

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

Кафедра исторической геологии и палеонтологии

**«Инженерно-геологические условия г. Салехард:
процессы, прогноз»**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 3 курса 321 группы
направления (специальности) 05.04.01 геология
профиль «Геологические ресурсы региона:
мониторинг природных и туристических объектов»
геологического ф-та
Лаптевой Вероники Игоревны

Научный руководитель

к. г.-м.н., доцент

подпись, дата

С.И. Солдаткин

Зав. кафедрой

д. г.- м.н., профессор

подпись, дата

Е.М. Первушов

Саратов 2023 год

Введение. В данной работе рассмотрено изменение температурного режима многолетнемерзлых пород под воздействием техногенных факторов в районе города Салехард, расположенного в Ямало-Ненецком автономном округе. Интенсивное освоение северных районов России, а так же региональное изменение радиационно-теплового баланса в сторону положительного, приводит к увеличению глубины протаивания толщ многолетнемерзлых грунтов, что в свою очередь приводит к развитию опасных инженерно-геологических процессов и деформациям зданий и сооружений.

Цель работы состояла в анализе динамики изменения температурного режима грунтов за определенный период времени наблюдений.

Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие **задачи**:

1. Определение физико-географической, климатической, гидрологической, геоморфологической, тектонической и геологической характеристики участка исследования;

2. Анализ данных температурных наблюдений на исследуемом участке в разный период времени;

3. Оценка изменения температурного режима грунтов;

4. Оценка изменений геокриологических характеристик грунтов на исследуемом участке.

Объектом исследования является территория города Салехард. Предметом исследования являются многолетнемерзлые грунты.

Выпускная магистерская работа состоит из введения, девяти глав, заключения и списка использованных материалов. Работа изложена на 74 страницах машинописного текста, 22 рисунков, 25 таблиц, список литературы из 22 наименований.

Актуальность данной работы заключается в рассмотрении изменений температурного режима многолетнемерзлых пород под воздействием техногенных факторов в районе города Салехард, расположенного в Ямало-Ненецком автономном округе.

Научная новизна работы определяется анализом наблюдений в конкретных точках толщ многолетнемерзлых грунтов.

Научная значимость работы заключается в определении влияющего фактора деградации многолетнемерзлых грунтов в нескольких модельных площадок.

Положения, выносимые на защиту:

1. Состояние многолетнемерзлых грунтов на примере модельных площадок.
2. Результаты температурного анализа на примере объекта «Набережная р. Шайтанка (правый берег) в г. Салехард»

Основное содержание работы. В физико-географическом отношении исследуемая территория расположена в западной части Западно-Сибирской равнины, на севере Среднесибирской низменности и представляет собой пологую слабовсхолмленную равнину Полуйской возвышенности. Исследуемый участок находится в черте города Салехард - застроенная территория, которая характеризуется хорошо развитой сетью инженерных коммуникаций и выраженным влиянием человеческой деятельности, к тому же местами достаточно замусоренной (отходы строительного и бытового мусора).

Климатическая характеристика исследуемой территории представлена по данным наблюдений метеорологической станции Салехард.

Рассматриваемая территория характеризуется резко выраженным континентальным климатом с продолжительной суровой зимой, сравнительно коротким, но теплым летом, поздними весенними и ранними

осенними заморозками. Переходные сезоны короткие, с резкими колебаниями температуры.

К основным факторам, определяющим процесс промерзания почвы, относятся: температура воздуха, начальная влажность промерзающего слоя почвы, её основные водно-физические и теплофизические характеристики, теплоизолирующие свойства снежного покрова.

На показатели глубины промерзания грунтов оказывают влияние климатические условия и тип грунта.

В геологическом строении в пределах города Салехард (на глубину изучения) участвуют нижнемеловые и четвертичные отложения. Мезозойская эратема. Меловая система. Нижний отдел.

Первые сведения о геологии на исследуемом участке появились в конце XIX–начале XX веков в работах А. П. Карпинского, Н. К. Высоцкого, Б. М. Житкова, Б. Н. Городкова. В настоящее время эти материалы представляют лишь исторический интерес, хотя в свое время они во многом определили направления исследований севера Западной Сибири.

Согласно схеме тектонического районирования город Салехард относится к Мезозойско-кайнозойскому структурному этажу в пределах Урало-Монгольского складчатого пояса и Западно-Сибирской платформы. Тектоническая схема исследуемой территории представлена на рисунке 5.

Тектонический разрез. В пределах западного сегмента Урало-Монгольского складчатого пояса традиционно выделяется четыре структурных этажа. Им отвечают специфические ассоциации структурно-вещественных комплексов, отражающие главнейшие тектонические эпохи; границы между ними фиксируются значительными перерывами в осадконакоплении (обычно сопровождаемыми денудацией и горообразованием) с региональными угловыми и азимутальными несогласиями. Этажи подразделяются на структурные ярусы, ограниченные также региональными (или субрегиональными), но стратиграфическими

несогласиями, а те в свою очередь – на подъярусы, рубежи между которыми характеризуются резкой сменой вертикальных формационных рядов и (иногда) локальными размывами в их основании.

Субрегиональная тектоническая форма складчатой системы – Куноватский макроблок. Структурная форма первого порядка – Салехардо-Питлярский мегавал.

На рассматриваемой территории выделяется крупнейший (региональный) таксон - Западно-Сибирская геосинеклиза.

Согласно СП 14.13330.2018, для оценки сейсмичности города Салехард по картам общего сейсмического районирования ОСР-2015-А, ОСР-2015-В и ОСР-2015-С сейсмическая активность составляет 5 баллов шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий.

Категория грунтов в пределах города по сейсмическим свойствам согласно СП 14.13330.2018 табл. 4.1 – III и IV.

В основу геоморфологического районирования Западно-Сибирской равнины положена ярусность рельефа, отражающая этапы осадко- и рельефообразования в плиоцен-четвертичное время и обусловленная, по данным авторов, тектоно-эвстатическими колебаниями уровня Мирового океана. Ступени рельефа и разделяющие их уступы образуют единую систему уровней, начиная от террас современных речных долин и до междуречных поверхностей выравнивания.

Категория рельефа города Салехард – аккумулятивный. Голоценовая пойменная терраса (QH).

В соответствии с гидрогеологическим районированием город Салехард расположен на структуре I порядка – Западно-Сибирский сложный бассейн пластовых безнапорных и напорных вод. Основное гидрогеологическое подразделение – плиоцен-четвертичный полигенетический водоносный горизонт.

Плиоцен-четвертичный полигенетический водоносный горизонт (nN_2-Q) имеет повсеместное распространение. Приурочен к сложно построенной и фациально неоднородной толще мощностью от первых метров до 300 м. Связан с озерными, озерно-аллювиальными, аллювиально-морскими, озерно-морскими, морскими и покровными (болотными) отложениями. Водовмещающие породы представлены суглинками, супесями, песками, глинами, торфом. В толще песчано-глинистых отложений можно встретить межмерзлотные обладающие напором воды.[10]. Надмерзлотные воды встречены в долине реки, площади распространения их незначительны. Водовмещающие породы представлены песками мелко-среднезернистыми, нередко с включениями гравия и гальки, супесями, алевритами.

Уровень подземных вод устанавливается на глубинах 1,5–5,9 м. Воды субнапорные.

Мерзлотные условия города Салехард достаточно изучены по полевым исследованиям, с использованием литературного и фондового материала.

Район расположения г. Салехард относится к зоне распространения многолетнемерзлых грунтов и характеризуется сложными геокриологическими условиями. Массивы криогенной толщи занимают здесь от 50 до 95% площади. Для этой зоны характерны сквозные талики в днищах речных долин. Мощность криогенной толщи от 50 до 100м.

Основными факторами формирования на данной территории многолетнемерзлых толщ являются суровость резко континентального климата, избыточное увлажнение, обуславливающее заболоченность в пониженных частях рельефа, структурно-геологические условия.

Для текущей геокриологической характеристики территории в качестве исходных материалов были взяты результаты инженерно-геологических изысканий за 2022 год в черте города Салехард.

В пределах объекта №1 в разрезе (до глубины 15,0 м) участвуют верхнеплейстоценовые отложения аллювиального генезиса ($a^{1-2}III$). Из опасных природных процессов отмечается морозное пучение грунтов. На данном участке повсеместно вскрыты многолетнемерзлые грунты. Температура грунтов на глубине 10,0 метров составляет от минус 0,25°C до минус 1,01°C. Средняя температура минус 0,81 °C.

В пределах объекта №2 в разрезе участвуют аллювиально-морские отложения третьей надпойменной террасы (am^3IIIer). Из опасных природных процессов так же отмечается морозное пучение грунтов. Температура грунтов на глубине 10,0 метров составляет от минус 0,29°C до минус 1,12°C. Средняя температура минус 0,57 °C.

В пределах объекта №3 в разрезе участвуют так же аллювиально-морские отложения третьей надпойменной террасы (am^3IIIer). Из опасных природных процессов так же отмечается морозное пучение грунтов и подтопление территории грунтовыми водами. Температура грунтов на глубине 10,0 метров составляет от минус 0,27°C до минус 1,66°C. Средняя температура минус 1,06 °C.

В пределах объекта №4 в разрезе участвует аллювиомариний (amH). Из опасных природных процессов так же морозное пучение грунтов. По результатам температурных наблюдений на объекте №4 отмечается появление многолетнемерзлых грунтов в скважинах №№1,5.

В результате точечного исследования можно сделать вывод о том, что на территории города Салехард наблюдается распространение многолетнемерзлых грунтов. Промерзание грунтов в пределах города начинается в конце сентября и достигает своего максимума в конце марта, т.е. весь процесс продолжается в течение 6 месяцев. Наибольшая скорость промерзания (до 1 м/месяц) фиксируется в ноябре-декабре. Интенсивность промерзания грунтов в течение зимнего периода неодинакова и в значительной степени зависит от режима накопления и высоты снега.

Из опасных инженерно-геологических процессов, на территории распространения многолетнемерзлых грунтов, грунты, залегающие в слое сезонного оттаивания и промерзания, подвержены процессам пучения.

Необходимость учета опасных природных воздействий определена негативными последствиями, которые могут возникнуть вследствие таких воздействий и которые связаны с риском нанесения вреда жизни и здоровью людей, безопасности строительных объектов.

В процессе хозяйственного освоения территории и нарушении естественных покровов, температурных режимов глубина оттаивания ММГ будет увеличиваться, что приведет к активизации процесса.

Мерзлые грунты обычно называют засоленными при содержании в них определенного количества легкорастворимых солей. Засоленность мерзлых грунтов изменяется преимущественно в пределах 0,05–2%, в отдельных горизонтах 4–6% и относится по своему составу к морскому типу засоления, для которого характерен хлоридно-натриевый состав поровых вод, обусловленный первичной седиментационной соленостью морских иловых вод.

Благодаря термометрическим скважинам возможно осуществлять контроль температурного режима грунтов оснований и фундаментов сооружений, производить оценку изменений, происходящих в тепловом режиме грунтов. Термометрические скважины используются для получения данных о глубине залегания и температуре мерзлых, промерзающих и протаивающих грунтов в естественном залегании до строительства (для анализа при теплотехнических расчетах в проектировании).

Основной анализ, свидетельствующий об оттепении многолетнемерзлых грунтов представлен на примере объекта «Набережная р. Шайтанка (правый берег) в г. Салехард».

Работы на данном объекте производились в 2019 году и в 2023 году. В 2019 году было выполнено 12 замеров в скважинах температуры грунтов на глубину до 10,0 метров.

В разрезе исследуемого участка вскрываются аллювиально-морские отложения третьей надпойменной террасы (am³Пер).

В 2019 году в толще вскрытых отложений на основании классификационных признаков, анализа изменчивости физико-механических характеристик грунтов и их физического состояния выделяются следующие грунты:

1. Техногенный (насыпной) грунт, представлен песком мелким, реже пылеватым, однородным, маловлажным, средней плотности;

2. Песок мелкий, неоднородный, маловлажный, рыхлый;

3. Суглинок легкий, песчанистый, мягкопластичный;

К многолетнемерзлым грунтам отнесены:

4. Глина тяжелая, пластичномерзлая, льдистая, тонкослоистой криотекстуры. При оттаивании глина текучепластичная; Льдистость за счет видимых ледяных включений в среднем составляет 26 %, суммарная льдистость 29 %.

5. Песок твердомерзлый, однородный, мелкий с прослоями пылеватого, слабольшедистый, слоистой криотекстуры. При оттаивании песок мелкий, влажный.

В 2023 году в толще вскрытых отложений на основании классификационных признаков, анализа изменчивости физико-механических характеристик грунтов и их физического состояния выделяются следующие грунты:

1. Супесь песчанистая текучая;

2. Песок пылеватый, неоднородный, средней степени водонасыщения, средней плотности сложения;

3. Песок пылеватый, неоднородный, водонасыщенный, плотный.

На данный момент времени воздействие на геологическую среду в пределах участка, на котором производились изыскания, определяется отсутствием многолетней мерзлоты на глубину до 10,0 метров.

Зона распространения многолетнемерзлых грунтов весьма чувствительна к изменению природных условий, особенно к антропогенному воздействию, в результате чего увеличивается мощность сезонно-талого слоя, происходят деградация или уменьшение мощности мерзлой толщи, вытаивание подземных льдов, просадки земной поверхности, активизируется развитие криогенных процессов и явлений. Изменения геокриологических условий при антропогенном воздействии принимают обычно необратимый характер, проявляясь сразу после вмешательства человека в природную среду.

По данным замеров температуры грунта в 2019 году наблюдается повсеместное распространение многолетнемерзлых грунтов с глубины 7,0-8,0 метров.

Минимальная температура на глубине 10,0 метров составляет минус 0,40 °С, максимальная минус 0,20 °С. Средняя температура грунтов на глубине 10,0 метров составляет минус 0,33°С.

По данным замеров температуры грунта в 2023 году наблюдается отсутствие многолетнемерзлых грунтов.

Минимальная температура на глубине 10,0 метров составляет 0,00 °С, максимальная 0,04 °С. Средняя температура грунтов на глубине 10,0 метров составляет 0,02°С.

Вывод. Территория г. Салехарда расположена в сложных климатических, инженерно-геологических и геокриологических условиях.

Сочетание значительных толщ четвертичных отложений различного генезиса, литологии и возраста с островным характером распространения многолетнемерзлых грунтов в условиях интенсивного изменения техногенного воздействия в условиях городской застройки создает сложную и трудно прогнозируемую и динамично изменяющуюся картину.

В результате оценки изменения температурного режима грунтов на примере нескольких модельных площадок на территории города в различных инженерно-геологических условиях, можно сделать вывод о том, что зафиксированное повышение температуры грунтов произошло в основном за счет отепляющего влияния застройки исследуемой территории.