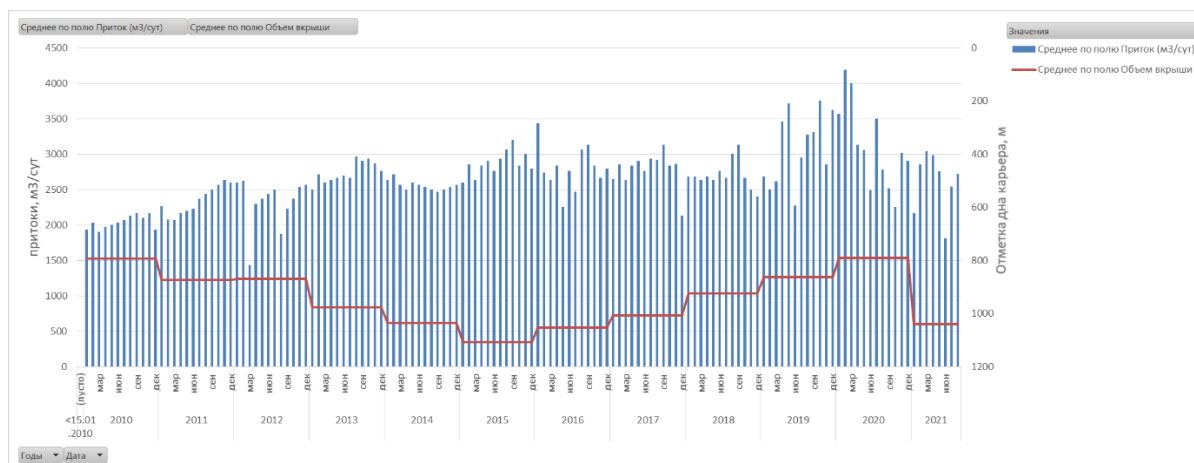


Рисунок 4-22: притоки относительно объемов вскрыши

Емкостные свойства в полевых условиях не оценивались, однако основываясь на степени трещиноватости по аналогии со схожими гидрогеологическими условиями можно предположить, что водоотдача составляет тысячные доли процента, а упругая емкость порядка 10^{-7} степени.

Предполагается, что массив с такого рода низкими емкостными свойствами, должен достаточно быстро дренироваться при вскрытии.

- Климатические условия оказывают влияние на объемы откачиваемой из карьера воды: пики объемов откачки приходятся на периоды выпадения большего количества осадков или же на весенний паводковый период таяния снежного покрова
- Суммарный объем, откачиваемый из карьера воды за последние 5 лет в среднем, составлял около 3150 м³/сут. Подземный приток в среднем составлял около 2300 м³/сут. В процентном соотношении поверхностный сток в среднем равнялся 20-25% от суммарного объема откачиваемой воды

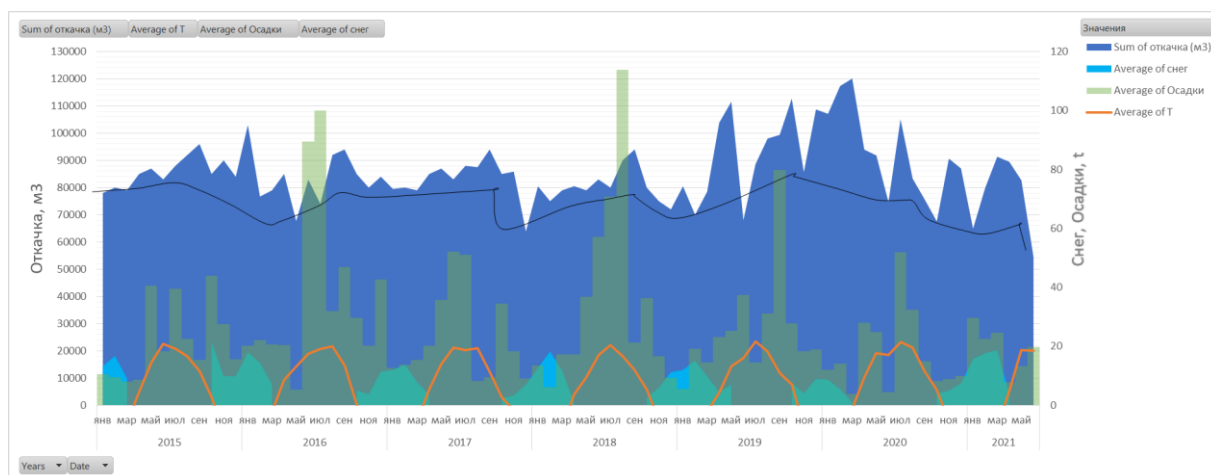


Рисунок 4-23: притоки в карьер относительно климатических условий

Система осушения карьера (притоки в карьер)

Описание системы осушения карьера

Система осушения карьера состоит из двухступенчатого водоотлива, которая включает в себя:

1. Насосная (Зумпф);
2. Перекачивающая насосная станция горизонта +25 м.;
3. Учет расхода воды на горизонте +235 м.;

4. Трубопровод.

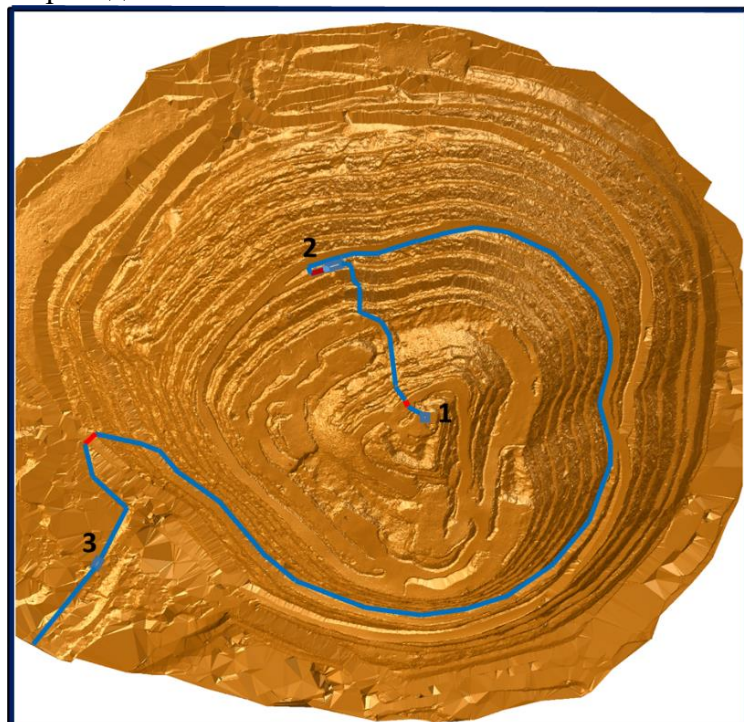


Рисунок 4-24: система карьерного водоотлива

В состав водоотлива (1) входит три насоса ЦНС 180-212, один из которых находится в работе и два в резерве.

В состав перекачивающей насосной станций горизонта +25 м. (2) входят насосы ЦНС 180-297 в количестве двух штук, один из них в резерве. Также имеется резервуар объемом 100 кубических метров. Параметры насосов указаны в таблице 4-3.

Таблица 4-3: параметры используемых насосов

Технические характеристики	ЦНС 180-212	ЦНС 180-297
Подача, м3/ч	180	180
Мощность двигателя, кВт	160	250
Напор, м	212	297
Частота вращения, об/мин	1500	1500

Часть основных проявлений подземных вод в карьере отведены в трубопровод для ограничения контакта с прибортовым массивом (рисунок 4-23):

1. Вода с нерабочего съезда в юго-западном секторе карьера на горизонте +159 м
2. Скважина в юго-восточном секторе карьера на отметке +72 м.
3. Вода с верхних уступов на северо-западном секторе карьера

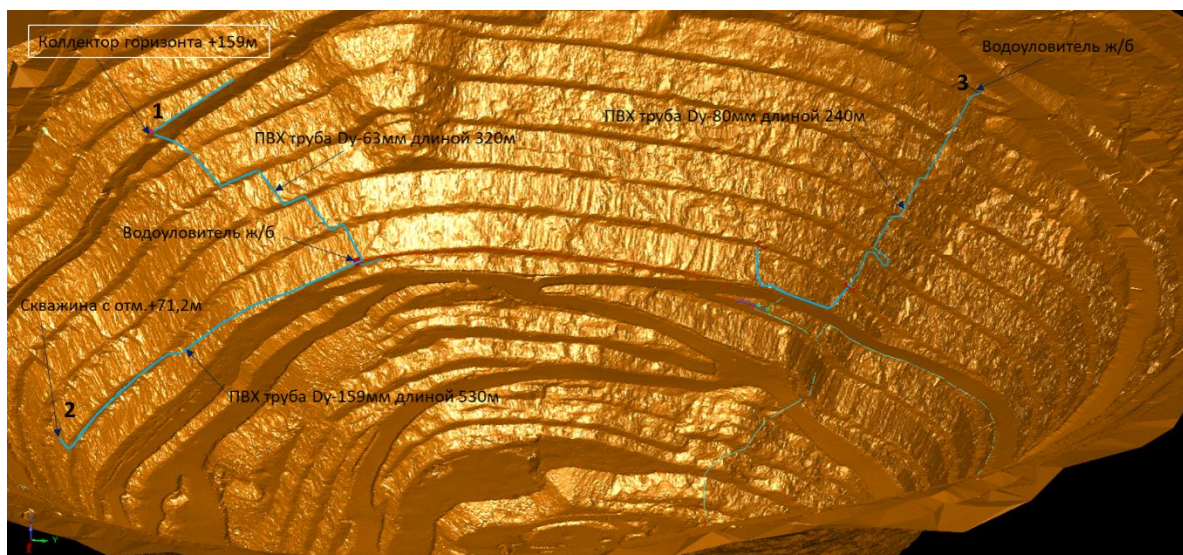


Рисунок 4-25: дополнительная инфраструктуры системы осушения карьера

Вдоль бровок съездов до горизонта – 50м пройдены канавы, по которым вода самотеком переправляется с верхних горизонтов.

Карьер защищен от притока поверхностных вод с водосборной площади нагорными канавами, которые обволакивают карьер с юго-востока.

Выводы-притоки в карьер и система водоосушения карьера

- Суммарные притоки подземных вод в карьер в предыдущие 10 лет отработки менялись не значительно: вариации связаны со сработкой емкости вскрытых при отработке трещин и притоками поверхностных вод, которые всецело зависят от климатических условий. Максимальные притоки отмечаются в весенний паводковый период (максимальный-4000 м³/сут), минимальные в летнюю межень (минимальный-2150 м³/сут). Средние притоки составляли 2300 м³/сут.
- Основная часть притоков поступает из тектонических нарушений и оперяющих трещин, вскрытых в интервале +145 м и ниже. Зона развития коры выветривания практически осушена.
- Согласно прогнозным модельным оценкам, притоки подземных вод на конец отработки (2026 год) составят в среднем около 3000 м³/сут. Существенного увеличения притоков не ожидается ввиду затухающего характера проницаемости пород с глубиной.
- Система осушения карьера состоит из двухступенчатого водоотлива: 3 насоса ЦНС 180-212 (Q=180 м³/час, Н= 212 м) на отметке -70 м, 2 насоса ЦНС 180-297 (Q=180 м³/час, Н= 297 м) на отметке +25м. Помимо этого воды из наиболее водообильных участков отведена в трубопровод, вдоль юго-восточного и восточного бортов карьера пройдены нагорные канавы, перехватывающие поверхностные воды с водосборной площади.
- На основе проектных решений по дальнейшей отработке карьера предполагается, что при штатном режиме работы существующая система осушения будет справляться с притоками еще на протяжении 3 лет (до 2025 года), после чего потребуются замена оборудования.

5. Социальная ответственность

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Административно-бытовое обслуживание трудящихся предусматривается осуществлять в проектируемом АБК, расположенным на промплощадке офисного комплекса.

Административно-бытовой комбинат полностью соответствует всем необходимым требованиям для обеспечения оптимальных условий для работы персонала.

Гардеробные оборудованы шкафами для раздельного хранения рабочей и домашней одежды. Размещение шкафов и вешалок в гардеробных позволяет удобно производить уборку, дезинфекцию и дезинсекцию. При гардеробных предусмотрены сушилки для мокрой спецодежды.

Санитарно-бытовые помещения устроены по типу санпропускников, имеют полы, обеспечивающие сток мыльных вод раздельно от каждой кабины к задней стенке, оборудованы полочками для размещения банных принадлежностей.

Питание трудящихся осуществляется в столовой во время регламентированных обеденных перерывов. Для приготовления горячих напитков предусмотрен электрический чайник.

К выполнению буровых работ допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке. Каждый рабочий должен быть проинструктирован по безопасности труда. Работники в зависимости от условий работы и принятой технологии производства должны быть обеспечены соответствующими средствами индивидуальной и коллективной защиты (ГОСТ 12.4.011–89 [8]).

Все работники лаборатории обязаны пройти инструктаж по технике безопасности: знать меры при возникновении ЧС, расположение первичных средств пожаротушения, план эвакуации и нахождение кнопок оповещения. Законодательством об охране труда для работников, занятых на работах с вредными условиями труда или связанных с загрязнением, устанавливаются компенсации и льготы:

Согласно ст.117 Трудового Кодекса Российской Федерации [9] в соответствии со «Списком производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда» утвержденным Постановлением Государственного Комитета Труда СССР № 298/П-22, утвержденным 25 октября 1974 г., для работников следующих профессий, устанавливается дополнительный отпуск в рабочих днях.

Согласно ст. 221 Трудового Кодекса РФ [9] работникам выдаются бесплатно по установленным нормам специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (средства защиты рук, средства защиты ног, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты глаз, средства защиты органов слуха, средства защиты органов дыхания [8]).

5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Согласно ГОСТ 12.2.032-78 [10] при организации рабочих мест учитывают то, что конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру.

При выборе положения работающего учитывают: физическую тяжесть работ; размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ; технологические особенности процесса выполнения работ; статические нагрузки рабочей позы; время пребывания.

Современные передовые тенденции в организации рабочего места учитывают индивидуальные особенности работника. Взаимное расположение и компоновка рабочих мест обеспечивают безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации в случае опасности.

5.3 Производственная безопасность

Причиной производственных травм и профессиональных заболеваний является возможное наличие в условиях труда того или иного фактора, потенциально неблагоприятного для организма человека и длительности его воздействия. Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [11] неблагоприятно действующие производственные факторы подразделяются на опасные производственные факторы (ОПФ) и вредные производственные факторы (ВПФ). Согласно руководству Р 2.2.2006-05 [12] «Опасный фактор рабочей среды – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти. Вредный фактор рабочей среды – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работника может вызывать профессиональное заболевание или другое нарушение состояния здоровья, повреждение здоровья потомства. В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные факторы рабочей среды могут стать опасными». Перечень таких факторов при производстве гидрогеологических работ на месторождении «Васильковский ГОК» представлен в таблице 5.1.

5.3.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

А. Полевой этап

При выезде гидрогеолога на полевые работы производился визуальный осмотр карьера в зимнее и летнее время, с предметным изучением участков высачиваний (наледей) и деформаций, как в пределах рыхлых отложений, режимные наблюдения за уровнем воды в скважинах.

Проектом предусматривалось бурение силами подрядной организации.

Данные работы осуществляются на открытой площадке, следовательно, в результате пересечения местности возможно получение механических повреждений и травм.

Таблица 5.1 – Основные элементы производственного процесса гидрогеологических работ на месторождении «Васильковский ГОК», формирующие опасные и вредные факторы

Этапы работ	Наименование запроектированных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)[8]		Этапы работ
		Вредные	Опасные	
Полевой	1. Гидрогеологические наблюдения 2. Буровые работы 3. Гидрогеологические работы	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2. Превышение уровней шума; 3. Превышение уровней вибрации; 4. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися	1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; 2. Электрический ток; 4. Пожароопасность.	ГОСТ 12.1.003-2015 [8] Р 2.2.2006–05 [9] ГОСТ 12.2.003–91 [10] ГОСТ 12.3.009-76 [11] ГОСТ 12.3.002–75* [12] ГОСТ 12.2.062-81 [13] ГОСТ 12.4.026–76 [14] ГОСТ 12.4.011-89 [15] ГОСТ 12.1.005-88 [22] СанПиН 2.2.4.548-96 [23] ГОСТ 12.1.003-2014 [24] ГОСТ 12.1.012-2004 [25]
Камеральный	1. Обработка материалов буровых и гидрогеологических работ 2. Создание графических документов	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений;	1. Электрический ток; 2. Статическое электричество; 3. Пожароопасность	ГОСТ Р 12.1.019-79 [16] ПУЭ [17] ГОСТ 12.1.038-82 [18] ГОСТ 12.1.045-84 [19] ГОСТ 12.1.004-91 [20] СП 112.13330.2011 [21] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [27]

1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования. Работу с движущимися механизмами регламентирует ГОСТ 12.2.003-91 [13]. При гидрогеологических работах на буровых опасность травмирования возникает при нарушении правил безопасности при погрузочно-разгрузочных работах, связанных с основной работой буровой (ГОСТ 12.3.009–76 [14] и ГОСТ 12.3.002–75 [15]) и в соприкосновении с движущимися частями и механизмами производственного оборудования.

Механические травмы могут возникнуть при монтаже и демонтаже бурового оборудования, при спуско-подъемных операциях (СПО), из-за неправильного проведения операций по развинчиванию и свинчиванию труб, а также в процессе отбора керна буровых скважин. Непосредственными причинами травм могут служить вращающиеся части оборудования и механизмов, неправильная эксплуатация или неисправное оборудование, механизмы, инструменты, устройства блокировки, сигнализирующие приспособления и приборы. Монтажно-демонтажные работы осуществляются в соответствии со схемой и технологическими регламентами, утвержденными главным

инженером (оборудование монтируется и демонтируется в соответствии с инструкцией по эксплуатации завода изготовителя). Буровая установка должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91 [13].

Запрещается:

- направлять буровой снаряд при спуске его в скважину, а также удерживать от раскачивания и оттаскивать его в сторону руками; для этого следует пользоваться специальными крюками или канатом;
- оставлять открытым устье скважины, когда это не требуется по условиям работы;
- стоять в момент свинчивания и развинчивания бурового снаряда в радиусе вращения ключа и в направлении вытянутого каната;
- производить бурение при неисправном амортизаторе ролика рабочего каната.

Согласно ГОСТ 12.2.062-81[16] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-76 [17] вывешиваются инструкции и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а так же используются сигнальные цвета. Вращающиеся части и механизмы оборудуются кожухами и ограждениями. Своевременно производится диагностика оборудования, техническое обслуживание и ремонт. Средством индивидуальной защиты является каска, которая выдается каждому члену бригады согласно ГОСТ 12.4.011-89 [8].

2. Поражение электрическим током. При производстве опытно-фильтрационных работ используется электронасос, являющийся потенциальным источником опасности, поражения током. Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое и биологическое действия. Основные технические средства защиты от поражения электрическим током на участке проведения работ:

- изоляция токоведущих частей (проводов) и ее непрерывный контроль, дополнительные изолирующие средства в установках до 1000В: диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными рукоятками; указатели напряжений;
- установка оградительных устройств; - предупредительная сигнализация и блокировки;
- защитное заземление, зануление;
- защитное отключение. К организационным мероприятиям, обеспечивающим безопасную эксплуатацию электроустановок, относятся: оформление соответствующих работ нарядом или распоряжением, допуск к работе, надзор за проведением работ, строгое соблюдение режима труда и отдыха, переходов на другие работы и окончания работ.

3. Пожароопасность. Основные факторы и методы предупреждения возникновения пожара при гидрогеологических работах: открытый огонь (сварка, курение); должен быть оборудован сварочный пост, курение в строго отведенных местах; случайные искры (выхлопные трубы ДВС, неомедненный инструмент, короткое замыкание); выхлопные трубы должны быть оборудованы искрогасителями, применение омедненного инструмента, ЛЭП должны быть ограждены от: прямого механического воздействия; сечение проводов должно соответствовать нагрузке; в электрической цепи предусматривается установка предохранителей и автоматов отключения; - взрывоопасная концентрация газов – контроль за концентрацией газов, в частности круглосуточное дежурство станции ГТИ.

Б. Камеральный этап

1. Электрический ток. Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-79 [18]. Источником поражения электрическим током в помещении могут выступать неисправности электропроводки, выключателей, розеток, вилок, рубильников, переносимых ламп, любые неисправные электроприборы. Согласно ПУЭ [20] все токоведущие части электроприборов должны быть надежно изолированы или закрыты кожухами. Руководитель организации должен обеспечить содержание электрооборудования и электрических сетей в исправном состоянии. На таких малых предприятиях, как «Сибгеоресурс», где используются только осветительные установки и офисное оборудование напряжением до 380 В ответственность за безопасную эксплуатацию возлагается на руководителя (без группы допуска). При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038-82 [20] устанавливает предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц. Наиболее опасен переменный ток с частотой 50 Гц (в 4-5 раз опаснее постоянного). Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 секунд – 2 мА, при 10 секунд и менее – 6 мА. В соответствии с классификацией ПУЭ [20] производственное помещение, в котором проводятся камеральные работы по объекту, относится к помещениям без повышенной опасности.

2. Статическое электричество – опасный фактор, источником которого является электростатическое поле (ЭСП), возникающее в результате облучения экрана компьютера потоком заряженных частиц. Воздействие ЭСП на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). Электротравм никогда не наблюдается, однако вследствие рефлекторной реакции на легкий удар током возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций. Неприятности также связаны с пылью, накапливающейся на электростатически заряженных экранах и летящей на оператора во время его работы за монитором. Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.045-84 [21] в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряжения ЭСП $E_{пред}$ равен 60 кВ/м в течение 1 часа

3. Пожароопасность. При проведении камеральных работ необходимо соблюдать технику пожарной безопасности в помещении. Потенциальными Источниками пожара являются короткие замыкания в электропроводке отч 1и в электроприборах, курение вне отведенных мест, возможный поджог и т.п. Основной задачей противопожарной безопасности являются создание системы предотвращения пожара и противопожарной защиты. Все работники предприятия проходят специальную противопожарную подготовку при поступлении на работу. Ответственный за пожарную безопасность периодически проверяет знание персоналом правил пожарной безопасности и порядок действий в случае загорания или пожара, контролирует соблюдение работниками противопожарного режима, проверяет исправность средств огнетушения. Лица, не прошедшие инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности, не допускаются к работе. За нарушение правил, относящихся к выполняемой работе, или специальных инструкций работники несут ответственность, установленную правилами внутреннего трудового распорядка. В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 [22] Согласно СП 12.13130.2011 [23] офисное помещение, где производятся камеральные работы, относится

к категории помещений по пожарной и взрывной опасности В4, так как присутствуют твердые горючие материалы (деревянная мебель). Помещение оснащено автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией. Для избегания пожаров и взрывов необходимо соблюдать нормы и правила пожарной и взрывной СП 112.13330.2011 [23]. предприятие имеет объемнопланировочное и техническое исполнение.

5.3.2 Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

А. Полевой этап

Вредные факторы – негативные факторы, воздействие которых на человека приводит к снижению работоспособности, ухудшению самочувствия или заболеванию.

1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [22] показателями, характеризующими микроклимат, являются: температура воздуха; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового излучения. Оценка микроклимата происходит на основе его показателей на всех местах пребывания работника в течение смены и сопоставления с нормативами согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [25].

Одежда рабочих легкая и свободная, изготавливаться преимущественно из натуральных тканей. В зимний период рабочие также обеспечиваются теплой спецодеждой (ватные штаны, ватная куртка, утепленные ботинки, перчатки и т.д.).

2. Превышение уровней шума и вибрации. При производстве гидрогеологических работ вибрация и шум имеют широкое распространение. Предельно допустимые уровни шума регламентируются ГОСТ 12.1.003-2014 [26].

Для уменьшения шума будут устанавливаться звукопоглощающие кожухи, применяться противозумовые подшиппники, глушители, вовремя смазываться трущиеся поверхности, а также использоваться средства индивидуальной защиты: наушники, ушные вкладыши. Вибрация – это совокупность механических колебаний, испытываемых каким-либо телом. Источником вибрации при производстве инженерно- геологических работ является буровая установка. Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются ГОСТ 12.1.012-2004 [27].

Таблица 5.2 – Гигиенические нормы уровней виброскорости (ГОСТ 12.1.012- 2004) [27]

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
					6	1,5	3	25	50	100	200
Технологическая		08	9	3	2	2	2				
Локальная вибрация				15	09	09	09	09	09	09	09
Транспортно-технологическая вибрация		08	9	3	2	2	2				

В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве [29 отч 3]???

3. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.

Профилактика природно-очаговых заболеваний, разносимых животными, в полевых условиях крайне важна. При заболевании энцефалитом происходит тяжелое поражение центральной нервной системы.

Основное профилактическое мероприятие – противоэнцефалитные прививки, создающие у человека устойчивый иммунитет к вирусу на весь год, информирование населения о методах индивидуальной защиты человека.

Б. Камеральный этап

На камеральном этапе гидрогеологических исследований происходит обработка и анализ полученных в результате бурения геологических данных в помещении, оборудованном рабочими местами и офисной техникой.

1. Отклонение показателей микроклимата помещений.

Комфортный микроклимат в помещении создают при помощи двух основных инструментов: отопления и вентиляции. В рабочей зоне производственного помещения установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия. При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах: - перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3° С; - перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать: при категориях работ Ia и Ib - 4° С; при категориях работ IIa и IIб - 5° С; при категории работ III - 6° С. Мероприятия по поддержанию требуемого микроклимата включают в себя: осуществление терморегуляции в помещении с целью поддержания оптимальной температуры; установку вентиляционного оборудования для поддержания нормального воздухообмена; проветривание помещения во время перерывов; регулярную влажную уборку помещения.

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. Естественное и искусственное освещение помещений вычислительных центров должно соответствовать СП 52.13330.2011 [28]. При этом естественное освещение должно осуществляться через окна и обеспечивать КЕО (табл. 5.3).

Таблица 5.3 - Нормы освещенности рабочих поверхностей [28]

Наименование помещений	Характеристика зрительной зоны	Размер объекта различения, мм	Нормы КЕО, %	Искусственная освещенность, лк	Тип светильника
Лаборатория и камеральные помещения	Средней точности	0.5-1	4 – верхнее или комбинированное; 1.5 - боковое	300	Люминисцентные газозарядные лампы (ЛД), для бокового освещения настольные лампы накаливания

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящие элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах. Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения.

3. Превышение уровней электромагнитного и ионизирующего излучения

К мероприятиям по обеспечению безопасности условий труда при работе на ЭВМ относят защиту расстоянием, временем, средствами индивидуальной защиты и т.п.: - расстоянием – необходимое расстояние от экрана компьютера до глаз не менее 50 см; - временем – организация перерывов на 10-15 минут через каждые 60 минут работы. Организация безопасности работы на ЭВМ и ВДТ регламентирована СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29].

5.4 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды включает в себя комплекс мероприятий, направленных на предотвращение и устранение загрязнения, засорения и истощения подземных вод, а также на сохранение и улучшение их качественного и количественного состояния.

При разработке месторождений открытым способом, оказывается значительное техногенное влияние на подземные и поверхностные водотоки.

Гидрогеологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред окружающей среде (Таблица 5.4).

После выполнения скважиной своего назначения ее необходимо ликвидировать в соответствии с правилами ликвидационного тампонажа - это необходимо для защиты от загрязнения водоносного горизонта в процессе его эксплуатации.

Выбуренная из скважины порода накапливается в отстойнике – зумпфе, который ликвидируется после бурения скважины путем засыпки глиной и песком.

Вода при откачках сбрасывается в понижение рельефа или используется для хозяйственно-бытовых нужд. Чтобы предотвратить загрязнение, необходимо отстаивать воду в отстойниках на буровой.

Для предотвращения пожаров необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности.

Емкости с горюче-смазочными материалами должны быть оборудованы устройствами, исключающими разливание горючего. Бурение следует проводить с замкнутой системой промывочной жидкости, во избежание ее попадания в водоемы.

Проектирование гидрогеологических работ следует проводить с учетом экологического состояния района.

Таблица 5.4 – Вредные воздействия на геологическую среду и природоохранные мероприятия при гидрогеологических работах

Компоненты геологической среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Почвы	уничтожение почвенного слоя; сельскохозяйственных угодий при бурении скважин; загрязнение почвы нефтепродуктами; загрязнение почвы производственными отходами и мусором.	рациональное планирование мест и сроков проведения работ. рекультивация земель. сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники вывоз и захоронение производственных отходов.
Вода и водные ресурсы	загрязнение производственными сточными водами и мусором (при буровых работах); загрязнение при бурении скважин водоносного горизонта; нарушение циркуляции подземных вод и иссушение водоносного горизонта при разрушении водоупоров буровыми скважинами;	сооружение водоотводов, накопителей, отстойников, уничтожение или захоронение мусора; ликвидационный тампонаж буровых скважин; оборудование скважин оголовками.
Геологические процессы и явления	создание выемок и неровностей, усиление эрозионной опасности.	Засыпка горных выработок.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории, источником которой являются аварии, катастрофы, опасные природные явления, эпидемии, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей (ГОСТ Р 22.0.02-2016 [30]).

Чрезвычайные ситуации могут быть классифицированы по следующим признакам: по происхождению – антропогенные (техногенные), природные; по продолжительности – кратковременные, затяжные; по характеру – преднамеренные, непреднамеренные; по масштабу распространения.

Вероятность возникновения опасных природных процессов может меняться – в зависимости от конкретных природно-климатических условий и геофизических факторов повышается риск одних из них и снижается риск других.

5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории, источником которой являются аварии, катастрофы, опасные природные явления, эпидемии, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей (ГОСТ Р 22.0.02-2016 [28]).

Чрезвычайные ситуации могут быть классифицированы по следующим признакам: по происхождению – антропогенные (техногенные), природные; по продолжительности – кратковременные, затяжные; по характеру – преднамеренные, непреднамеренные; по масштабу распространения.

Вероятность возникновения опасных природных процессов может меняться – в зависимости от конкретных природно-климатических условий и геофизических факторов повышается риск одних из них и снижается риск других.

В районе исследования теоретически возможны следующие чрезвычайные ситуации:

- техногенного характера – пожары (взрывы) в зданиях и на буровых площадках, пожары (взрывы) на транспорте, землетрясения (горные удары);
- природного характера – лесные пожары, наводнения.

Рабочий персонал должен быть подготовлен к проведению работ таким образом, чтобы возникновение чрезвычайных ситуаций не вызвало замешательства и трагических последствий.

Участок работ расположен в лесостепной зоне и вдали от населенных пунктов, поэтому наибольшая вероятность ЧС на буровой площадке связана с возникновением лесного пожара или полевого весеннего пала.

Для предупреждения ЧС при проведении полевых работ должны быть приняты меры, обеспечивающие пожарную безопасность в лагере, а также направленные против возникновения лесных и полевых пожаров по вине геологов – около 90 % лесных и полевых пожаров возникает из-за неосторожного обращения людей с огнем (при курении, от непотушенных костров), от искр, вылетающих из выхлопных труб автомобилей, при проведения палов – выжигания травы на сельхозугодьях и т. д. Наибольшей склонностью к возгоранию обладают хвойные леса, сухие торфяники и травостой.

Лесные пожары делятся на верховые (горит крона деревьев), низовые (выгорает лесная подстилка – лишайники, мох, опавшая хвоя, сухая трава) и подземные (выгорание торфа в глубине залежей). Наземные пожары могут перейти в верховые или подземные. Наиболее опасны верховые лесные и наземные полевые пожары, распространяющиеся со скоростью до 40 км/ч.

Пожароопасный сезон для лесов и полей наступает с момента схода снежного покрова и продолжается до начала устойчивой дождливой осенней погоды или образования устойчивого снежного покрова.

Таблица 5.5 – Источники и виды воздействия на окружающую среду

№ п/п	Виды работ	Источники воздействия	Виды воздействия	Объект воздействия	Природоохранные мероприятия
1	2	3	4	5	6
1	Подготовительные работы: планировка буровой площадки, транспортировка и складирование оборудования, строительство складов для сохранения химреагентов и горюче-смазочных материалов и др.	Автомобильный транспорт, выхлопные газы автотранспортной, строительной и дорожной техники, перемещаемый грунт, материалы для обустройства площадки и для приготовления буровых и тампонажных растворов и др.	Физическое нарушение ПРС, природных ландшафтов, нарушение температурного режима, деградация верхних горизонтов почвы. Нарушение биоты и изменение условий жизни отдельных видов растений и животных и др.	Почвенно-растительный покров территории, отведенный под площадку скважин (площадки для бурового оборудования, трассы линейных сооружений); растительный и снежный покров; животный мир; атмосферный воздух; грунты; поверхностные воды; ландшафт и др.	Соблюдение нормативов отвода земель; рекультивация земель; сооружение поддонов и площадок в местах стоянки техники; мероприятия по охране почв; соблюдение нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух; меры пожарной безопасности; вывоз отходов и др.
2	Бурение скважин и исследования в них	Блок приготовления буровых растворов; устье скважины; циркуляционная система сбора отходов бурения; емкости с горюче-смазочными материалами; двигатели внутреннего сгорания; химические вещества, используемые для приготовления буровых и тампонажных растворов; отходы бурения (разливы, шлам, сточные воды); хозяйственно-бытовые сточные воды; твердые бытовые отходы; загрязненные снеговые и ливневые воды; шум при работе агрегатов; межпластовые перетоки по затрубному пространству и нарушенным обсадным колоннам и др.	Физическое нарушение целостности грунтов, природных ландшафтов; нарушение температурного режима. Нарушение биоты и изменение условий жизни отдельных видов растений и животных и др.	Растительный и животный мир; грунты; поверхностные и подземные воды; атмосферный воздух и др.	Соблюдение требований по полноте изучения и использования недр; планирование защитных мероприятий по результатам гидро- и инженерно-геологического и экологического мониторинга; тампонаж скважин; вывоз отходов и др.
3	Ликвидация и консервация скважин	Негерметичность колонн, обсадных труб, фонтанной арматуры, минерализованная вода и др.	Нарушение биоты и изменение условий жизни отдельных видов растений и животных и др.	Растительный и животный мир; грунты; поверхностные и подземные воды и др.	Ликвидационный тампонаж; рекультивация земель; вывоз отходов и др.

Запрещается разводить костры в определенные периоды пожароопасного сезона, а также в хвойных молодняках, на старых горельниках, участках поврежденного леса (ветровал, бурелом) и торфяниках, в местах с посохшей травой и под кронами деревьев. Допускается устройство костров на площадках, окаймленных минерализованной (очищенной до минерального слоя почвы) полосой шириной не менее 0,5м. Место для костра должно быть выбрано с подветренной стороны в 10 м от палаток и в 100 м от склада ГСМ и других воспламеняющихся веществ. После использования костер должен быть тщательно засыпан землей или залит водой до полного прекращения тления.

В лесу не разрешается бросать горящие спички, окурки, оставлять промасленный либо пропитанный бензином, керосином или иными горючими веществами обтирочный материал, заправлять горючим топливом баки машин при работе двигателей, использовать машины с неисправной системой питания двигателя горючим, а также курить или пользоваться открытым огнем вблизи заправляемых горючим машин.

В полевом лагере необходимо иметь комплект противопожарного оборудования и первичные средства пожаротушения (бочки с водой, ящики с песком, огнетушители, топоры, лопаты и т. п.).

Отряды, проводящие работы в лесной зоне, до начала работ должны зарегистрироваться в органе местного самоуправления, на территории которого будут выполняться работы, указать места проведения работ, расположение основных баз и маршрутов в лесу.

В случае возникновения пожара на буровой установке при выполнении полевых работ необходимо принять следующие меры:

- остановить работу буровой установки и по возможности ее обесточить,
- немедленно сообщить о возгорании по телефону «01» в пожарную охрану и ответственному руководителю,
- оценить возможное распространение пожара, создающее угрозу для людей, и пути возможной эвакуации,
- приступить к ликвидации очага при помощи первичных средств, таких, как огнетушители, песок, кошма (плотное покрывало) и др.

При возникновении пожара в офисных помещениях необходимо немедленно сообщить об этом по телефону «01» в пожарную охрану, сообщить руководителю (ответственному лицу), принять меры по организации эвакуации людей, одновременно с эвакуацией людей приступить к тушению пожара своими силами и имеющимися средствами пожаротушения (огнетушители, вода, песок и т.п.).

Ответственное лицо, в свою очередь, обязано продублировать сообщение о возникновении пожара в пожарную охрану и поставить в известность вышестоящее руководство, направить работника для организации встречи подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу пожара, в случае угрозы жизни людей организовать их спасение, отключить электроэнергию, прекратить все работы в здании, кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара, удалить за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении пожара, осуществить общее руководство по тушению пожара до прибытия пожарной охраны, обеспечить соблюдение требований безопасности работниками, участвующими в

тушении пожара, от возможных обрушений конструкций, поражения электрическим током, отравления дымом, ожогов, одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию и защиту материальных ценностей.

5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К выполнению буровых работ допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке. Каждый рабочий должен быть проинструктирован по безопасности труда. Работники в зависимости от условий работы и принятой технологии производства должны быть обеспечены соответствующими средствами индивидуальной и коллективной защиты (ГОСТ 12.4.011–89 [15]).

Все работники лаборатории обязаны пройти инструктаж по технике безопасности: знать меры при возникновении ЧС, расположение первичных средств пожаротушения, план эвакуации и нахождение кнопок оповещения. Законодательством об охране труда для работников, занятых на работах с вредными условиями труда или связанных с загрязнением, устанавливаются компенсации и льготы:

Согласно ст.117 Трудового Кодекса Российской Федерации [29] в соответствии со «Списком производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда» утвержденным Постановлением Государственного Комитета Труда СССР № 298/П-22, утвержденным 25 октября 1974 г., для работников следующих профессий, устанавливается дополнительный отпуск в рабочих днях.

Согласно ст. 221 Трудового Кодекса РФ [29] работникам выдаются бесплатно по установленным нормам специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (средства защиты рук, средства защиты ног, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты глаз, средства защиты органов слуха, средства защиты органов дыхания [150]).

5.8 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Согласно ГОСТ 12.2.032-78 [30] при организации рабочих мест учитывают то, что конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру.

При выборе положения работающего учитывают: физическую тяжесть работ; размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ; технологические особенности процесса выполнения работ; статические нагрузки рабочей позы; время пребывания.

Современные передовые тенденции в организации рабочего места учитывают индивидуальные особенности работника. Взаимное расположение и компоновка рабочих мест обеспечивают безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации в случае опасности.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- организовать работы по научному исследованию;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

Исследования проводились на Васильковском месторождении золота Акмолинской области Республики Казахстан. Исследование проводилось с целью определения гидрогеологических свойств прибортового массива для оценки влияния гидрогеологических условий на устойчивость бортов карьера, а также определить изменение порового давления в прибортовом массиве. В качестве объекта исследования были выбраны СЗ, ЮЗ, ЮВ участки карьера.

6.1 Предпроектный анализ

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном проекте сегментами рынка являются:

- Горнодобывающие предприятия Казахстана;
- Научно-исследовательские организации, университеты.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В данном научном исследовании анализируется влияние залегания подземных вод с глубиной на устойчивость бортов карьера.

В таблице 6.1 приведена оценка конкурентов, где Ф – разрабатываемый проект, к1 – исследование, проведенное инженером-гидрогеологом в научно-исследовательском институте, к2 – исследование, проведенное организацией, которая занимается добычей золота.

Таблица 6.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,14	4	4	3	0.56	0.56	0.42
2. Безопасность	0,18	5	4	4	0.9	0.72	0.72
3. Скорость	0,15	4	3	4	0.6	0.45	0.6
4. Технологичность	0,15	5	4	4	0.75	0.6	0.6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,12	5	4	4	0.6	0.48	0.48
2. Цена	0,14	4	3	2	0.56	0.42	0.28
3. Время	0,12	4	5	3	0.48	0.6	0.36
Итого	1	31	27	24	4.45	3.83	3.46

Критерии оценки подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Вес показателей в сумме должны составлять 1. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Основываясь на проведенном анализе конкурентов, можно сказать что проект превосходит конкурентные исследования, что связано с ценой, производительностью, а также скоростью разрабатываемого проекта. Однако уязвимость разрабатываемого проекта в том, что требуется больше времени на его выполнение.

6.1.3 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта (таблица 6.2). Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 6.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны С1. Отсутствие подобного исследования на территории области С2. Достаточно высокая точность результатов С3. Квалифицированный персонал С4. Уменьшение рисков горнотехнических опасностей С5. Экологичность проведенных исследований	Слабые стороны Сл1. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации Сл2. Большой срок поставок и комплектующих материалов, используемые при проведении научного исследования Сл3. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой
Возможности В1. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на исследования	Угрозы У1. Развитие конкуренции У2. Изменение технологии установки

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 6.3. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 6.3 – Интерактивная матрица проекта

	Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1.	C2.	C3.	C4.	C5.
	B1.	+	+	+	+	0
	B2.	+	+	+	+	0
	Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1.		Сл2.		Сл3.
	B1.	-		-		+
	B2.	0		-		+
	Сильные стороны проекта					
Угрозы		C1.	C2.	C3.	C4.	C5.
	Y1.	+	+	+	-	0
	Y2.	-	-	-	-	-
	Слабые стороны проекта					
Угрозы		Сл1.		Сл2.		Сл3.
	Y1.	+		0		+
	Y2.	-		-		-

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 6.4).

Таблица 6.4 –SWOT-анализ

	Сильные стороны С1. Отсутствие подобного исследования на территории области С2. Достаточно высокая точность результатов С3. Квалифицированный персонал С4. Уменьшение рисков горнотехнических опасностей С5. Экологичность проведенных исследований.	Слабые стороны Сл1. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации Сл2. Большой срок поставок и комплектующих материалов, используемые при проведении научного исследования Сл3. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой
Возможности В1. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на исследования	Введение метода в вузы для обучения; Быстрое продвижение исследования в связи с преимуществами данного исследования; Дополнительный спрос может появиться за счет универсальности исследования.	Проработка по ускорению логистики.
Угрозы У1. Развитие конкуренции У2. Изменение технологии установки	Создание конкурентоспособного проекта.	Внедрение модернизированных технологий.

6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполнена специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 6.5).

При проведении анализа по таблице, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 6.5 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации
Список использованных источников (литературы):

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	5
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	4	4
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	4
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	60	59

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

где: $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;
 B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что разработка является перспективной, а уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной разработки и проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

6.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Для коммерциализации результатов, проведенного исследования будут использоваться следующие методы: инжиниринг и передача интеллектуальной собственности.

Инжиниринг будет предполагать предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика.

Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия или государства.

Данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении данного проекта.

6.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 6.6).

Таблица 6.6 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Горнодобывающие предприятия	Получение результатов влияние порового давления на устойчивость в золоторудном участке

В таблице 6.7 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 6.7 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Определения гидрогеологических свойств прибортового массива для оценки влияния гидрогеологических условий на устойчивость бортов карьера
Ожидаемые результаты проекта:	Выявления участков, где поровое давление выше ранее спрогнозированного для последующего пересчета устойчивости бортов карьера и при необходимости внедрения дренажных мероприятий
Критерии приемки результата проекта:	Мониторинг порового давления
Требования к результату проекта:	Требование:
	Проведение поинтервальных пакерных исследований в гидрогеологических скважинах, с целью изучения распределения фильтрационных свойств горных пород по площади и с глубиной;
	Оборудование скважин пьезометрами;
	Провести обработку полученных данных;
	Оценка эффективности проведения на месторождении дренажных мероприятий

В таблице 6.8 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 6.8 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Кузеванов К.И., НИ ТПУ, доцент 0,5 ставки ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600
2.	Асылбекова Г.А., магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, проведение гидрогеологических работ, анализ полевых данных, написание работы	1600
ИТОГО:				2200

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованы в рамках данного проекта (таблица 6.9).

Таблица 6.9 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	40,904,761.93
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.09.2020-15.06.2022
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	15.09.2020
3.2.2. Дата завершения проекта	15.06.2022

6.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

6.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 6.1).



Рисунок 6.1 – Иерархическая структура работ

6.3.2 План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблица 6.10, 11).

Таблица 6.10– Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	7	01.09.20	07.09.20	Асылбекова Г.А., Кузеванов К.И.
<i>Согласование плана работ</i>	7	08.09.20	15.09.120	<i>Асылбекова Г.А., Кузеванов К.И.</i>
Литературный обзор	138	16.09.20	31.01.21	Асылбекова Г.А.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	292	01.02.21	20.12.21	Асылбекова Г.А., Кузеванов К.И.
Написание отчета	162	21.12.21	31.05.22	Асылбекова Г.А.
Итого:	606			

Таблица 6.11 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2020				2021												2022						
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май		
Утверждение темы магистерской диссертации	7																							
Согласование плана работ	7																							
Литературный обзор	138																							
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	292																							
Написание отчета	162																							



- Асылбекова Г.А.



- Асылбекова Г.А., Кузеванов К.И.

6.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Научные и производственные командировки;
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
7. Накладные расходы.

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов). В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 6.12).

Таблица 6.12 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт/кг	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
ПЬЕЗОМЕТР С КАБЕЛЬНЫМ ВЫВОДОМ 4500S-3MP 02-250P4 250M	2	133684.55	267,369.10
ПЬЕЗОМЕТР С КАБЕЛЬНЫМ ВЫВОДОМ 4500S-3MPA 02-250P4 350M	2	154779.875	309,559.75
ПЬЕЗОМЕТР С КАБЕЛЬНЫМ ВЫВОДОМ 4500SH 5MPA КАБЕЛЬ450M 02-2503	2	226633.3	453,266.60
ПЬЕЗОМЕТР С КАБЕЛЬНЫМ ВЫВОДОМ 4500S-7.5MPA 02-250P4 600M	2	266964.975	533,929.95
ПЬЕЗОМЕТР С КАБЕЛЬНЫМ ВЫВОДОМ 4500S-7.5MPA 02-250P4 700M	2	4122.075	8,244.15
GK-404 - блок считывания данных. 8002-4-2 LC-2x4 4-х каналный	1	172561.38	172,561.38
даталоггер с программным обеспечением 8001-3 LogWare и USB патч-кордом COM-109.	2	158012.875	316,025.75
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ ПЦ 500-ДО	9000	160710	1,446,390.00
БЕНТОНИТОВЫЙ ГЛИНОПОРОШОК НАТРИЕВЫЙ ПБТ-1	3000	5400	16,200,000.00
Итого:			19,707,346.68

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 6.13).

Таблица 6.13 – Расчет затрат по статье
«Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Компьютер (HP)	1	30000,0	30000,0
2	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	5990,0	5990,0
3	Leapfrog	1	500000	500000
Итого, руб.:				535990

Расчет основной заработной платы. В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 6.14.

$$C_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_{раб}$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}}$$

где: $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $М = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $М = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 6.14.

Таблица 6.14 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	99	99
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	24	24
- отпуск	14	14
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	212	212

Месячный должностной оклад работника:

$Z_m = Z_b \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p$, где

Z_b – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$Z_m = Z_b \cdot K_p$, где

Z_b – базовый оклад, руб.;

K_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Согласно информации сайта Томского политехнического университета, должностной оклад (ППС) доцента кандидата наук в 2020 году без учета РК составил 33664 руб., поскольку руководитель работает на 0,5 ставки, то оклад равен 16832. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 6.15.

Таблица 6.15 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_b , руб	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб	$T_{раб. дн.}$	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	16832	1.3	0.02	1.3	28883.712	1525.93	212	323497.574
Магистрант	1955	-	-	1.3	3355	177	212	37573.536

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала. В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы:

$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot k_{доп}$, где

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 6.16 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 6.16 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	323497.6	37573.5
Дополнительная зарплата	32349.7	3757.3
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	355847.3	41330.8

Отчисления на социальные нужды. Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$, где

$k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды.

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%. Стипендиальные выплаты студентам, магистрам и аспирантам не облагаются налогом.

Отчисления на социальные нужды составляют: $C_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot (323497.6 + 32349.7) = 106754.2$ рублей

Научные и производственные командировки. В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта, величина которых принимается в размере 10% от основной и дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы.

Затраты на научные и производственные командировки составляют 39717,81 руб.

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.

Сторонней организацией было пройдено бурение 3х скважин. Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 6.17.

Таблица 6.17 - Расчет затрат на подрядные работы

Диаметр бурения	Количество скважин	Стоимость, руб	Итого, руб
HQ	3	6 718 626.6	20 155 879.9

Итого на оплату работ выходит 20 155 879.9 руб.

Накладные расходы. Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (355\,847.3 + 41\,330.8) = 317\,742.5$$

где $K_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов принят 0,8.

Таким образом, затраты проекта составляет 847228,2, которые приведены в таблице 6.18.

Таблица 6.18 – Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям									
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Доп-ая заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	19,707,346.70	535,990.00	37,573.54	3,757.30	106,754.20	39,717.81	20,155,879.90	-	317,742.49	<u>40,904,761.93</u>
Аналог	40,546,852.00	20,000,000.00	1,083,213.33	108,321.33	320,262.60 Р	30,577.56		-	953,227.73 Р	63,042,454.55

4. Операционные затраты, руб. = сырье + амортизация + ЗП (осн + доп) + соц. отч. + науч. ком + контр. расх + накл. расх = **15% * бюджета**

=

Аг = Сперв. * На / 100 = Сперв. * 0,1

6.4.1 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 6.2.

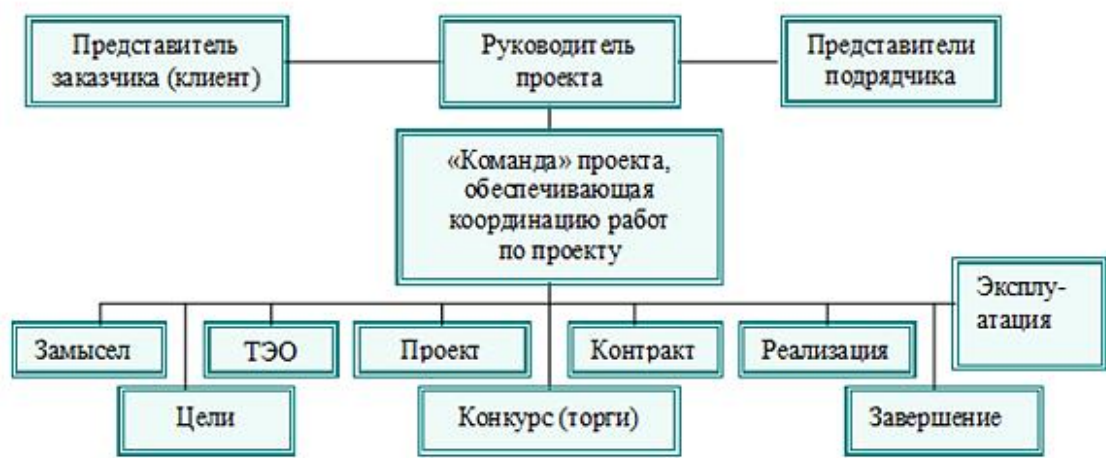


Рисунок 6.2 – Проектная структура проекта

6.4.2 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 6.19).

Таблица 6.19 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (понедельник)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

6.4.3 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 6.20.

Таблица 6.20 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Неточность метода анализа	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
2	Погрешность расчетов	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность
3	Отсутствие интереса к результатам исследования	2	5	Низкий	Привлечение предприятий, публикация результатов	Отсутствие результатов исследования

6.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

6.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0$$

где: ЧДП_{опt} – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t = 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 6.21. При расчете рентабельность проекта составляла 20-25 %, норма амортизации - 10 %. $Аг = Сперв * На / 100$, себ = 40 904 761,93 р., Выручка = себестоимость * 1,5

Таблица 6.21 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации. руб.	0.00 Р	51,130,952.41 Р	51,130,952.41 Р	51,130,952.41 Р	51,130,952.41 Р
2	Итого приток.руб.	0.00 Р	51,130,952.41 Р	51,130,952.41 Р	51,130,952.41 Р	51,130,952.41 Р
3	Инвестиционные издержки. руб.	40,904,761.93 Р	0.00 Р	0.00 Р	0.00 Р	0.00 Р
4	Операционные затраты. руб. (35%от бюджета)	0.00 Р	14,316,666.68 Р	14,316,666.68 Р	14,316,666.68 Р	14,316,666.68 Р
5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	0.00 Р	36,814,285.74 Р	36,814,285.74 Р	36,814,285.74 Р	36,814,285.74 Р
6	Налоги 20 %. руб.(5*20%)	0.00 Р	7,362,857.15 Р	7,362,857.15 Р	7,362,857.15 Р	7,362,857.15 Р
7	Чистая прибыль. руб.(5-6)	0.00 Р	29,451,428.59 Р	29,451,428.59 Р	29,451,428.59 Р	29,451,428.59 Р
8	Чистый денежный поток (ЧДП). руб.(чистая прибыль+амортизация)	-40,904,761.93 Р	33,541,904.78 Р	33,541,904.78 Р	33,541,904.78 Р	33,541,904.78 Р
9	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1.00 Р	<u>0.833 Р</u>	<u>0.694 Р</u>	<u>0.579 Р</u>	<u>0.482 Р</u>
10	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД). руб.(9*10)	-40,904,761.93 Р	27,940,406.68 Р	23,278,081.92 Р	19,420,762.87 Р	16,167,198.11 Р
11	Σ ЧДД	86 806 449.585 руб.				
12	ИтогоNPV. руб.	45 901 687.65 руб.				
Можно 10% взять при несхождении						

NPV= 86 806 449.58 руб.- 40 904 761.93 руб = 45 901 687.65 руб.>0

Если NPV<0:

1) $i=10\%$

2) интервал планирования=5 годам

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t}$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %; (10%)

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 45 901 687.65 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности(PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала.

Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 > 1$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{86\,806\,449.58}{40\,904\,761.93} = 2.1$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

Внутренняя ставка доходности (IRR). Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или $=0$. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 6.22 и на рисунке 3.

Таблица 6.22 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.	-40904761.93	33541904.78	33541904.78	33541904.78	33541904.78	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0.909	0.826	0.751	0.683	
	0,2	1	0.833	0.694	0.579	0.482	
	0,3	1	0.769	0.592	0.455	0.350	
	0,4	1	0.714	0.510	0.364	0.260	
	0,5	1	0.667	0.444	0.296	0.198	
	0,6	1	0.625	0.391	0.244	0.153	
	0,7	1	0.588	0.346	0.204	0.120	
	0,8	1	0.556	0.309	0.171	0.095	
	0,9	1	0.526	0.277	0.146	0.077	
	1	1	0.500	0.250	0.125	0.063	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-40904761.93	30492640.71	27720582.46	25200529.51	22909572.29	65418563.05
	0,2	-40904761.93	27951587.32	23292989.43	19410824.53	16175687.11	45926326.45
	0,3	-40904761.93	25801465.22	19847280.94	15267139.18	11743953.22	31755076.62
	0,4	-40904761.93	23958503.42	17113216.73	12223726.23	8731233.023	21121917.47
	0,5	-40904761.93	22361269.86	14907513.24	9938342.158	6625561.439	12927924.76
	0,6	-40904761.93	20963690.49	13102306.56	8188941.597	5118088.498	6468265.21
	0,7	-40904761.93	19730532.23	11606195.43	6827173.78	4015984.577	1275124.079
	0,8	-40904761.93	18634391.55	10352439.75	5751355.415	3195197.453	-2971377.768
	0,9	-40904761.93	17653634.1	9291386.366	4890203.351	2573791.237	-6495746.88
	1,0	-40904761.93	16770952.39	8385476.196	4192738.098	2096369.049	-9459226.196

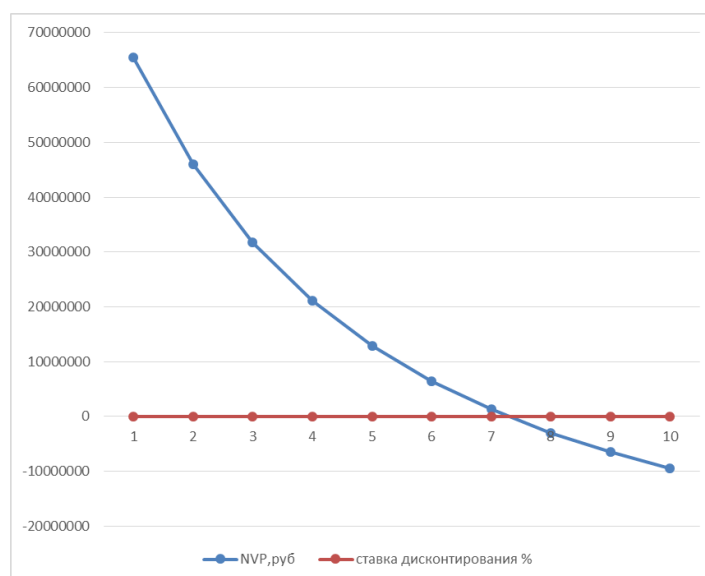


Рисунок 6.3 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0.72.

$IRR > i$, проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта: $72\% - 20\% = 52\%$

Дисконтированный срок окупаемости. Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 6.23).

Таблица 6.23 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$), руб.	-40,904,761.93 Р	27,940,406.68 Р	23,278,081.92 Р	19,420,762.87 Р	16,167,198.11 Р
2	То же нарастающим итогом, руб.	-40,904,762.00 Р	-12,964,355.32 Р	10,313,726.60 Р	29,734,489.47 Р	45,901,687.58 Р
3	Дисконтированный срок окупаемости	$D = 1 + (12964355.32 / 23278081.92) = 1,6$ года				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населений или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 6.24).

Таблица 6.24 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие данных о фильтрационных свойствах коренных пород с глубиной	Впервые получены поинтервальные данные зависимости коэффициента фильтрации от глубины
Отсутствие инструментов проведения первичных наблюдений за поровым давлением	Почасовой сбор данных для определения эффективности дренажных работ и проведения прогнозных расчетов для проектного контура карьера

6.5.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где: $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i-го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i-го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i-го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 6.25).

Критерии \ ПЮ	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Выход (продукта)	0,20	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	3	3
3. Надежность	0,15	4	4	4
4. Безопасность	0,15	4	3	4
5. Простота эксплуатации	0,15	5	4	5
6. Возможность автоматизации данных	0,20	5	4	5
Итого	1	28	23	25

$$I_m^p = 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,7$$

$$I_1^A = 5 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 3,9$$

$$I_2^A = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,2$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{финр}^p$ и аналога $I_{финр}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{ф}^p}; \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_{ф}^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a}$$

где: $\mathcal{E}_{ср}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{финр}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{финр}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 6.26.

Таблица 6.26 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,18	0,16	0,16
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,50	3,85	4,00
3	Интегральный показатель эффективности	23,12	22,83	23,03
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,02	1,01	1,0

Выводы: Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 4590187.65 руб.; индекс доходности $PI=2,1$, внутренняя ставка доходности $IRR=72\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=1,6$ года.

Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким сроком окупаемости.

Список использованных источников (литературы):

1. Едигенов М. «Отчет по переоценке эксплуатационных запасов дренажных вод Васильковского месторождения золота в Акмолинской области по состоянию на 01.12.2015» ТОО «НПФ Геоэко», г. Костанай, 2015.
2. Султанов Л. Отчет «Аудит гидрогеологических данных месторождения Васильковское». SRK Consulting Ltd, 2018.
3. Селиванов Д. Отчет по теме: «Создание структурно-геологической модели Васильковского месторождения». SRK Consulting Ltd, 2018.
4. Справочник гидрогеолога / Под ред. М.Е.Альтовского. М.: ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ, 1962
5. Geoff B. «Guidelines for Evaluating Water in Pit Slope Stability» CSIRO 2013
6. Интернет ресурс: [http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28879#:~:text=Монитор погоды в Кокшетау](http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28879#:~:text=Монитор%20погоды%20в%20Кокшетау)
7. Бабушкин В.Д., Пересунько Д.И. и др. «Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий при разведке и освоении месторождений твердых полезных ископаемых», 1969.
8. ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
9. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017)
10. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя.
11. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
12. Р 2.2.2006–05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
13. ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
14. ГОСТ 12.3.009–76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
15. ГОСТ 12.3.002–75* ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
16. ГОСТ 12.2.062–81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
17. ГОСТ 12.4.026–76 ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.
18. ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
19. ПУЭ Правила устройства электроустановок. – 2006. – 331 с.
20. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
21. ГОСТ 12.1.045–84 Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
22. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
23. СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений
24. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
25. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
26. ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
27. ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
28. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
29. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
30. ГОСТ Р 22.0.02–2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения

Приложение А
Английская часть

Hydrogeological research

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM02	Асылбекова Галия Айдарбеккызы		

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы ОИЯ, ШБИП (аббревиатура отделения (НОЦ) школы):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Кемерова Наталья Сергеевна			

3. Hydrogeological research

As part of the program to clarify the hydrogeological conditions of the field, three wells were drilled, which were equipped with pressure sensors that record water pressure at various depths. Wells will planned in the most flooded sectors of the quarry.

The hydrogeological wells was carried out by a contractor «Arhey» were drilled from November 2020 to March 2021 using Boart Longyear LF90 drill rigs with HQ diameter (88.9 mm). Drilling was performed with clean water, without polymers.

In accordance with the approved field hydrogeological work for Vasilkovskoye deposit, interval packer testing was conducted in three hydrogeological wells to study the distribution of permeability properties of rocks by area and with depth. In addition to packer tests, a string of piezometers was installed into the wells to monitor pore pressure (pressure in the joints).

At the Vasilkovskoye deposit, interval packer testing was conducted in three hydrogeological wells to study the distribution of permeability properties of rocks by area and with depth. In addition to packer tests, a string of piezometers was installed into the wells to monitor pore pressure (pressure in the joints).

Table 3-1 contains parameters of hydrogeological wells, and the locations of wells are shown in Figure 3-1

Table 3-1: Parameters of hydrogeological wells

№	Well	X	Y	Z	Azimuth	Angle	Depth,m	Packer	Sensors
1	CKB-01	7725	8133	235	145	60	600	+	+
2	CKB-02	8584	7038	231	315	55	700	+	+
3	CKB-03	7518	7010	243	15	60	600	+	+

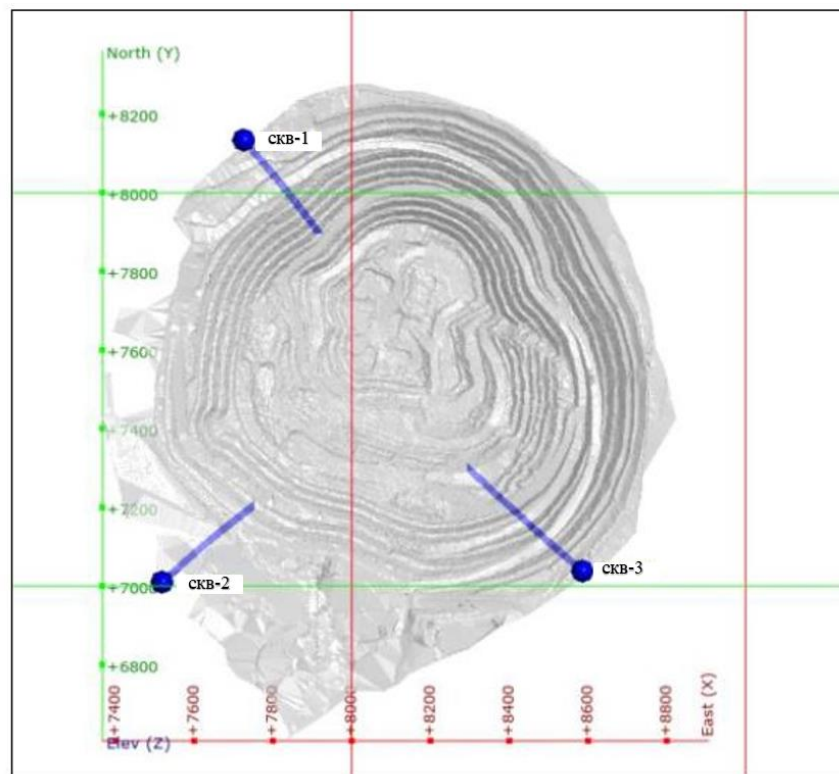


Figure 3-1: Locations of hydrogeological wells

From 8 to 12 tests were performed in each hole depending on its depth, location, ground water level and hydrogeological uniformity along the well. In total, 30 tests were performed, including 25 packer tests. The average length of tested intervals was 70 m. Length of the intervals gradually increased with depth. The testing was performed as the drilling progressed, during the breaks in the drilling process.

After completion of hydrogeological testing, a string of sensors was installed in the wells monitor pore pressure (pressure in the joints). From 3 to 4 sensors were installed in each well, then the well was cemented to isolate the monitoring points to obtain three-dimensional distribution of hydrostatic pressure in the rock mass behind the pit walls. The data from the sensors were used in hydrogeological modelling of Vasilkovskoye Deposit.

A logger was installed on top of each well collar to log the data from the sensors. The collars were equipped with metal box to protect the loggers.

3.1 Field studies

The packer test involves isolating the tested interval of the well with the inflated packer element and injecting the water to or withdrawing it from the interval. The type of testing depended on the ground water level and the technical capacity to perform the test. Packer testing is performed through the set of drill rods with removable core barrel.

Hydrogeological tests are conducted on an interval by interval basis in the process of drilling, after a certain interval has been drilled. Figure 3-2 shows a SWIPS packer used for the testing.



Figure 3-2: SWIPS packer

The methodologies of slug test (Figure 3-3), Lugeon test and airlift pumping test were used in the hydrogeological studies.

An overview of slug test, Lugeon test and airlift pumping test procedures is presented below:

Slug testing:

1. the drilling rods are placed on the top of tested interval;
2. the core barrel is removed from the well;
3. the packer is installed into the rods instead of the core barrel;
4. water is injected up to the collar of the well;

5. the packer is inflated using the drill rig pump under 35 atm pressure, thus isolating the tested interval from the other intervals;
6. ground water level recovers, and the recovery curve is the basis for analysis;
7. after the test is completed, the packer is deflated;
8. the packer is then raised to the surface;
9. drilling rods are sunk to the end of the well, and drilling continues.

Lugeon test:

1. the drilling rods are placed on the top of tested interval;
2. the core barrel is removed from the well;
3. the packer is installed into the rods instead of the core barrel;
4. water is injected up to the collar of the well;
5. the packer is inflated using the drill rig pump under 35 atm pressure, thus isolating the tested interval from the other intervals;
6. the drill rig pump is used to inject water into the well in five steps with different pressure; water flow rate is recorded at each step;
7. after the test is completed, the packer is deflated;
8. the packer is then raised to the surface;
9. drilling rods are sunk to the end of the well, and drilling continues.

Airlift pumping test:

1. the drilling rods are placed on the top of tested interval;
2. the core barrel is removed from the well;
3. the packer is installed into the rods instead of the core barrel;
4. water is injected up to the collar of the well;
5. the packer is inflated using the drill rig pump under 35 atm pressure, thus isolating the tested interval from the other intervals;
6. well head and air pipes are installed;
7. compressor works for a period to create drawdown in the tested well;
8. after the compressor is stopped, the ground water level recovers, and the recovery curve is used as a basis for analysis;
9. the well head and air pipes are removed;
10. after the test is completed, the packer is deflated;
11. the packer is then raised to the surface;
12. drilling rods are lowered to the end of the well, and drilling continues.

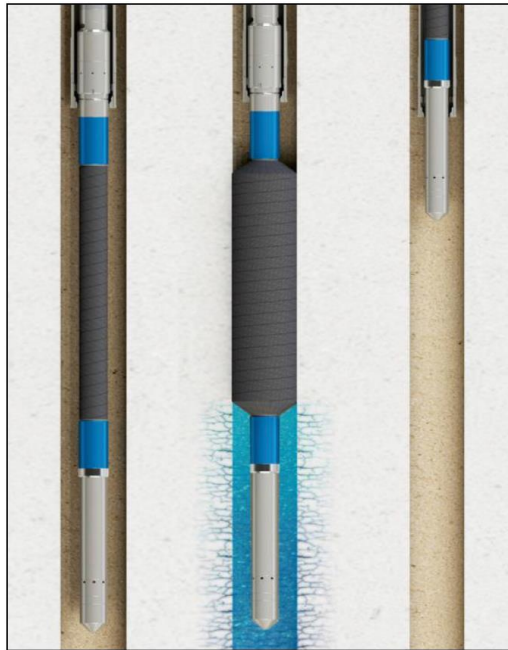


Figure 3-3: SWIPS Packer installation and removal

The idea of the slug test is to isolate the tested interval using a packer and to conduct the so-called instant injection up to the collar of the well, followed by monitoring of the nature of ground water level recovery to a steady state.

The "instantaneousness" of the water injection is achieved by copper pins which is a feature in the packer design that acts as a valve in one of the packer compartments. The valve prevents the interaction between ground water of the tested interval and the water in the injection pipes during the injection of water up to the collar. When the pressure in the injection pipes reaches 35 atm, the pins break and the connection with ground water in the tested interval is initiated. The moment of breaking the pins corresponds to the beginning of pressure recovery period. The general principle of a slug test is shown in Figure 3-4.

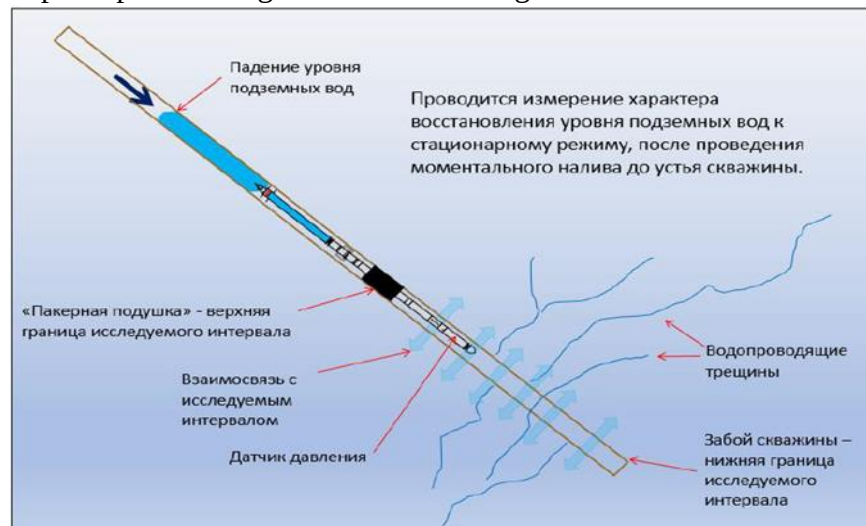


Figure 3-4: Principle of slug testing

During the airlift pumping test, the tested interval is isolated using a packer, ground water is pumped out of the well, and the changes in ground water level and volume are monitored over time. The nature of ground water level recovery to steady state is then monitored. Drill rods are used as airlift pipes.

Regardless of the testing method, the nature of ground water level changes is monitored by the automatic pressure sensor LevelTroll 700 installed in one of the packer

compartments. The average measurement interval is 3 seconds. During the airlift pumping test, the flow rate is measured by volume using a stopwatch and a container of a known volume.

The idea of Lugeon test is to create five levels of pressure and measure the flow rate that the tested interval can accept while maintaining each pressure level. The permeability parameters of the tested interval are determined by analytical functions.

The ground water level monitoring data recorded by the automatic pressure logger are interpreted using ANSDIMAT software, which is commonly used for interpretation of pumping test data curves.

3.2 Results of field studies

Table 3-2: Summary table with testing results

№	Well #	Test method	Interval along hole, m			Static level, m	Dynamic level, m	Drawdown, m	Flow rate, m ³ /h	Unit flow rate, L/s/m	Km, m ² /day	K, m/day
			from	to	length							
1	CKB-1	Airlift	50	187	137	50.2	79.1	28.9	0.012	0.00012	0.274	0.002
2		Slugtast	230	263	33	111.3	-	-	-	-	0.429	0.013
3		Lugeon	230	263	33	111.3	-	-	-	-	0.1848	0.0056
4		Lugeon	339	378	39	120.2	-	-	-	-	0.2613	0.0067
5		Lugeon	451	472	21	140.6	-	-	-	-	0.1239	0.0059
6		Slugtast	430	472	42	145.6	-	-	-	-	0.504	0.012
7		Slugtast	490	544	54	145.3	-	-	-	-	<0.000001	<0.000001
8		Slugtast	145	544	399	144.8	-	-	-	-	2.793	0.007
9		Slugtast	501	600	99	144.4	-	-	-	-	<0.000001	<0.000001
10		Slugtast	198	600	402	145	-	-	-	-	3.216	0.008
11	CKB-2	Airlift	82	121	39	82.4	91.2	8.8	0.011	0.00035	0.007	0.00018
12		Slugtast	120	180	60	78.2	-	-	-	-	0.306	0.0051
13		Airlift	120	180	60	78.2	84.1	5.9	0.015	0.00071	0.001	0.0003
14		Slugtast	178	250	72	63.5	-	-	-	-	0.108	0.0015
15		Lugeon	178	250	72	63.5	-	-	-	-	0.3816	0.0053
16		Airlift	250	310	60	76.5	84.2	7.7	0.0004	0.00001	0.0012	0.00002
17		Slugtast	310	370	60	77.9	-	-	-	-	0.018	0.0003
18		Lugeon	370	427	57	81.2	-	-	-	-	0.0285	0.0005
19		Lugeon	427	498	71	80	-	-	-	-	0.0007	0.00001
20		Lugeon	502	700	198	117	-	-	-	-	0.396	0.002
21		Lugeon	604	700	96	117	-	-	-	-	0.768	0.008
22		Airlift	102	700	598	101.9	136.9	35.0	0.300	0.00238	0.0598	0.0001
23	CKB-3	Airlift	47	108	61	47.3	68.1	20.8	0.820	0.01095	0.2135	0.0035
24		Airlift	104	161	57	39.4	77.5	38.1	0.192	0.00140	0.0285	0.0005
25		Airlift	162	219	57	43.9	75.1	31.2	0.420	0.00374	0.1311	0.0023
26		Airlift	220	292	72	44.6	119.7	75.1	0.039	0.00014	0.036	0.0005
27		Airlift	294	382	88	48.2	80.5	32.3	0.432	0.00372	0.088	0.001
28		Airlift	390	403	13*	67.8	94.4	26.6	0.096	0.00100	0.026	0.013
29		Airlift	450	600	150	47.5	107.7	60.2	0.030	0.00014	0.06	0.0004
30		Airlift	47.5	600	553	47.5	81	33.5	0.230	0.00191	0.1105	0.0002

* - in well SRK-03, interval 390-403 m, the thickness of intersected fault (2 m) was used for conductivity estimation

Well CKB-01

10 packer tests were performed in the well; average length of intervals was 57.3 m.

The packer testing results for well CKB-01 are presented in Table 3-3.

Table 3-3: Packer testing results for well CKB-01

№	BH ID	interval, m*			Conductivity, m/day
		from	to	length (m)	
1	CKB -01	50	187	137	0.002
2		230	263	33	0.013
3		230	263	33	0.0056
4		339	378	39	0.0067
5		451	472	21	0.0059
6		430	472	42	0.012
7		490	544	54	<0.000001
8		145	544	399	0.007
9		501	600	99	<0.000001
10		198	600	402	0.008

* - intervals measured along the well length

The conductivity of bedrock varies from 0.000001 to 0.013 m/day. Correlation between conductivity and the depth of tested interval is shown in Figure 3-5.

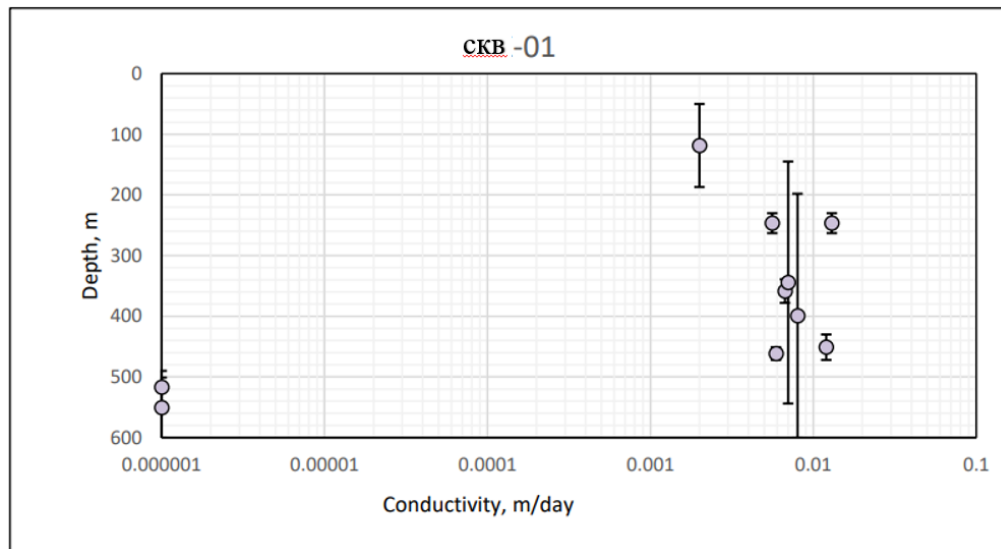


Figure 3-5: Variation of permeability properties in Well ckb-01

Distribution of conductivities in 3D for well ckb -01 is shown in Figure 3-6.

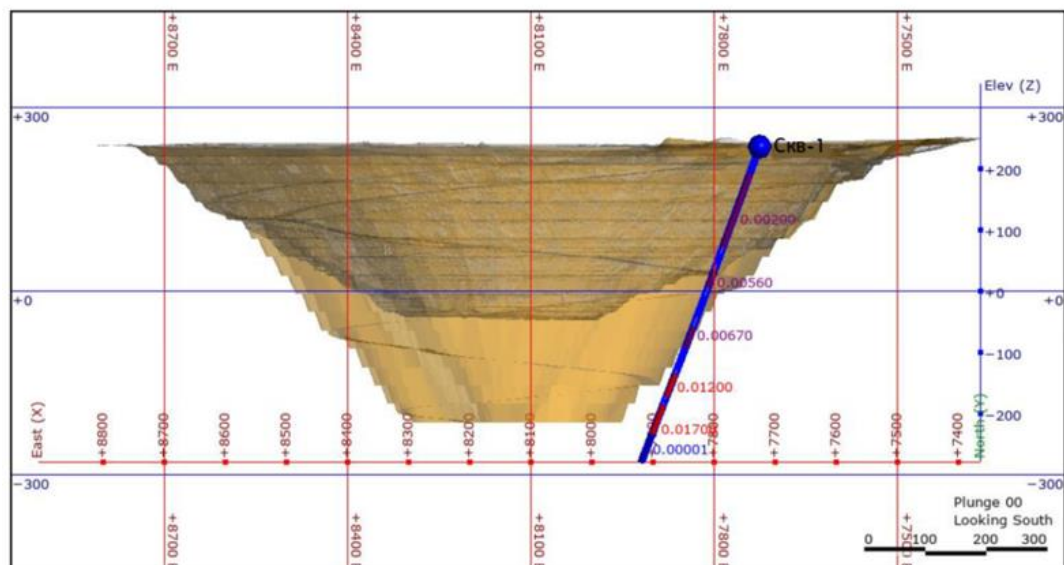


Figure 3-6: Distribution of permeability properties in Well ckb -01

Steady ground water level was recorded at the depth of 145 m which corresponds to the elevation of 109.4 m.

Well CKB-2

12 studies were conducted in the well, including 10 packer tests; average interval length was 77 m.

The packer testing results for well ckb-02 are presented in Table 3-4.

Table 3-4: Packer testing results for well ckb-02

№	BH ID	interval, m			Conductivity, m/day
		from	to	length (m)	
1	CKB -02	82	121	39	0.00018
2		120	180	60	0.0051
3		120	180	60	0.0003
4		178	250	72	0.0015
5		178	250	72	0.0053
6		250	310	60	0.00002
7		310	370	60	0.0003
8		370	427	57	0.0005
9		427	498	71	0.00001
10		502	700	198	0.002
11		604	700	96	0.008
12		102	700	598	0.0001

The conductivity of bedrock varies from 0.00001 to 0.008 m/day. Correlation between conductivity and the depth of tested interval is shown in Figure 3-7.

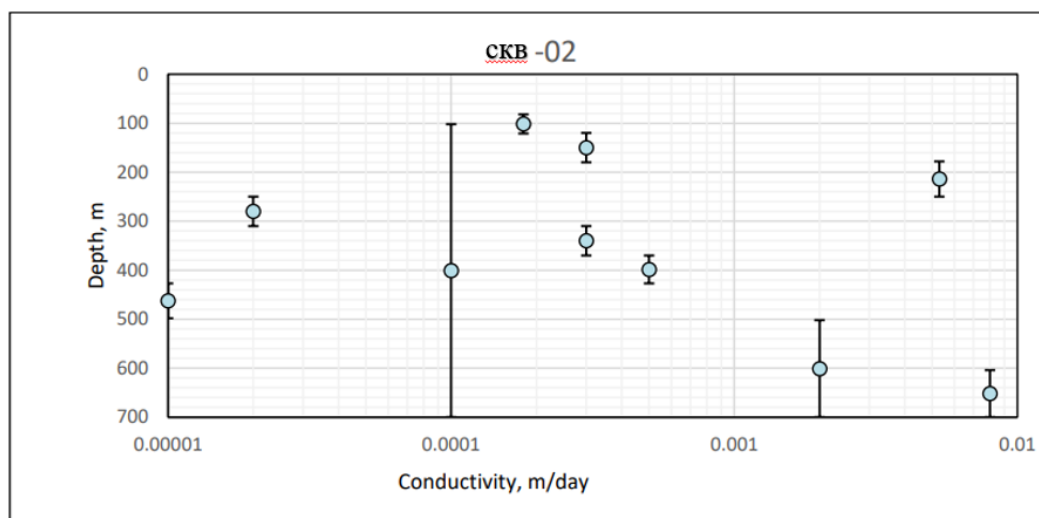


Figure 3-7: Variation of permeability properties in Well ckb-02

Distribution of conductivities in 3D for well cкв-02 is shown in Figure 3-8. The highest permeability's were observed in the intervals deeper than 500 m, which appears to be associated with the fault intersected by the well at 671 m depth.

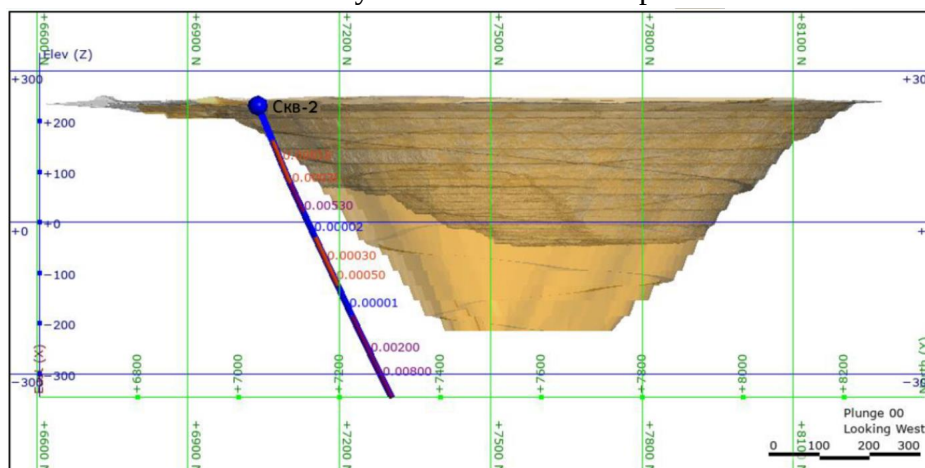


Figure 3-8: Distribution of permeability properties in Well cкв-02

After completion of drilling, steady ground water level was recorded at 101.9 m, which corresponds to the elevation of 147.5 m.

Well cкв-03

8 packer tests were performed in the well; average length of intervals was 71 m.

The packer testing results for well cкв-03 are presented in Table 3-5.

Table 3-5: Packer testing results for well cкв-03

№	BH ID	interval, m			Conductivity, m/day
		from	to	length (m)	
1	cкв-03	47	108	61	0.0035
2		104	161	57	0.0005
3		162	219	57	0.0023
4		220	292	72	0.0005
5		294	382	88	0.001
6		390	403	13*	0.013
7		450	600	150	0.0004
8		47.5	600	552.5	0.0003

Conductivity of bedrock varies from 0.0003 to 0.013 m/day, decreasing with depth as can be expected Figure 3-9. The exception is the conductivity measured in interval 390-403 m, where a fault was intersected.

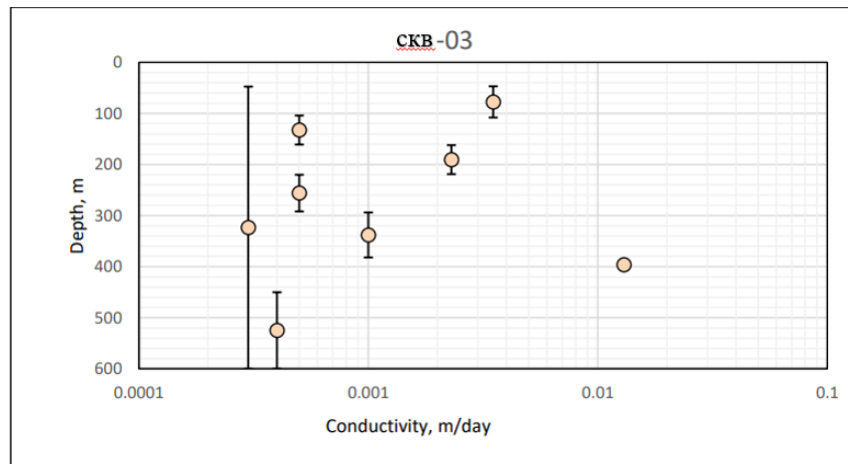


Figure 3-9: Variation of permeability properties in Well ckb-03
Distribution of conductivities in 3D is shown in Figure 3-10

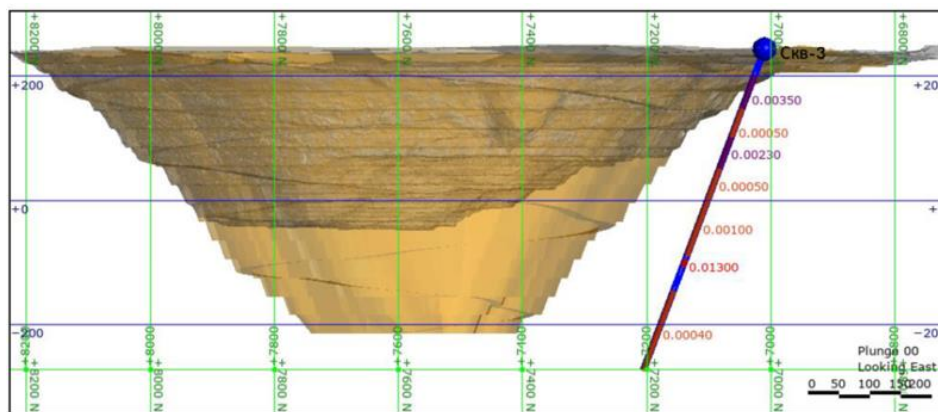


Figure 3-10: Cross-section for well ckb-03

Steady ground water level in ckb-03 well was recorded at 47.5 m depth, which corresponds to 201.9 m elevation.

3.3 Correlation of permeability properties and geological/geomechanical Parameters

Was reviewed the resulting permeability parameters in correlation to intersected lithologies. The tested intervals were located within the following lithological units:

- quartz diorite;
- gabbrodiorite;
- granodiorite.

Figure 3-11 shows the correlation of conductivity and lithological type of host rock.

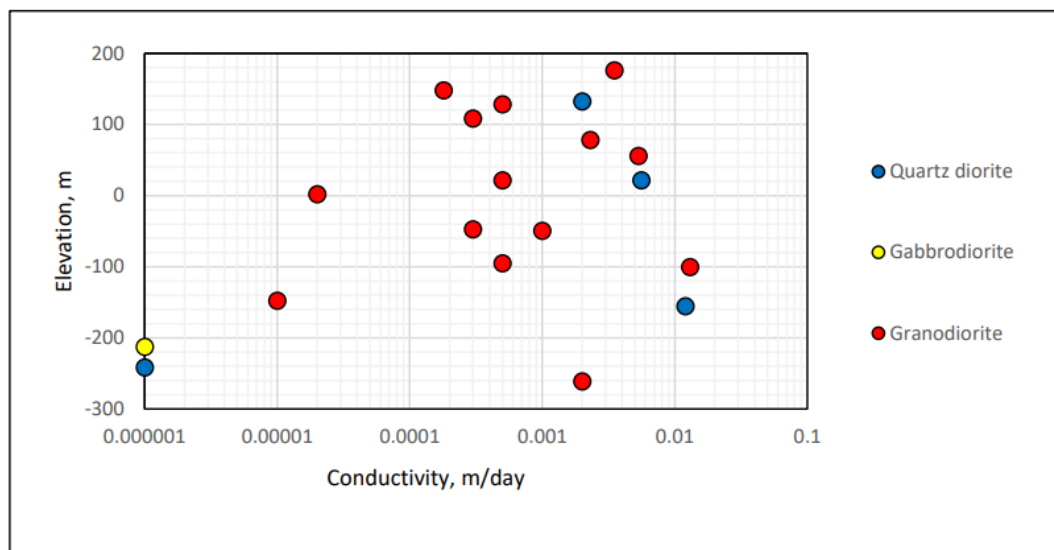


Figure 3-11: Correlation between conductivity and lithological type of host rock

Generally, there is a significant variation of conductivity values within each intersected lithological type. It can be assumed that the lithological type of host rock intersected by wells CKB-01 , CKB-02 and CKB-03 has no material impact on permeability.

Reviewed the correlation between conductivity and geotechnical parameters of intersected rocks. The analysis considered the number of open joints recorded during the core logging. The results are presented in Figure 3-12.

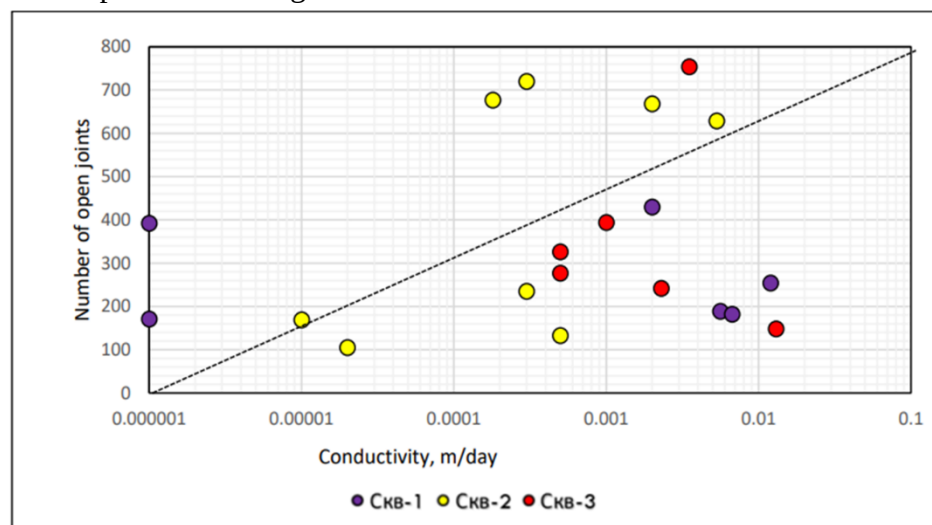


Figure 3-12: Correlation between conductivity and number of open joints

There is a weak correlation between the conductivity and the number of open joints, because the conductivity in hard rocks depends not only on the number of open joints, but also on parameters such as joint opening width and active jointing factor.

A similar degree of correlation can be seen between the fracture frequency per meter of core within the tested range and the conductivity (Figure 3-13). The increase in conductivity with an increase in the fracture frequency may indicate elevated permeability properties of tectonic discontinuities, to which higher jointing zones are confined.

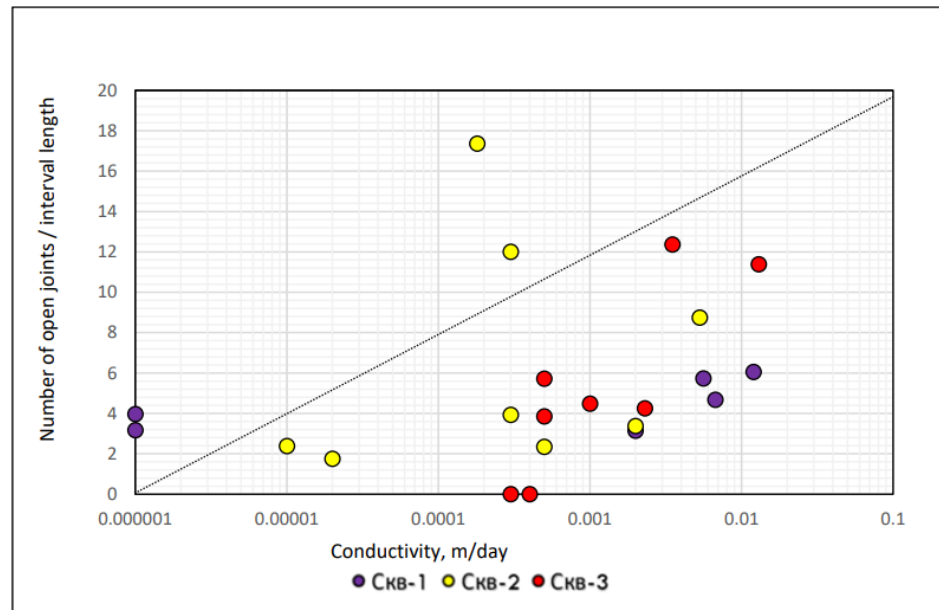


Figure 3-13: Correlation between conductivity and fracture frequency

3.4 Installation of piezometers

After the hydrogeological testing was completed, 11 Geokon string piezometers were installed in the wells.

When choosing the intervals for installing sensors, we based on the following principles:

- piezometers must be installed below the potential ground water level for the entire life of mine;
- piezometers are confined to tectonic discontinuities or areas of greater jointing;
- relatively even distribution of piezometers along well depth;

A general installation diagram for piezometer strings is shown in Figure 3-14.

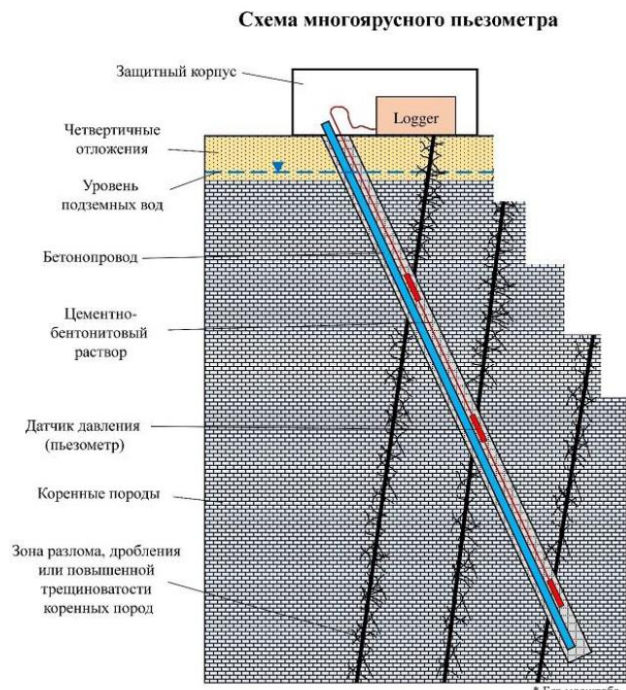


Figure 3-14: Installation of piezometer strings

Information on the installed piezometers is summarized in Table 3-6, and the location of piezometers in 3D is shown in Figure 3-15.

Table 3-6

№	Well #		Install location	Elevation, m
1	CKB-1	239	Crushed zone (0.2 m)	28
2		344	Open joint -	-62,9
3		434	Crushed zone (0.7 m)	-140,8
4		575,5	Open joint	-263,4
5	CKB-2	206,5	Crushed zone (2.0 m)	65,9
6		312,8	Crushed zone (0.4 m)	-21,2
7		381	Open joint	-77
8	CKB-3	205,2	Crushed zone (0.3 m)	57,3
9		302,5	Open joint	-27
10		409,5	Crushed zone (0.6 m) -	-119,6
11		536,3	Crushed zone (0.63 m) -	-229,4

In total, 11 piezometers were installed, with elevations ranging from 65.88 m to -263.4 m.

Most of the piezometers were installed in zones confined to weak rock mass, such as crushed zones or greater jointing zones.

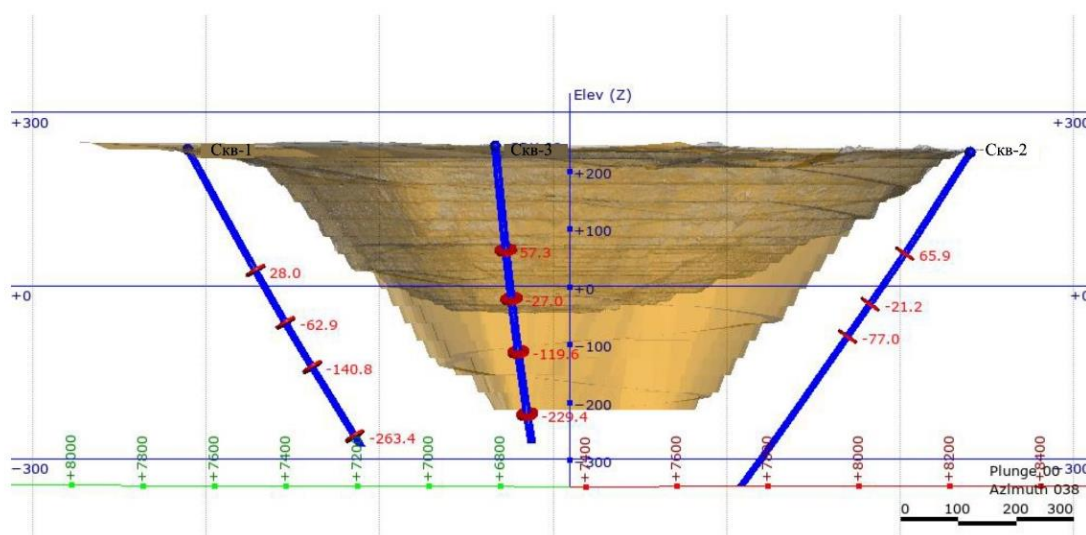


Figure 3-15: Locations of installed piezometers

The piezometers are installed by sequential sinking of three 1 m Vinyl pipes with threaded coupling into the well. The pipes are installed at the end of the hole. The piezometers are fastened to the pipes from outside using clamps and tape when sinking the pipes Figure 3-16.



Figure 3-16: Installation of Geokon piezometer

After the piezometers are installed, the well is cemented to isolate the piezometers and to obtain 3D distribution of hydrostatic pressure. After cementing, a logger is installed on top of each well. The logger records data from the piezometers (Figure 3-17) and is placed in a protective metal box (Figure 3-18).



Figure 3-17: Logger for logging the data from sensors

Logging interval is 1-2 minutes during the cementing process, and 4 hours after the cementing is finished. Data from the loggers will be used at the next phase for hydrogeological modelling and calibration and for the long-term ground water monitoring at Vasilkovskoye Deposit.



Figure 3-18: Protective box installed on top of the well

Data from the piezometers are one of the indicators of the effectiveness of dewatering activities on site, such as drilling near-horizontal drains on the pit benches.