

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра Исторической геологии и палеонтологии
наименование кафедры

Инженерно-геоэкологические условия территории хвостохранилища
наименование темы выпускной квалификационной работы полужирным шрифтом

Надеждинского металлургического завода Норильского промышленного
района

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 3 курса 321 группы

направления (специальности) **Магистратура 05.04.01 «Геология»**
код и наименование направления (специальности)

геологический факультет

наименование факультета, института, колледжа

Шевяковой Марии Владимировны

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель (руководитель)

Ассистент
кафедры исторической геологии
и палеонтологии

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

А. В. Бирюков
инициалы, фамилия

Зав. кафедрой кафедры
исторической геологии
и палеонтологии, профессор,
доктор геол. – мин. наук

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

Е. М. Первушов
инициалы, фамилия

Саратов 2023

Введение. В рамках настоящей магистерской выпускной работы рассматриваются вопросы эксплуатации гидротехнических сооружений в условиях крайнего севера, на территориях с распространением многолетнемерзлых грунтов, а в частности хвостохранилища Надеждинского металлургического завода имени Б.И. Колесникова, расположенного в Норильском промышленном районе. Оценке инженерно-геологических и геоэкологических условий площадки расположения объекта, его влияния на окружающую среду.

Магистерская работа написана по материалам, полученных в процессе работы в АО «Красноярская буровая компания», а впоследствии в Центре по надзору за гидротехническими сооружениями ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» и по результатам проведенных лично визуальных и инструментальных наблюдений.

Актуальность проводимых исследований. Проблемы гидротехнических сооружений хвостохранилищ связанные с обеспечением их промышленной и экологической безопасности в суровых климатических условиях севера, не снижают своей остроты, несмотря на формирующийся и совершенствующийся опыт их содержания. Хвостохранилища имеют определенные особенности, обусловленные тем, что возводятся в значительно более сложных условиях и оказывают существенное влияние на состояние окружающей природной среды и изменение мерзлотно-геологических условий.

Научная новизна выполненной работы. В рамках написания работы было проведено исследование не изученных полностью вопросов и путей их решения, а именно в работе приведён прогноз изменения инженерно-геологических условий и даны рекомендации по реконструкции системы мониторинга благодаря.

Цель работы:

- систематизация, закрепление и углубление теоретических знаний по направлению (специальности) подготовки и умений применять их для решения конкретных практических задач;
- развитие навыков ведения самостоятельной научно-исследовательской работы и применения соответствующих методик для решения конкретных задач;
- дать оценку геологических условий площадки хвостохранилища, раскрыв современное состояние инженерно-геологических, гидрогеологических и мерзлотных условий.
- оценить состояние окружающей среды и раскрыть экологические проблемы, возникающие в процессе хозяйственной деятельности в границах исследуемого объекта.

Задачи:

- сбор фондовых материалов;

- анализ данных по конструктивным особенностям хвостохранилища;
- анализ результатов, проведенных инженерно-геологических, экологических, гидрогеологических изысканий в данном районе;
- выполнение полевых работ (рекогносцировка, отбор проб, опытные откачки, термокаротаж);
- анализ полученных результатов полевых и лабораторных работ;
- составление выводов и прогнозов о изменении инженерно-геологической и инженерно-экологической ситуации на площадке хвостохранилища Надеждинского металлургического завода имени Б.И. Колесникова.

ВКР разбита на разделы, в которых последовательно раскрываются задачи работы:

В первой главе даётся характеристика Норильского промышленного комплекса.

Во второй главе даётся описание производства Надеждинского металлургического завода.

В третьей главе производится оценка инженерно-геологических условий площадки.

В четвертой главе выполнено описание растительного и животного мира, оценка экологических условий, влияния объекта на окружающую среду

В пятой главе приведён прогноз изменения инженерно-геологических условий, даны рекомендации по реконструкции системы мониторинга и дальнейшему содержанию сооружений хвостохранилища НМЗ.

Эксплуатация и строительство зданий и сооружений в районах вечной мерзлоты испытывают значительные трудности из-за большого разнообразия и легкой ранимости грунтов оснований. В Российской Федерации общая площадь вечномёрзлых грунтов составляет около 63% территории. На этой территории существует и развивается почти весь газодобывающий комплекс, значительная часть нефтедобычи, добыча цветных металлов, золота и алмазов; проходят газо- и нефтепроводы, железные и автомобильные дороги; расположены города и поселки с аэродромами и другой инфраструктурой. Многолетнемерзлые основания при приложении тепловых и механических нагрузок (особенно, если при проектировании и строительстве не были проведены качественные изыскания, на основании которых были предложены определенные мероприятия по стабилизации мерзлоты) оказываются неустойчивыми при техногенном воздействии. Считавшиеся ранее твердомерзлые грунты переходят в пластичномёрзлое состояние, изменяется их водный режим, появляются таликовые зоны, увеличиваются глубина сезонно-талого слоя, идет процесс техногенного обводнения и засоления, активизируются опасные криогенные процессы.

В таких условиях эксплуатация гидротехнических сооружений особенно сложна, изучение их состояния, влияния на окружающую среду и их безопасная эксплуатация имеют важное практическое и научное значение.

В работе выносятся на защиту следующие положения:

- Оценка работ по сбору первичной информации, как материалов изысканий прошлых лет, так и сбору актуальных полевых данных по экологической и геологической ситуации на площадке хвостохранилища Надеждинского металлургического завода имени Б.И. Колесникова (XX НМЗ).
- Оценка инженерно-геологических условий площадки XX НМЗ
- Оценка экологического состояния исследуемой территории XX НМЗ
- Прогнозирование изменения инженерно-геологических и инженерно-экологических условий площадки XX НМЗ.

Основное содержание работы. Норильский территориально-промышленный комплекс является крупнейшей техногенной системой Заполярья и наиболее активным источником загрязнений Арктики и в то же время относится к особой категории потенциальной природной устойчивости – с низкой биологической продуктивностью, слабой способностью к самоочистке от продуктов техногенеза (100-150 лет) и активным проявлением посткриогенных разрушительных процессов. Ежегодные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют около 2 млн.т; сбросы сточных вод – более 200 млн. м³. В результате такого интенсивного техногенного воздействия в пределах промышленного комплекса и на прилегающих к нему территориях уничтожены и повреждены сотни гектаров почв и растительности, экосистемы ряда малых рек и озер полностью деградировали и потеряли свое рыбохозяйственное значение. В ряду объектов, оказывающих негативное воздействие на геологическую среду, накопители продуктов и отходов производства, обогатительных и металлургических предприятий, а также гидротранспорт имеют определенные особенности, причем последний, как источник техногенного воздействия, до последнего времени находился в стороне от решения основных региональных экологических проблем Норильского промышленного района.

Проблемы гидротехнических сооружений хвостохранилищ связанные с обеспечением их промышленной и экологической безопасности в суровых климатических условиях севера, не снижают своей остроты, несмотря на формирующийся и совершенствующийся опыт их содержания.

Хвостохранилища имеют определенные особенности, обусловленные тем, что возводятся в значительно более сложных условиях и оказывают существенное влияние на состояние окружающей природной среды и изменение мерзлотно-геологических условий.

В России успешно применяется опыт транспортировки и хранения отходов горнодобывающих предприятий, особенно инертных грунтов и материалов. Основной метод - гидротранспорт пульпы в хвостохранилища, которые могут быть огромных размеров: сотни миллионов кубических метров, десятки квадратных километров и высотой более 100 метров.

Хвостохранилище - место для хранения отходов обогащения руды в виде пульпы. Эти отходы содержат различное соотношение минеральных частиц и

воды, обычно от 1:15 до 1:30. Твердые частицы осаждаются, а чистая вода используется повторно. Эти отходы представляют собой частицы породы, образовавшиеся при обработке руды. Они имеют различный размер, обычно песчаной фракции.

Изучаемая площадка находится в Норильском промышленном районе.

Норильский район относится к I климатическому району, подрайону 1Б особо сурового климата (табл. Б.1 СП 131-13330.2012), район характеризуется крайне суровым климатом субарктического типа. Зима здесь долгая и холодная.

Среднегодовая температура воздуха составляет минус 9,1° С. Колебания среднегодовой температуры от года к году невелики и составляют в среднем плюс минус 1,2° С. Продолжительность периода со среднесуточной температурой равной и ниже 0° С составляет 240 дней (с октября по май). Положительная среднемесячная температура в годовом ходе температур отмечается с июня по сентябрь.

При эксплуатации и строительстве зданий и сооружений в исследуемом районе необходимо учитывать наличие следующих криологических процессов:

– Деграция многолетней мерзлоты – сокращение мощности и площади распространения мерзлых грунтов как результат глобальных климатических изменений и активного техногенного воздействия, наиболее четко выражен в северных регионах. Следствием деграции мерзлоты является возникновение термокарстовых просянок, озер, котловин, техногенных приповерхностных несквозных таликов вследствие снятия почвенно-растительного слоя в процессе строительства, формирование бугристо-западинного рельефа и останцев, вмещающих ледяные жилы. По прогнозу на период с 2036-2065 г.г. мощность сезонно-талого слоя для Норильского промышленного района увеличится на 25 см по сравнению с фоновой в период 1961-1990 г.г.

– Переход значительных объемов «низкотемпературных» ($t < -20^{\circ}\text{C}$) грунтовых массивов в «высокотемпературные» ($t = 0 \dots -20^{\circ}\text{C}$) состояние, приводящее к снижению несущей способности грунтовых плотин, дамб и их оснований.

– Заболачивание территорий, обусловленное растеплением приповерхностного слоя многолетнемерзлых пород, а также существенным ростом годовых осадков (16-23 %) в соответствии с прогнозом для НПР.

– Трещинообразование (обусловленное термонапряжением, а также кристаллизацией льда в порах и трещинах) и рост слоев (линз) льда в грунтовых дамбах и плотинах. Что приводит к появлению в сооружениях «слабых звеньев» - сдвигоопасных поверхностей скольжения по трещине отслаивания на контакте талой и мерзлой зон в теле плотины или дамбы.

– Наледи (грунтового и речного типов питания). Крупные наледи известны в долине р. Талнах объемом 3 тыс. м³.

– Пучение (с ледяным ядром и без него) с образованием бугров длиной от 20 до 200 м.

Конструкция русловой плотины: Исходя из инженерно-геологических условий района проектом 1979 г предусматривалось строительство талой каменно-набросной плотины с грунтовым экраном из суглинка и противофильтрационным элементом из полиэтиленовой плёнки из 3-х слоёв в нижней трети плотины, 2-х слоёв в средней трети и из 1 слоя плёнки в верхней части плотины. Строительство предусматривалось выполнить в две очереди: первая высотой до 26 м, вторая – до 38 м. Водонепроницаемость основания плотины обеспечивалась трехрядной цементационной завесой глубиной до 30,0 м в пределах руслового талика и скважинными воздушными замораживающими системами (в настоящее время не действуют). По оси зуба экрана в основании плотины вдоль границы верхового откоса выполнена железобетонная потерна в которой была установлена воздушная сезонно действующая замораживающая система (в настоящее время также не действует) и из которой производилась цементация основания. Строительство I очереди плотины начато в 1975 г и закончено в 1979 г. В период строительства с 1979 по 1985 годы создана мерзлотная завеса глубиной до 28-30 м по всему напорному фронту первой очереди плотины. Замораживающая система для создания мерзлотной завесы в основании русловой плотины вступила в работу в марте 1984 г. Строительство правобережной стабилизирующей системы второй очереди завершено в конце 1989 г, левобережной – в 1990 г.

При этом отмечается, что устройство замораживающих колонок первой очереди выполнено с нарушением требований, предусмотренных проектом, а именно:

– для многих колонок пространство между стенкой скважины и наружной трубой не было заполнено цементным раствором;

– отдельные стыки наращивания наружных труб колонок не были заварены герметичным швом; – в период монтажа замораживающей системы колонки не прикрывались временными крышками для предотвращения попадания в них строительного мусора и других загрязнителей.

В течении 1984-1985 гг. грунты основания русловой плотины были заморожены на глубину до 28-30 м, а естественная температура ММП в основании право- и левобережных частей плотины понизилась в среднем на 2,5-4,0°С.

В последующие годы по различным причинам режим замораживания не соблюдался. В результате нарушения проектного режима работы сооружения произошло оттаивание мерзлотной завесы на участке талика. За период с 1986 по 1991 годы во время весенних паводков происходило по различным причинам затопление части потерны паводковыми водами. Затопление потерны приводило к заполнению водой, а затем льдом, замораживающих колонок и выводу их на длительный срок из работы. Затопление потерны в

августе 1990 г и в сентябре 1991 г на участке от 20 до 21 секции привело к выводу из строя всей КИА, установленной в этих секциях. В октябре 1995 года, при достижении уровнем хвостохранилища отметки 286,80 м, произошел прорыв вод отстойного пруда хвостохранилища в нижний бьеф по грунтам основания, вызванный дефектами при строительстве подземного контура плотины. Произошло практически полное затопление потерны, приведшее к выходу из строя замораживающей системы. Началась обходная фильтрация и, как следствие, расширение подруслового талика. Службой эксплуатации НМЗ было принято решение о снижении фильтрации в нижнем бьефе путем возведения противофильтрационного экрана методом намыва (кольматации) тонкодисперсными хвостами на верховом откосе русловой плотины. Намыв экрана начат в июле 1997 года. Одновременно в потерне были выполнены работы по тампонажу вышедших из строя и фонтанирующих замораживающих колонок, а также сооружение сети наблюдательных скважин за температурным режимом грунтов основания и пьезометрических скважин. В результате выполненных работ и формирования перед верховым откосом пляжа шириной более 200 м интенсивная фильтрация в основании была ликвидирована.

Геологическое строение участка характеризуется широким развитием эффузивных пород нижнего триаса. Они слагают коренное ложе и борта долины и перекрыты с поверхности толщей рыхлых отложений. Коренные породы представлены потоками базальтов гудчихинской и сыверминской свит, контакт между которыми проходит по региональному разлому, сопровождающемуся зоной сильной и повышенной трещиноватости, где породы в значительной степени дислоцированы, перемяты, разбиты крутопадающими трещинами тектонического происхождения.

В зоне интенсивного выветривания базальты разуплотнены до состояния щебенисто-дресвяного грунта с суглинистым заполнителем, мощность которой изменяется в пределах 1-5 м увеличиваясь до 25-30 м на участках линейных кор выветривания, развитых по зонам тектонических нарушений. Рыхлые четвертичные отложения, залегающие в основании плотины, представлены ледниковыми и элювиально-делювиальными отложениями. Ледниковые отложения (gQIII) развиты преимущественно на правобережном склоне долины, где они выполняют древнюю речную долину доледникового генезиса. Характерной особенностью отложений является чрезвычайно пестрый состав и невыдержанность слоев как по мощности, так и по простиранию. Представлены они переслаиванием галечниковых и гравийных грунтов с суглинистым заполнителем, суглинков с включением обломочного материала и гравелистых, с линзами песков и супесей. Мощность отдельных слоев изменяется в широких пределах от 0,9 до 6,5 м, общая мощность на правобережном склоне составила от 0,9 до 25 м, на левобережном не превышает первых метров. Элювиально-делювиальные отложения (edQIII-IV) покрывают маломощным чехлом коренные породы левобережного склона долины, на правом имеют ограниченное распространение. Представлены они

преимущественно щебенистыми суглинками или щебенистым грунтом с суглинистым заполнителем, реже встречается глыбово-щебенистый грунт без заполнителя. Геокриологические и гидрогеологические условия Многолетнемерзлые породы (ММП) занимают большую часть территории и развиты на всех элементах рельефа. Мощность ММП составляет в пределах 120-180 м. К днищу долины р.Буровая приурочена таликовая зона. До строительства плотины ширина таликовой зоны в створе русловой плотины составляла 160 м, вскрытая мощность – 60 м. Температура мерзлых грунтов в подошве слоя годовых колебаний температуры составляла на склонах восточной экспозиции (правый берег) минус 6,5°С, на левобережном склоне – минус 3,5-4,0°С. Вблизи таликовой зоны – минус 0,5- 1,0°С, а в талике – 1,2-2,4°С. В результате строительства и эксплуатации хвостохранилища произошло изменение геокриологических и геотермических условий участка хвостохранилища в целом, и участка русловой плотины в частности. Так ширина таликовой зоны по днищу долины р.Буровой увеличилась до ~385 м, нижняя граница выработками не подсечена. Произошло повышение температуры мерзлых грунтов в бортах долины.

Геоморфология участка. В геоморфологическом отношении исследуемая территория приурочена к юго-западной оконечности плато Хараелах, входящего в состав Средне-Сибирского плоскогорья. Структурно-денудационный и денудационный рельеф плато Хараелах представлен участками возвышенностей и низкогорий, сложенных, преимущественно, коренными скальными породами верхней перми - нижнего триаса. Превышение плато Хараелах над низменными участками территории в районе Талнаха достигает 300 метров.

Характерным для описываемого района является повсеместное наличие толщи многолетнемерзлых пород. Мощность деятельного слоя, в зависимости от литологического состава грунтов, составляет от 2 до 4 метров.

Участок работ расположен в пределах юго-восточного склона горы Медвежья. Абсолютные отметки поверхности, в пределах исследуемого участка, изменяются от 193 до 195 метров (в Балтийской системе высот). Общий уклон поверхности наблюдается в юго-западном направлении.

Гидрографические условия. Первичная гидрографическая сеть территории хвостохранилища НМЗ представлена р. Буровой и ее правым притоком руч. Безымянный.

Река Буровая берет начало на абс. отметке 420 м, на западном склоне г. Южный Мыс (абс. отм. 531 м). В генеральном плане направление ее течения юго-западное в верхней части и южное – в нижней. Русло реки достаточно извилистое, разделено на сеть мелких рукавов. Максимальные расходы воды наблюдаются в первой декаде июня, через 10-15 дней после начала половодья. Быстрое таяние снега в конце мая - начале июня и сезонное оттаивание многолетнемерзлых пород, обуславливают быстрый и высокий подъем воды в реке. Летне-осенняя межень непродолжительна, наступает в конце августа -

начале сентября, прерывается дождевыми паводками. После наступления ледостава на реке устанавливается зимняя межень.

Гидрогеологическое районирование. Согласно структурно-гидрогеологическому районированию территории РФ 2004 г., территория хвостохранилища НМЗ относится к Норильскому гидрогеологическому району (П22 - структура третьего порядка) Тунгусского криогенного гидрогеологического бассейна (П2 – структура второго порядка) Сибирского сложного криогенного гидрогеологического бассейна (П - структура первого порядка). В современном районировании (2014 г.) это Тунгусский артезианский бассейн (aV-B) Сибирского сложного артезианского бассейна (fV).

На основе анализа ранее применявшихся при гидрогеологическом изучении района хвостохранилища НМЗ (Ермак Ю.Я., 1999 г., Яковлев А.О., 2000 г.) гидрогеологических стратификаций разреза, здесь, в результате их синтеза и адаптации к современным принципам стратификации, могут быть выделены следующие гидрогеологические подразделения:

1. Надмерзлотный комплекс

- голоценовый техногенный водоносный горизонт;
- неоплейстоцен-голоценовый таликовый аллювиально-ледниковый водоносный горизонт (горизонт аллювиальных отложений р. Буровой и горизонт покровных ледниковых отложений);
- триасовая таликовая водоносная зона открытой трещиноватости (водоносный горизонт зоны выветривания коренной основы - сильнотрещиноватых базальтов, слабоводоносный горизонт трещиноватых и слаботрещиноватых базальтов и локально-обводненные зоны тектонических нарушений);

2. Мерзлотный комплекс

- неоплейстоцен-голоценовый криогенный водоупорный горизонт
- триасовый криогенный водоупорный горизонт;

3. Подмерзлотный комплекс

- кайнозойско-мезозойский подмерзлотный водоносный комплекс.

Ввиду того, что глубина изучения при инженерно-геологических изысканиях хвостохранилища НМЗ ограничивается глубиной пробуренных скважин (до 30-50 м), то подмерзлотный комплекс здесь не будет рассматриваться.

Поскольку мощности водоносных интервалов в скважинах небольшие - до 12-14 м, редко до 24 м и охватывают они рыхлые четвертичные образования и подстилающие их разрушенные и сильнотрещиноватые триасовые базальты и туфогенные породы, в том числе и разрушенные в зонах тектонических нарушений, то представляется целесообразным давать им общую фильтрационную характеристику как единой гидродинамически связанной системе, полученную в ходе совместного опытно-фильтрационного опробования.

Учитывая, что гидрогеологическая стратификация производится в пределах регионального криогенного комплекса, а водоносные подразделения в нем не имеют площадного распространения и локализуются в ограниченных таликовых зонах, проникающих на различную глубину независимо от возраста и состава водовмещающих пород, здесь, в качестве водоносного подразделения целесообразно выделить единого четвертично-триасового таликового водоносного комплекса (Q-T1), в качестве водоупорного подразделения выделяется единый четвертично-триасовый криогенный водоупорный комплекс.

Геокриологические условия. Многолетнемёрзлые грунты занимают большую часть территории хвостохранилища. Таликовые зоны приурочены к днищу долины р. Буровой, локальным участкам на её бортах. Криогенная текстура многолетнемёрзлых грунтов в пределах площадки в основном массивная с льдистостью до 10÷15%. Исключение составляют верхние горизонты грунтовой толщи на глубину 3÷6 м, где имеют место слоистая и сетчатая текстуры с общей льдистостью до 40%. При оттаивании эти слои переходят в текучепластичное и текучее состояние и характеризуются весьма низкими физико-механическими показателями.

Значительные скопления льда в виде прослоев и линз имеются в слое сезонного промерзания и приурочены, главным образом, к основаниям пологих склонов и днищ местных понижений. Широкое развитие на склонах имеет «сухая» мерзлота. Она связана с плотными суглинками. В зоне выветривания базальтов лёд совместно с грунтом является заполнителем трещин. В мёрзлом состоянии они являются водонепроницаемыми.

Общая мощность многолетнемёрзлых пород составляет 120÷180 м, а наиболее глубокий талик развит под руслом р. Буровой.

ММГ распространены практически по всему исследуемому участку, за исключением зон таликов.

В районе хвостохранилища отмечается развитие склоновых надмерзлотных таликов небольших по площади и глубине (до 5,0-7,0 м), сформированных из-за интенсивной снеготранспортировки (до 4,0 м и более) и затрудненного оттока поверхностных вод.

В настоящее время, в результате строительства и эксплуатации хвостохранилища, температурный режим грунтов в ложе самого хвостохранилища изменился. Сбрасываемая пульпа оказывает согревающее воздействие круглогодично, в результате чего температуры грунтов на подошве слоя нулевых годовых колебаний здесь повысились от минус 6,2-0,9оС до 1,0-2,0оС и образовались техногенные талики.

Температурное состояние тела и основания русловой плотины Хвостохранилище расположено в зоне сплошного развития многолетнемерзлых пород. В естественных условиях грунты основания плотины имели следующие геокриогенные характеристики: – мощность сезонного слоя составляла 0,4-2,5 м; – нижняя граница зоны годовых колебаний температур находилась на глубине 15-18 м от поверхности; –

температура на нижней границе слоя годовых колебаний составляла минус 1,0 минус – минус 3,0°С; – температура таликовых пород на глубине 20,0 м составляла 2,6°С, повышаясь летом до 4,0°С. Возведение плотины и создание водохранилища привело к изменению геокриогенных и температурных характеристик грунтов, залегающих в основании плотины.

Экологическая характеристика района. В Норильском промышленном районе расположен крупнейший металлургический комплекс в Арктике, который одновременно является и самым крупным индустриальным комплексом на Земле, формирующим замкнутую корпоративную территорию с собственной системой тепло- и энергообеспечения, транспортного обеспечения.

В НПП сосредоточены предприятия с наибольшим в мире производством палладия и никеля, а также одним из наиболее крупных производств платины и меди. По состоянию на середину 2010-х гг. НПП обеспечивал 39 % мирового производства палладия, от 14 до 20 % никеля, 12 % родия, 11 % платины, 6 % кобальта и 2 % меди.

К производимым «Норникелем» продуктам тяжелой металлургии также относятся техническая сера, технический селен, катодная медь, концентраты драгоценных металлов, никелевый фэйштейн, первичный никель, никелевая карбонильная дробь, никелевый карбонильный порошок, никелевый концентрат, кобальтовый концентрат, электролитный кобальт, техническая серная кислота, сульфат натрия, хлорид натрия, никелевый штейн и медный штейн.

На предприятия НПП приходится 78 % вредных выбросов Красноярского края и 10 % – Российской Федерации.

Наиболее вредоносными поллютантами являются сера и ряд тяжелых металлов: медь, никель, кобальт и свинец. Из-за различий в путях распространения поллютантов четкие пространственные корреляции между концентрациями серы и тяжелых металлов, с одной стороны, и степенью повреждений компонентов экосистем (например, растительности, почвы или воды) – с другой – отсутствуют, поскольку пылевые частицы выпадают сразу, газообразные же вещества (сера) вначале поднимаются вверх и осаждаются за 30-километровым радиусом от источника эмиссии, где уже отсутствуют критические значения по тяжелым металлам.

Негативное воздействие предприятий НПП на окружающую среду в основном затрагивает близлежащие территории и носит локальный характер – по линиям ветров. Экологическое состояние НПП на текущий момент оценивается как кризисное, но не катастрофическое, что предполагает возможность восстановления природной среды.

Хвостохранилище оказывает существенное влияние на окружающую среду, загрязняя воздух, почву и растительность на значительном расстоянии от места складирования отходов. Среди факторов экологического риска в первую очередь учету подлежат такие отрицательные экологические события, как превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих

веществ, другие неблагоприятные изменения показателей качества природных и экологических ресурсов, факторов окружающей среды.

Заключение. В рамках настоящей работы были рассматриваются вопросы эксплуатации гидротехнических сооружений в условиях крайнего севера, на территориях с распространением многолетнемерзлых грунтов, например хвостохранилища Надеждинского металлургического завода имени Б.И. Колесникова, расположенного в Норильском промышленном районе. Оценке инженерно-геологических и геоэкологических условий площадки расположения объекта, его влияния на окружающую среду.

В ходе выполнения работы были раскрыты следующие поставленные вопросы:

- рассмотрены типы существующих хвостохранилищ;
- дана климатическая характеристика Норильского промышленного района;
- дана оценка геологических условий площадки хвостохранилища, её инженерно-геологических, гидрогеологических и мерзлотных условий;
- дана оценка состояния окружающей среды раскрыты экологические проблемы, возникающие в процессе хозяйственной деятельности в границах исследуемого объекта.

Сопоставляя полученные данные изысканий 2022г. с материалами изысканий прошлых лет, закономерного изменения температуры грунтов за прошедший период (2020-2022гг) на исследуемом участке не наблюдается.

Исключение составляет таликовая зона в районе русловой плотины, где произошло растепление в восточном направлении на глубине 20,0м и западном направлении наблюдается на глубине 27,6м и ниже, границы талика сместились на 22м.

При существующей технологии эксплуатации хвостохранилища, границы таликов в части русловой плотины и ограждающих дамб будут увеличиваться. Для предотвращения развития таликовых зон, необходимо исключить фильтрацию воды из пруда-накопителя в потерну (основание) русловой плотины. Предусмотреть сооружение противофильтрационного экрана, а также организацию термостабилизации таликовых зон за счет промораживающих устройств. Устройство новых промораживающих скважин внутри потерны на глубину развития талика.

Предусмотреть мероприятия по изоляции водопропускной трубы, чтобы не допускать растепляющего воздействия на грунты основания.

Проводить дальнейшие мониторинговые исследования за температурным режимом грунтов.

На остальной части исследуемого участка существенных изменений в температурном режиме не наблюдается.

Развитие геокриологических процессов, кроме увеличения талика в районе русловой плотины не ожидается.