

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

Кафедра метеорологии и климатологии

**Инженерно-гидрометеорологические изыскания на полуострове
Ямал по объектам газовых месторождений**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 215 группы

направления 05.04.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Михайлова Александра Олеговича

Научный руководитель,

доцент, к.г.н.

Н.М. Семенова

Зав.кафедрой,

к.г.н., доцент

М.Ю. Червяков

Саратов 2023

Введение. Полуостров Ямал, находящийся на севере Западной Сибири, обладает богатыми природными ресурсами, в первую очередь, газом и нефтью. С 90-х гг. прошлого века началось достаточно интенсивное его освоение. В суровых условиях Заполярья инфраструктурные хозяйственные, промышленные, социальные объекты периодически подвергаются отрицательному воздействию ряда природных факторов. Особая роль в этом процессе принадлежит водным образованиям, в первую очередь – рекам. Высокие максимумы и большие объемы весенне-летних половодий, наблюдающиеся в многоводные годы, обуславливают затопление или подтопление обширных территорий, разрушение инженерных сооружений.

Уникальные природные условия Ямала требуют особых гидрометеорологических изысканий, которые играют важную роль в обеспечении надежности и безопасности газопроводов.

В связи с общей проблемой изменения климата, метеорологические и гидрологические наблюдения на полуострове требуют особого внимания. Особенно в связи с малой плотностью гидрологических постов и метеорологических станций.

Цель данной работы – рассмотреть принцип проведения инженерно-гидрометеорологических изысканий на полуострове Ямал. Провести анализ гидрологических и метеорологических данных и оценить их динамику изменения.

Рассмотрение этой темы представляет важный вклад в область инженерных и гидрометеорологических изысканий, а также в область проектирования и эксплуатации газопроводов.

Задачами исследования являются:

- Изучение и анализ теоретических основ инженерно-гидрометеорологических изысканий.

- Проведение анализа гидрометеорологической изученности полуострова Ямал, исследование доступных источников информации, их достоверности и актуальности.

- Анализ природных и климатических условий полуострова Ямал, включая особенности рельефа, геоморфологии и гидрографии, и их влияние на газопроводы.

Объектом исследования в данной работе является процесс инженерно-гидрометеорологических изысканий, который включает в себя сбор, обработку и анализ гидрометеорологических данных на полуострове Ямал.

Теоретические основы инженерно-гидрометеорологических изысканий. Инженерно-гидрометеорологические изыскания (ИГМИ) – это комплекс взаимосвязанных работ, основная цель которых изучение особенностей гидрометеорологических условий территории и прогноз их изменений в результате строительства или реконструкции. Основными объектами исследований являются близлежащие водоёмы и специфика местного климата.

В состав гидрометеорологических изысканий входят следующие виды исследований:

- Гидрологический режим (рек, озер, водохранилищ, болот, временных водотоков);

- Климатические условия и отдельные метеорологические характеристики;

- Опасные процессы и явления;

- Техногенные изменения гидрологических и климатических условий;

- Режим промерзания грунтов и характеристика снежного покрова

Результаты проведённых исследований позволяют разработать ряд мер по защите объекта от негативного воздействия среды с учётом гидрологического режима, а также мер по защите водоёмов от загрязнений в результате строительства и будущей жизнедеятельности. Значительная часть разрушений строительных объектов происходит из-за изменений в грунте, и

Гидрометеорологическая изученность полуострова Ямал. Площадь полуострова Ямал 122 тыс. км². Согласно документу «Руководство по гидрологической практике. Сбор и обработка данных, анализ, прогнозирование и другие применения», изданному Всемирной Метеорологической Организацией (ВМО) в 1994 г., рекомендуется иметь в полярных районах среднюю плотность гидрологических постов (ГП) из условия на 20000 км² - пост. На полуострове Ямал стационарных стоковых ГП нет, не считая действующего ГП на ежегодно перемерзающей р. Щучьей, расположенной на юго-западе тундровой зоны. Но водный режим этой реки недостаточно характерен для полуострова, а действующий пост учитывает сток только горной части реки.

Характеристика гидрометеорологических условий района

Климат полуострова избыточно-влажный, с холодным летом и умеренно суровой малоснежной зимой.

Согласно климатическому районированию России для строительства район работ находится в северной строительной климатической зоне с суровыми условиями. Указанная климатическая зона характеризуется следующими условиями, определяющими общность типологических требований к зданиям и сооружениям: суровая и длительная зима, обуславливающая максимальную теплозащиту зданий и сооружений, их защиту от продувания сильными ветрами, большие объемы снегопереноса. Короткий световой год, большая продолжительность отопительного периода (круглый год), низкие средние температуры наиболее холодной пятидневки и суток – основные факторы, иллюстрирующие суровость климата Ямала.

Север Западной Сибири находится почти на равном расстоянии, как от Атлантического океана, так и от центра континентальности Евразийского материка. Под воздействием этих двух центров погоды и формируется ее в общих чертах умеренно-континентальный климат.

Равнинность территории и открытость способствует глубокому проникновению в ее пределы воздушных масс, как с севера, так и с юга.

Поэтому в любой сезон года возможны резкие колебания температуры воздуха от месяца к месяцу, от суток к суткам и в течение суток.

Для климатического режима рассматриваемого района характерны суровая продолжительная зима, крайне короткое прохладное лето и затяжные переходные сезоны - весна и осень, короткий безморозный период.

Общий гидрологический режим. По характеру водного режима реки Ямала относятся к Западно-Сибирскому типу. Основное питание происходит талыми снеговыми водами, доля которых в общем объеме стока составляет 75 – 85 %. Второй по величине является доля дождевого стока. Доля грунтового питания очень незначительна из-за повсеместного распространения многолетнемерзлых грунтов.

Главным в водном режиме является весенне-летнее половодье. Характер половодья зависит от многих факторов: от площади водосбора, снеготаяния на водосборе, дружности снеготаяния, выпадения дождей во время половодья и других факторов, менее значимых условий. Гидрограф половодья в основном носит одновершинный характер, но при значительных колебаниях температур или при выпадении дождей может наблюдаться несколько пиков.

На крупных реках половодье начинается в конце первой – начале второй декады июня. Пик наблюдается 22 – 24 июня. Заканчивается половодье в конце июля – начале августа. Отклонения в сторону ранних и поздних дат для указанных моментов составляет до двух недель.

Ход уровней воды в половодье значительно зависит от характера погоды и подвержен большим колебаниям.

На малых реках половодье начинается в начале июня. Пик наблюдается в середине или в конце второй декады июня. Заканчивается половодье в конце июня. Отклонения в сторону ранних и поздних дат для указанных моментов составляет до двух недель.

Летняя межень продолжается с перерывами с середины июля - начала августа, до появления первых ледяных образований, которые приходятся на

вторую декаду октября. Сток по рекам резко сокращается и увеличивается в период прохождения дождевых паводков, которые наблюдаются несколько раз в течение летне-осеннего периода. Максимальные расходы дождевых паводков значительно уступают половодным.

Общий режим озер. Озера, расположенные на территории месторождения, имеют термокарстовое происхождение и могут быть разделены на три группы.

К первой относятся широко распространенные мелководные озера, образовавшиеся в результате протаивания многолетнемерзлых пород. Они имеют незначительные глубины и плоское дно. Глубины равномерно распределены по акватории и не превышают, как правило, 3 м, а средние глубины колеблются от 0.8 до 1.7 м. Берега озер заторфованы высотой 0.5-1.0 м. Дно сложено обычно суглинками.

Ко второй группе относятся глубоководные озера, образовавшиеся в результате протаивания жильных льдов. Максимальные глубины этих озер достигают 14-16 м, средние – 3-4 м. Берега высотой 3-7 м, сложены суглинками и супесями. Дно сложено суглинками.

К третьей группе – водно-эрозионные (старичные) озера, имеющие широкое распространение, расположенные в поймах рек и являющиеся продуктом деятельности речных вод.

В водном режиме выделяются три сезона – весеннее половодье, летне-осенняя и зимняя межени.

Общая характеристика опасных гидрометеорологических процессов и явлений в районе исследования. Опасное гидрометеорологическое явление (ОЯ) - метеорологическое, агрометеорологическое, гидрологическое и морское гидрометеорологическое явление и (или) комплекс гидрометеорологических величин, которые по своему значению, интенсивности или продолжительности представляют угрозу безопасности людей, а также могут нанести значительный ущерб объектам экономики и населению.

Территория строительства газопроводов согласно СП 11-103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства» относится к территориям с частыми и значительными проявлениями опасных гидрометеорологических явлений, сведения о которых представлены в таблице 1. На проектируемые сооружения также могут оказать негативное влияние следующие явления и факторы:

- экстремальные минимальные температуры (до $-50,2^{\circ}\text{C}$)
- экстремальные максимальные температуры (до $+29,0^{\circ}\text{C}$);
- русловые процессы;
- активные термо-эрозионные процессы по берегам рек и озер.

Таблица 1 – Сведения об опасных гидрометеорологических процессах

| Процессы, явления | Количественные показатели проявления процессов и явлений | Наблюдаемые процессы, явления |
|-------------------|---|--|
| Наводнение | Затопление на глубину более 1,0 м при скорости течения воды более 0,7 м/с | Затопление территория общей поймы рек Надуй-Яхи и р. Се-Яхи на глубину более 1.0 м |
| Ветер | Скорость более 30 м/с, для побережий морей более 35 м/с, при порывах более 40 м/с | Ветра со скоростью до 40 м/с (с учетом порыва) |
| Дождь | Слой осадков более 30 мм за 12 часов и менее в селевых и ливнеопасных районах. Более 50 мм за 12 часов и менее на остальной территории 100 мм за 2 суток и менее, 150 мм за 4 суток и менее, 250 мм за 9 суток и менее, 400 мм за 14 суток и менее | Не наблюдались |
| Ливень | Слой осадков более 30 мм за 1 ч и менее | Не наблюдались |
| Гололед | Отложение льда на проводах толщиной стенки более 25 мм | Обледенения всех видов |
| Селевые потоки | Угрожающие населению и объектам народного хозяйства | Не наблюдались |
| Снежные лавины | Угрожающие населению и объектам народного хозяйства | Не наблюдались |
| Смерчи | Любые | Не наблюдались |

Состав и методы производства изыскательских работ на примере изучаемого объекта. Инженерно-гидрографические работы выполняются на постоянных водотоках, пересекаемых трассами, и других водотоках и водоёмах, выявленных в процессе изысканий, а также на крупных участках концентрации стока в вероятной зоне затопления которых расположены новые площадки и трассы, при этом не пересекающие их.

В полевой период выполняются гидрографические работы:

- Установление высот высоких и других характерных уровней воды прошлых лет;
- Определение мгновенного уклона поверхности воды в реке.

Промерные работы выполняются с помощью наметки и эхолота.

Уклон водной поверхности является одной из наиболее важных характеристик, участвующих при определении расчётных уровней и скоростей течения водотоков.

В камеральный период проводится камеральная обработка полевых материалов, которые включают составление и вычерчивание морфометрического профиля.

Цель метеорологических работ - это приведение в состав технического отчета необходимых данных для оценки климатических условий района строительства объектов.

По результатам метеорологических работ составляется климатическая характеристика (в форме записки). В климатической записке с пятью дополнительными характеристиками (температура почвы, солнечная радиация, световой климат, характеристика атмосферного давления, температурные инверсии) отражены: характеристика температурного режима наружного воздуха, характеристика режима влажности наружного воздуха, режим атмосферных осадков, характеристика снежного покрова, ветровой режим, световой климат, атмосферные явления, испарение с поверхности воды.

Инженерно-гидрологические работы необходимы для обеспечения комплексного изучения водных объектов суши территории изысканий и с целью получения необходимых и достаточных материалов и данных для принятия обоснованных проектных решений.

Методы получения расчетных гидрологических характеристик. Расчетные характеристики для створов переходов определялись по эмпирическим формулам в соответствии с СП 33-101-2003 с использованием метода аналогии. Для определения параметров расчетных формул были использованы рекомендации ГГИ. Расчетные уровни и скорости течения определены гидравлическими расчетами.

В ходе полевых и камеральных работ был уточнен коэффициент дружности половодья с ранее полученными данными ГГИ. Для дальнейших расчетов и исследований максимальных расходов весеннего половодья коэффициент был принят равным 0.007.

Результаты инженерно-гидрометеорологических изысканий. Для описания климата, участка размещения объектов изыскания, использовались материалы, указанные на сайте ФБГУ «ВНИИГМИ-МЦД». Для описания климатических условий исследуемого района были использованы общие характеристики климата: температура, влажность, скорость и направление ветра, атмосферные явления, количество осадков и другие, а также расчетные характеристики, например, даты перехода температуры через определенные пределы.

Температура воздуха. Температура воздуха оказывает большое влияние в том числе и на экономическую деятельность человека и это влияние имеет четкие критерии оценивания.

Чтобы лучше увидеть тенденцию межгодовой изменчивости, средние температуры по всем метеостанциям Земли усредняют за 5, 10, а лучше всего за 30 лет. В таблице 2 приведены средние месячные и годовые температуры воздуха, рассчитанные за многолетний период, а в таблице 3 приведены осредненные данные за период с 1991 по 2020 год. Если сравнить данные, то

можно заметить тенденцию изменения температуры в сторону роста. Разница в среднегодовых значениях составляет $1,1^{\circ}\text{C}$. Следовательно, можно сказать, что за последние 30 лет температура на полуострове Ямал по данным метеостанции Марре-Саля увеличилась на $1,1^{\circ}\text{C}$ (рисунок 1).

Заключение. В результате гидрометеорологических изысканий получены данные необходимые для проектирования, строительства и эксплуатации объектов Бованенковского месторождения. Определены природные условия территории размещения площадок кустов газовых скважин, климатические особенности, гидрологические условия.

Для всей рассматриваемой территории составлена записка о климатических условиях района строительства и сделан вывод о сложности климатических условий территории. Связано это с расположением территории в высоких широтах, в северной строительно-климатической зоне с суровыми условиями, с определенными требованиями к зданиям и сооружениям, это максимальная теплозащита и защита от продувания сильными ветрами и большие объемы снегопереноса.

Суровость климата Ямала определяется коротким световым годом, и большая продолжительность отопительного периода (круглый год), низкие средними температурами наиболее холодной пятидневки и суток.

Для климатического режима рассматриваемого района характерны суровая продолжительная зима, крайне короткое прохладное лето и затяжные переходные сезоны - весна и осень, короткий безморозный период. Январь и февраль - центральные месяцы зимы.

Полуостров Ямал относится к зоне недостаточной теплообеспеченности и весьма избыточного увлажнения. Территория месторождения находится в зоне развития монолитной многолетнемерзлой толщи. Сезонное оттаивание грунтов крайне незначительно, максимум до одного метра.

Существует острая необходимость открытия дополнительных наблюдательных (гидрологических) постов, для получения более общих

данных и для улучшения полноты инженерно-гидрометеорологических изысканий.

На полуострове Ямал отмечается тренд изменения температуры воздуха в сторону роста. Изменение температуры за последние 30 лет составило порядка $1,1^{\circ}\text{C}$. Наиболее значительное изменение температуры наблюдается в зимний период, чем в летний.

В связи с ростом температуры воздуха на полуострове наблюдается таяние вечной мерзлоты и увеличение площади зеркала озер. Многие озера объединяются и затапливают зоны перспективного строительства газопроводов или уже построенные. Дополнительные меры защиты требуют дополнительных материальных вложений.