Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На тему: «Изменения климата и экологическая безопасность г. Петрозаводск»

Исполнитель **Шамугия Михаил Тенгизович**
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель: кандидат географических наук, доцент
Дроздов Владимир Владимирович

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой _____
(подпись)
кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

« » июня 2022 г.

Санкт–Петербург
2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..…….……..…….……	3
1. Применяемые методы исследования и источники данных……	6
2. Климатические условия Республики Карелия и г. Петрозаводск …	11
2.1 Крупномасштабная атмосферная циркуляция над Северной Атлантикой ……..	11
2.2 Температура воздуха и ее изменчивость…..……..…….	17
2.3 Атмосферные осадки…….	22
2.4 Скорость и направление ветров…….……..….	27
2.5 Экстремальные погодные явления…….……..	32
2.6 Анализ степени и характера связи температуры воздуха и повторяемости экстремальных погодных явлений с атмосферной циркуляцией…….…….	41
3. Отрасли городского хозяйства г. Петрозаводск и их зависимость от климата и его изменений…….……..…….	48
3.1 Электроснабжение и теплоэнергетика……	50
3.2 Водоснабжение……..……	57
3.3 Утилизация твердых коммунальных отходов……..……...	65
3.4 Функционирование наземного транспорта ……	
4. Практические рекомендации по обеспечению экологической безопасности…….	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……...…….	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ……..……	

ВВЕДЕНИЕ

Для защиты природной среды и человека от вероятного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, экстренных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий необходимо обеспечить экологическую безопасность региона и города. Экологические проблемы, являющиеся общими для всех городов, связаны в первую очередь с загрязнением водной и воздушной средой транспортом, промышленными предприятиями, утилизацией отходов, с каждым годом становятся все более актуальными. Сегодня больше половины населения Земли сконцентрировано в городах, связанных с высокой антропогенной нагрузкой на природу, что является одной из главных причин деградации окружающей среды. В городах наблюдается около 80% всех выбросов в атмосферу и составляют большую часть глобального объёма загрязнений. Каждый год города со всего мира производят до 3 млрд. тонн твёрдых отходов. При этом воздействие загрязняющий веществ больших городских агломераций прослеживается на расстоянии 50-ти километров от них. Которые, в свою очередь, изменяют естественную среду, формируют антропогенный ландшафт обширных территорий. Сегодня Петрозаводск это город республиканского значения на северо-западе России на берегу Онежского озера; столица Республики Карелия, образующая Петрозаводский городской округ. В настоящее время экологическая ситуация в Карелии характеризуется как стабильная, но достаточно напряжённая.

Проблемы, актуальные на сегодняшний день – сохранение биоразнообразия, ядерная и радиационная безопасность, влияние промышленного загрязнения на здоровье населения, проблемы урбанизации и природных охраняемых территорий, проблемы энергетики, нефтяного загрязнения и климатических изменений, обращения с отходами, защиты

животных, сохранения лесов, и многие другие. Для написание практических рекомендаций обеспечения экологической безопасности г. Петрозаводска необходимо учитывать его особенности климата и его изменения. Так как для определения состояния городской среды необходима совокупностью природных и техногенных факторов, и для управления ее качеством необходимо учитывать их взаимодействия. Следовательно, изучение влияния климатических факторов на уровень антропогенного загрязнения отдельных подсистем города имеет практическое значение. Обеспечение экологической безопасности окружающей среды необходимо для понимания, как необходимо преобразовать современные города, чтобы они стали центрами устойчивого развития и естественной частью экосистемы. Вышеперечисленные факторы и ухудшающаяся экологическая обстановка города, обуславливают актуальность данного исследования.

Цель исследования: разработка практических рекомендаций по обеспечению экологической безопасности города Петрозаводска с учетом типа климата и его изменений.

Задачи исследования: – обосновать методы исследования и источники данных;

– проанализировать климатические условия и их динамику Карелии и г. Петрозаводске;

– оценить степень и характер зависимости жизнеобеспечивающих отраслей городского хозяйства г. Петрозаводск от типа климата и его изменений;

– разработать практические рекомендации по обеспечению экологической безопасности г. Петрозаводск с учетом климатических условий и их изменчивости.

Объектом работы является природные и природно-техногенные объекты г. Петрозаводск.

Предметом исследования является экологическая безопасность г. Петрозаводска и ее оценка.

Материалы исследования: научная литература из открытых источников, доклады и ежегодные отчеты уполномоченных органов государственных власти, международные базы климатических данных, находящиеся в открытом доступе в сети Internet.

Методы исследования: анализ и обобщение материалов и данных в отношении степени характера загрязненности атмосферного воздуха г. Петрозаводск, статистический анализ многолетних данных по изменчивости климатических характеристик в Карелии и г. Петрозаводска и оценка их экологических следствий.

Практическое значение работы – полученные результаты в отношении установления особенностей изменения климата в Республике Карелия и г. Петрозаводск, а также оценки влияния климатических изменений на отрасли жилищно-коммунального хозяйства могут быть использованы при подготовке Плана адаптаций г. Петрозаводск и других регионов к климатическим изменениям, на основе соответствующих Распоряжений Правительства Российской Федерации.

Личный вклад автора – статистический анализ многолетних данных по изменчивости температуры воздуха и атмосферных осадков, использование корреляционного анализа для оценки степени и характера влияния интенсивности атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой, выражаемой в виде индексов Северо- Атлантического колебания (NAO) на климатические характеристики.

1. Применяемые методы исследования и источники данных

Наибольшее внимание в течение последних 30 лет в проблеме изучения климата уделялось Арктике. За эти годы выполнены многочисленные исследования и выявлен ряд закономерностей, показаны региональные отличия влияния изменений климата на Арктику, Субарктику и умеренные широты. До сих пор дискуссионными остаются вопросы о причинах потепления климата и глобальном потеплении, а также трактовка обнаруженной изменчивости с разной квазипериодичностью от нескольких до 60 лет. При этом отметим, что на Севере Европейской территории России (ЕТР) наиболее длительные и надежные измерения климатических параметров, гидрологического режима, биотических характеристик имеются на гидрометеостанциях от Санкт-Петербурга до Архангельска и Мурманска, что точно по периметру предоставляет характеристику климата и его изменчивости в Карелии и Петрозаводске в частности, также тщательное изучение последствий изменения климата в этом регионе представляет несомненный практический интерес для оценки возможных оценок ущербов водным объектам, биоресурсам, экономике, здоровью населения.

В нашем случае важно оценить влияние изменений климата на водные объекты ЕТР с учетом перспектив развития Северного морского пути и водных путей, связывающих Арктику с такой важной транспортной артерией, как Беломорско-Балтийский.

В работе рассмотрены закономерности изменения климата и оценено возможное влияние этих изменений на некоторые характеристики гидрологического режима и биоты водоемов Севера Европейской территории России от умеренных широт до Арктики. Показаны общие закономерности и отличия климатических условий. Изменения и

изменчивость климата европейского Севера России и их влияние на водные объекты Н.Н. Филатов, член-корреспондент РАН, Л.Е. Назарова, А.П. Георгиев, ФГБНУ Институт водных проблем Севера Кар НЦ РАН, Петрозаводск, А.В. Семенов, А.Р. Анциферова, В.Н. Ожигина, ФГБУ Для России детализированные по регионам оценки наблюдаемых и предполагаемых изменений климата особо важны, поскольку из-за значительных природно-обусловленных различий климата на ее территории изменения климата в регионах проявляются крайне неравномерно [52]. Физико-географические и климатические особенности рассматриваемого региона неоднородны. Климат исследуемой территории можно охарактеризовать как субарктический морской, имеющий черты континентального в Мурманской и северо-западной части Архангельской областей, и переходный от морского к континентальному на территории Карелии и Ленинградской области [46].

Характерной особенностью климата региона является частая смена воздушных масс, формирующихся, в основном, над Атлантикой и Арктикой. Сложные физико-географические условия региона с наличием значительных по площади крупных водоемов – Финского залива, Ладожского и Онежского озер, Белого и Баренцева морей, разветвленной сетью озерно-речных систем, разнообразием форм рельефа региона от зоны тайги до тундры обуславливают неоднородную картину климата региона. Все реки региона в зависимости от рельефа и других географических особенностей можно разделить на три основные группы: полу равнинные, озерного типа и горные (Водные ресурсы, 2008). В последние годы важность тщательного изучения этого региона очевидна в связи с возрастанием интереса к освоению арктических ресурсов, предполагаемой интенсификацией использования Северного морского пути, что скажется и на формировании политической, экономической, социальной, научной деятельности. Это перспективы развития ледокольного флота, техники и

технологий поиска углеводородов, планирования экономической деятельности в зоне вечной мерзлоты и др.

Инструментальные данные наблюдений свидетельствуют о наличии некоторых тенденций роста и падения температуры приземного воздуха в Арктике с цикличностью несколько десятков лет, которые не воспроизводятся в рамках численного моделирования климата [53].

Данные температурных изменений, полученные по результатам анализа донных отложений озер Арктики и Субарктики, свидетельствуют о квазипериодической природе изменения температуры в Арктике в XX – начале XXI столетий с наличием многолетних циклов продолжительностью порядка 200 лет. [53]

На этом основании авторами указанных работ делается вывод о том, что наблюдаемое потепление в Арктике обусловлено естественными, а не антропогенными факторами, имеющими крупномасштабную изменчивость с временными масштабами десятки-сотни лет. Ранее выполненный анализ данных наблюдений в умеренных и полярных широтах позволил выделить несколько квазипериодических компонент, имеющих временные масштабы около 60-ти, 30-ти, 10-ти лет, при этом отмечалась разная интенсивность этих колебаний в умеренных широтах и в Арктике. Причем для современных изменений приземной температуры воздуха (ПТВ) характерен 60-летний цикл, наиболее ярко проявляющийся в Арктике в виде чередования теплых и холодных эпох. [46].

В качестве методов исследования в данной работе использовался статистический анализ многолетних данных по изменчивости климатических характеристик в регионе Петрозаводска, который проводился с помощью корреляционного, кластерного и спектрального анализа.

Корреляция представляет собой статистическую взаимосвязь двух или более случайных величин, изменения которых будет сопровождаться

систематическому изменению значений одной и более или других величин. Существенная корреляционная связь, между несколькими переменными, свидетельствует о наличии взаимосвязи в выборке данных. Также корреляционная связь между несколькими случайными величинами может говорить о существовании общего фактора, без взаимодействия данных величин друг с другом.

Корреляционный анализ выявляет оценку силы связи между двумя или более величинами, которые отражают некоторый существующий процесс. Применение данного метода является возможным возможно, если для изучения имеются достаточное число наблюдений. Считается, что количество наблюдений должно быть не менее чем в 5 раз больше числа факторов. Также значения исходной совокупности должны отражать качественную однородность.

Кластерный анализ представляет собой совокупность методов, которые упорядочивают многомерные наблюдения на сравнительно однородные группы. Основными требованиями, необходимыми для качества данных являются их 9 однородность и полнота. То есть все данные для дальнейшей кластеризации должны описываться сходным набором характеристик и иметь в наличии все сведения по необходимой теме.

Кластерный анализ включает следующие этапы: выбор объектов для дальнейшей кластеризации, выбор пространственных признаков множества переменных, вычисление меры сходства многомерных наблюдений, использование кластерного анализа для создания групп сходных объектов, и проверка полученных результатов кластерного анализа. Спектральный анализ представляет собой преобразование последовательности статистических данных из одномерного ряда в многомерное для его дальнейшего анализа и применению метода главных компонент.

Основной целью анализа является построение прогноза и оценки значений на будущие периоды. А основной задачей для анализа является

понимание каких компонент формируют значение временного ряда, и построение математической модель для каждой из главных компонент. Для любого временного ряда возможно разложение на следующие составляющие: тренд, сезонность, циклическую составляющую и случайную составляющую.

Спектральный анализ решает две важные цели: (1) определение природы ряда и (2) прогнозирование (предсказание будущих значений временного ряда по настоящим и прошлым значениям). Для достижения обеих целей необходимо, чтобы модель ряда была идентифицирована и, формально описана. После того как модель определена, с ее помощью можно интерпретировать рассматриваемые данные, предсказать его будущие значения.

Прогнозирование в данном анализе тесно связано с планированием и может быть использовано для эффективного принятия решений. Прогнозирование может ответить на вопрос: какое дальнейшее проявление исследуемого процесса в будущем или необходимость действий, направленных на достижение состояния исследуемого объекта прогнозирования, которое мы хотим задать объекту.

2. Климатические условия Республики Карелия и г. Петрозаводска

2.1. Крупномасштабная атмосферная циркуляция над Северной Атлантикой

Природа океанической циркуляции тесно связана с циркуляцией атмосферы. Были выполнены теоретические исследования муссонной циркуляции, при этом основное внимание уделялось конвекции в атмосфере. На основе уравнений динамики и термодинамики воздушных потоков над неравномерно нагретой подстилающей поверхностью была получена структура воздушных потоков, выявлены особенности полей атмосферного давления и температуры воздуха, построены карты линий тока в атмосфере.

Крупномасштабная циркуляция атмосферы в регионе Северной Атлантики является важнейшим звеном глобальной циркуляции, от состояния которого существенно зависят погода и климат Европы. Для изучения причин изменчивости циркуляции в регионе используются гидродинамические модели атмосферы и статистический анализ различных параметров циркуляции.

К основным количественным характеристикам состояния атмосферы относятся индексы циркуляции, которые рассчитываются, в частности, по данным о геопотенциале H700, H500 или о приземном давлении. Для региона Северной Атлантики наибольший интерес представляют индексы: NAO – североатлантическое колебание; EA – восточноатлантическое колебание; EA/WR – колебание Восточная Атлантика – Западная Россия; SCA – скандинавское колебание; POL – колебание Полярная область – Евразия. В дальнейшем для обозначения североатлантического и восточноатлантического колебаний будем использовать сокращения САК (индекс NAO) и ВАК (индекс EA) соответственно.

Считается, что наибольшее влияние на погоду и климат Европы оказывает североатлантическое колебание. Оно выражено во все сезоны года и проявляется на масштабах от нескольких суток до нескольких столетий. В многочисленных работах показано влияние Северо-Атлантического колебания (САК) на основные гидрометеорологические поля в атлантико-европейском регионе. Корреляция зимних значений индекса NAO и аномалий температуры воздуха в северной Европе составляет 0.7 – 0.8.

Определение временных масштабов формирования основных колебаний циркуляции атмосферы является одной из актуальных проблем. Было получено, что некоторые колебания, в частности САК и PNA (колебание Тихий океан – Северная Америка), формируются на масштабах 7–10 суток, что делает необходимым учет процессов синоптического масштаба при изучении природы колебаний. В частности, поскольку формирование потоков тепла и влаги переходит из океана в атмосферу, то целесообразно оценить влияние теплообмена океана и атмосферы на атмосферную циркуляцию. В работах было показано, что это влияние может быть существенным.

В связи с процессами, связанными с глобальным потеплением, долгопериодная изменчивость крупномасштабной циркуляции атмосферы привлекает особое внимание исследователей. В данной статье рассматриваются некоторые характерные черты циркуляции атмосферы в АЕР в течение последних 50 – 60 лет.

Одной из главных особенностей циркуляции атмосферы в АЕР во второй половине XX века является значительный рост индекса NAO с середины 1960-х до начала 1990-х годов. Отметим, что на данном рисунке использовались данные для всех месяцев года, в то время как в большинстве работ учитываются в основном зимние значения индекса NAO (в этом случае рост NAO более значителен).

Увеличение индекса NAO явилось отражением существенных изменений в режиме циркуляции атмосферы. Прежде всего, произошел сдвиг к северу шторм-трека в Северной Атлантике. По данным величина сдвига в зимние месяцы составила 180 км. Это привело к увеличению циклонической активности и усилению штормов в высоких широтах Северной Атлантики и увеличению высот волн в северо-восточной части Атлантического океана. Наряду с усилением циклонической активности отмечено ослабление интенсивности блокирующих ситуаций в атмосфере региона.

Сдвиг шторм-трека к северу также привел к изменению погодных условий в Европе. В период с 1960-х по 1990-е годы отмечены повышение температуры воздуха и увеличение количества осадков в зимний период в северной Европе и противоположные изменения в южной Европе. На рисунке 2.1 представлена изменчивость индексов циркуляции атмосферы.

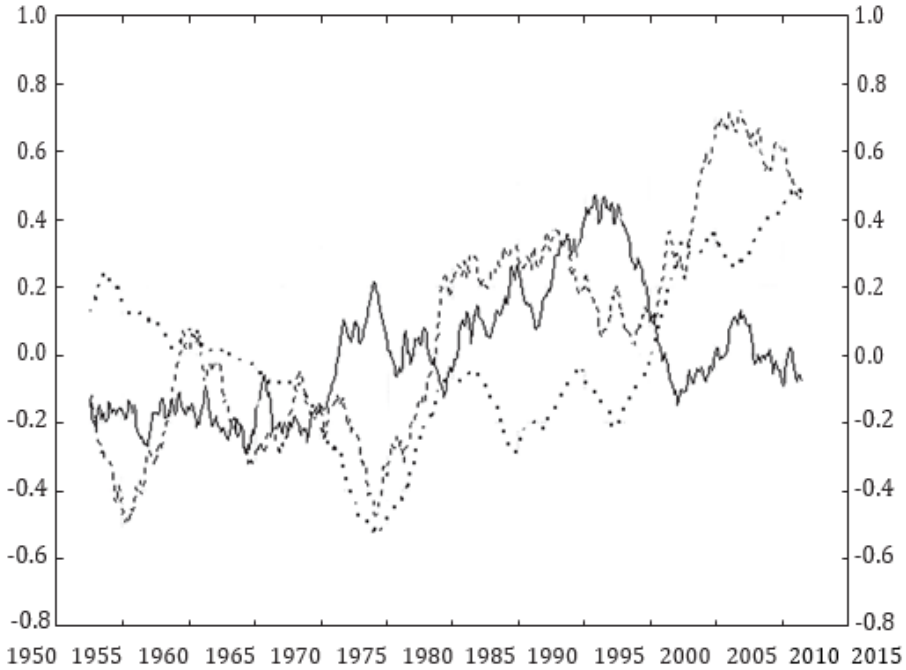

Рисунок 2.1 – Изменения со временем индексов NAO (1), EA (2) и КЕОФ ТПО (3) (5-летнее скользящее сглаживание). [66]

Северо- Атлантическое колебание оказывает влияние на различные гидрометеорологические поля в атлантико- европейском регионе, что нашло отражение в корреляционных связях между индексом NAO и параметрами этих полей. Однако в период роста NAO во второй половине XX века обнаружилось, что некоторые связи ослабли или, наоборот, усилились.

В этом контексте можно упомянуть результаты, где на основе обработки данных за период 1873–2001 гг. было получено, что корреляционные связи между индексом NAO и полями приземного давления, температуры воды и воздуха в Северной Атлантике неустойчивыне только во времени, но и в пространстве.

Формирование крупномасштабных колебаний типа САК процессами синоптического масштаба тесно связано с понятием режимов циркуляции, под которыми понимаются квазиустойчивые (от нескольких суток до нескольких недель) состояния атмосферы, возникающие в результате нелинейного взаимодействия процессов планетарного и синоптического масштабов.

Проблеме выделения режимов циркуляции атмосферы в северном полушарии посвящены, например, работы, в которых, в частности, для региона Северной Атлантики выделено от 2 до 6 режимов, среди них основными являются режимы циркуляции при положительном и отрицательном значении индекса NAO (NAO > 0 и NAO < 0). Причем при NAO > 0 Азорский максимум и Исландский минимум смещены на 30° к востоку по сравнению с NAO < 0.

Анализ частоты возникновения режимов показал, что в 1958–1977 гг. режимы с NAO < 0 возникали более часто, чем режимы с NAO > 0, а в 1978–1997 гг. ситуация обратная. Таким образом, сдвиг на восток центров САК в 1978–1997 гг. можно трактовать как увеличение в этот период количества режимов с NAO > 0, что привело к смещению по

долготе центров действия атмосферы.

Как отмечалось во введении, для описания циркуляции атмосферы в АЕР наряду с индексом NAO целесообразно привлекать и другие индексы, в частности, индекс восточно-атлантического колебания EA, поскольку это колебание играет существенную роль в циркуляции региона.

Анализ многолетней изменчивости среднемесячных индексов NAO и EA показывает, что до 1996 г. можно выделить лишь один длительный период (первая половина 1970-х годов), когда значения индексов были различны по знаку и заметно отличались по абсолютной величине (NAO > 0,EA < 0). Существенные различия в ходе индексов появились начиная с 1996 г.,когда индекс EA стал устойчиво больше индекса NAO. Как видно из графика,этому предшествовал устойчивый рост температуры поверхности океана с начала 1990-х годов. Можно также отметить согласованные изменения EA и ТПО в 1970-х годах.

Известно, что центры действия ВАК сдвинуты на юго-восток по отношению к центрам САК, и, таким образом, преобладание положительной фазы ВАК может приводить к интенсификации циклонической деятельности в восточной части Северной Атлантики и смещению траекторий циклонов. Сильный сдвиг на восток центров действия атмосферы в Северной Атлантике в начале 1997 г. отмечен также в работе.

Анализ несглаженных значений индексов EA и NAO показал, что после 1996 г. наиболее длительные различия между ними возникли в 2006–2007 гг., когда с апреля 2006 по март 2007 г. индекс EA имел только положительные значения, в то время как в индексе NAO чередовались положительные и отрицательные значения. Этот период включает в себя зиму 2006–2007 гг., которая оказалась аномально теплой сразу в нескольких странах Европы. В частности, в Москве была зафиксирована необычно

большая продолжительность периода (декабрь–январь), когда среднесуточная температура воздуха превышала климатическую норму. Одна из причин этого явления заключалась в большой повторяемости глубоких циклонов, смещавшихся из Северной Атлантики на Европу по траекториям, которые были сдвинуты к северу по сравнению с обычными условиями.

Подводя итог в качестве основных особенностей циркуляции атмосферы в регионе Северной Атлантики в последние десятилетия можно выделить следующие.

1. Значительный рост индекса североатлантического колебания с середины 1960-х до начала 1990-х годов, с чем связаны сдвиг к северу шторм-трека в Северной Атлантике, увеличение циклонической активности и усиление штормов в высоких широтах, увеличение высот волн в северо-восточной части Атлантического океана, повышение температуры воздуха и увеличение количества осадков в зимний период в северной Европе и противоположные изменения в южной Европе.

2. Сдвиг на восток центров действия атмосферы в Северной Атлантике в 1978–1997 гг. по сравнению с 1958–1977 гг., в результате которого в зимний период увеличилась вероятность выхода глубоких циклонов на Европу и повысилась температура воздуха в восточной Европе.

3. Увеличение индекса восточно- атлантического колебания после 1996 г. и его превосходство над индексом североатлантического колебания, чему предшествовал устойчивый рост температуры поверхности океана в Северной Атлантике с начала 1990-х годов. Высокие значения индекса восточно- атлантического колебания и связанные с этим изменения в траектории циклонов, вероятно, явились одной из причин аномально теплой зимы в Европе 2006–2007 гг.

4. Формирование в северо-восточной части Атлантического

океана в зимний период взрывных циклонов, которые в случае выхода на Европу наносят большой материальный ущерб. Возникновению таких циклонов предшествуют выносы холодного сухого воздуха с североамериканского континента или из Гренландии на океан при высоких значениях суточного индекса североатлантического колебания.

2.2 Температура воздуха и ее изменчивость

Региональные и локальные климатические изменения могут отличаться от глобальных, что обусловлено физико-географическими факторами и микроклиматическими особенностями отдельных регионов. Поэтому детальные исследования изменчивости климатических элементов в настоящее время и возможных изменений в будущем необходимы при пространственном осреднении характеристик климата различных масштабов- от локального, но глобального.

Изменения климата представляют собой разность его характеристик, полученную при их осреднении за достаточно длительный промежуток времени.

Обычно для такого осреднения выбирается временной промежуток порядка 50 лет. Изменение может считаться реальным, если оно превосходит вероятную ошибку вычисления соответствующих климатических переменных, или статистически значимым в рамках принятой стохастической модели климата, если изменение превосходит заданный уровень значимости.

Карелия расположена в северо-западной части умеренного климатического пояса. Площадь ее территории в административных границах составляет 174 200 км^2. Климатический режим можно охарактеризовать как переходный от морского к континентальному. В течение года характерно преобладание воздушных масс атлантического и арктического происхождения.

Температура воздуха – один из наиболее точно измеряемых метеорологических элементов. Для рассматриваемого региона зональность распределения температуры проявляется в ее постепенном возрастании по мере продвижения от высоких широт к низким. Так, температура самого холодного месяца года января изменяется от –13 °С в северных районах

Карелии до –9 °С в южных. Средняя температура воздуха в июле составляет 14–15 °С на севере и 16–17 °С на остальной территории. Наиболее суровы по термическому режиму северные районы, расположенные выше 64° с. ш. При этом самая холодная зима — в северо-западной части Республики, расчлененной отрогами Маанселькя, а на Прибеломорской низменности она сравнительно мягкая. К югу термические условия становятся менее суровыми. Для проживания населения самый благоприятный климат в южной части Карелии, особенно этим отличаются юго-западные районы, прилегающие к Ладожскому озеру.

На рисунке 2.1 показано, как с течением времени менялось значение климатической нормы годовой температуры воздуха в Карелии. Средняя годовая температура воздуха за 1947-2021 гг. рассчитана по данным наблюдений наблюдений на 4-х метеостанциях: Калевала, Кемь, Сегежа, Петрозаводск.

Рисунок 2.1 – Среднегодовая температура воздуха (1947 – 2021 годы) [46]

В летний период и значительную часть осеннего сезона изменения температуры разнонаправленны и малы по абсолютной величине (меньше 1,7 °С/50 лет).

К ноябрю они сменяются тенденцией к похолоданию на 0,4–1,1 °С/50 лет практически на всей территории региона. Следует обратить внимание на явное преобладание положительных тенденций (увеличение температуры воздуха) в годовом ходе. В целом за год отмечено повышение температуры воздуха в Карелии на 0,1–1,3°С.

Наблюдаемое потепление весьма неоднородно в пространстве. Если для МС Кемь и Калевала, расположенных на севере Республики, увеличение годовой температуры воздуха составляет 0,1–0,4 °С/50 лет (с 1970 по 2020 г.), то для южных станций, МС Сегежа и МС Петрозаводск, это увеличение составляет 1,1–1,3 °С/50 лет.

Анализ сезонных температур воздуха, выполненный по данным МС Калевала и МС Кемь, расположенных на севере республики тенденций изменения температуры по сезонам: только весенняя температура воздуха имеет положительные тренды (до 3,5 °С/50 лет) по всей изучаемой территории. Для остальных сезонов районы с положительными значениями трендов расположены в основном в южной части региона, вблизи крупнейших озер Европы – Ладожского и Онежского. В летний период и значительную часть осеннего сезона изменения температуры разнонаправленны и малы по абсолютной величине (меньше 1,7 °С/50 лет).

Для того, чтобы рассмотреть и оценить влияние изменений температуры воздуха на время наступления климатических сезонов года, по данным о средней суточной температуре воздуха за период времени с 1970 по 2020 г. для МС Кемь (побережье Белого моря) и МС Петрозаводск (Онежское озеро), были рассчитаны даты устойчивого перехода температуры воздуха через 0,5 и 10 °С как в сторону понижения, так и в сторону повышения температуры.

В результате анализа полученных данных можно заключить, что к середине 1990-х гг. в районах Карелии, расположенных вблизи указанных выше метеорологических станций, не произошло смещения дат наступления климатических сезонов года (рис. 2.1).

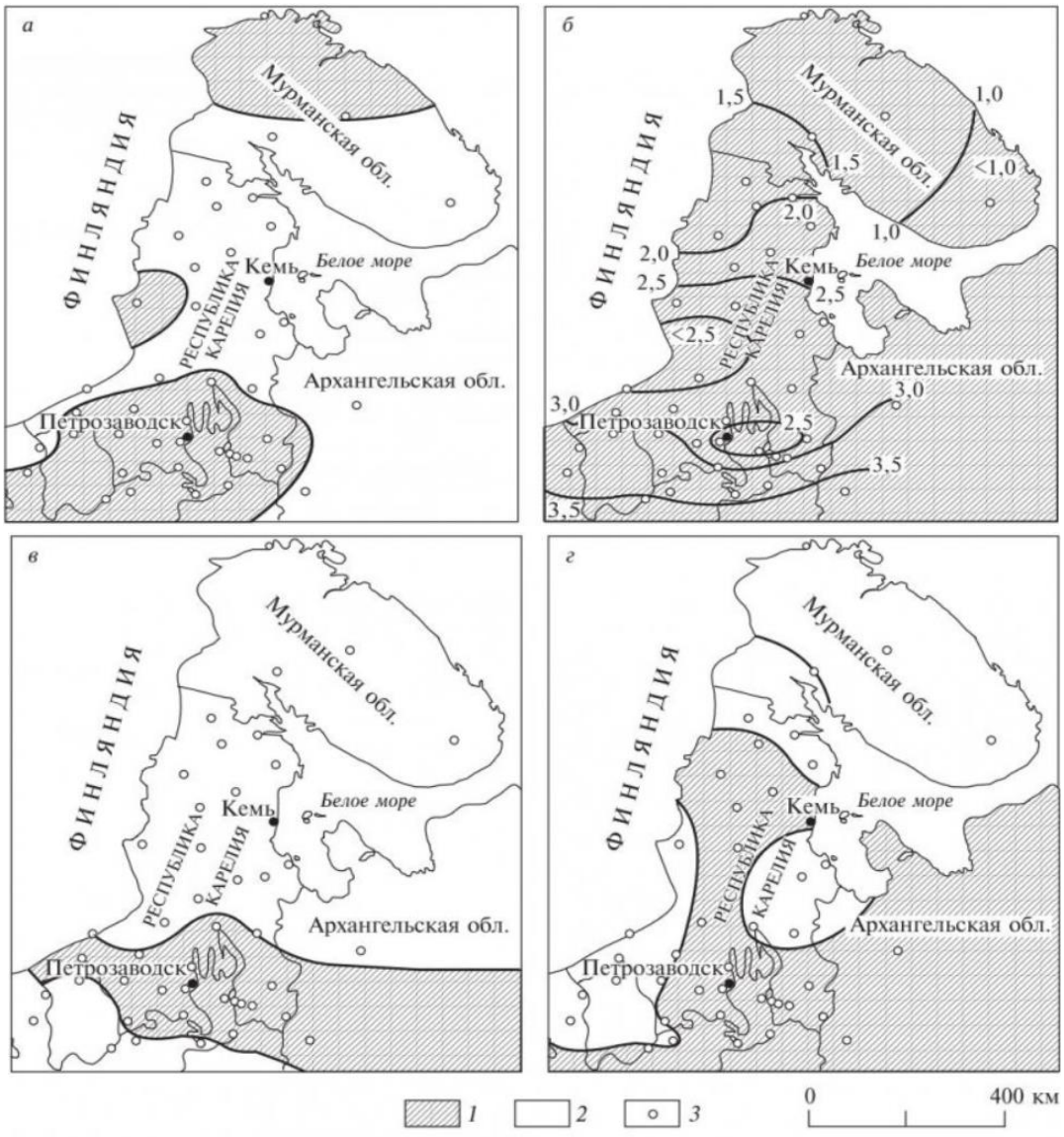

Рисунок 2.1 – Пространственное распределение зон положительных (1) и отрицательных (2) трендов сезонных температур воздуха на республике Карелия 1970–2020 гг. а) 1970-1985 гг., б) 1986-1998 гг, в) 1999-2008 гг, г) 2009-2020 гг. [46]

Только дата перехода температуры воздуха через 0 °С в сторону отрицательных температур (дата наступления холодного периода) сместилась с 25 на 31 октября в районе г. Кеми и с 1 на 4 ноября в районе г. Петрозаводска.

Оценивая колебания температуры воздуха в Карелии в конце XX в и в начале XI, можно сделать следующие выводы. Анализ основных тенденций в многолетних рядах данных по средней годовой температуре воздуха выявил наличие положительных линейных трендов за период с 1970 по 2020 г., однако в рядах средних месячных значений температуры воздуха отмечены разнонаправленные тенденции. Повышение температуры воздуха по данным метеостанций, расположенных на территории Карелии, наблюдается с января по июнь, в июле–октябре отмечены как положительные, так и отрицательные тенденции, с ноября для всей территории Карелии характерна тенденция к похолоданию. Изменение среднемесячных температур воздуха не привело к смещению средних многолетних дат наступления климатических сезонов года.

2.3 Атмосферные осадки

Важным метеорологическим элементом являются атмосферные осадки. Знание климатологии атмосферных осадков необходимо для различных аспектов жизнедеятельности человека (сельское хозяйство, энергетика и транспорт, опасные гидрометеорологические явления, связанные с наводнениями и засухами, и др.) и собственно для климатической системы (облачность, потоки скрытого тепла, приток пресной воды в океан, аккумуляция ледовых щитов и горных ледников.

Изучение динамики элементов водного баланса, одним из которых являются атмосферные осадки, оценка их изменчивости под влиянием естественных и антропогенных факторов представляет собой сложную научную задачу и имеет важное практическое значение для охраны водных объектов и их рационального использования.

Рисунок 2.3 – Станций метеорологических наблюдений [27]

На рисунке 2.3 представлено расположение основных станций метеорологических наблюдений в Республике Карелия [27].

Для анализа многолетней изменчивости количества осадков в г. Петрозаводске были выбраны станции метеорологических наблюдений, которые наибольшим образом должны отражать климатические условия Карелии. Данные станции метеорологических наблюдений имеют продолжительные статистически значимых ряды данных, а также ценный экономический потенциал территории. На рисунках 2.4 – 2.8 представлены многолетние данные об атмосферных осадках.

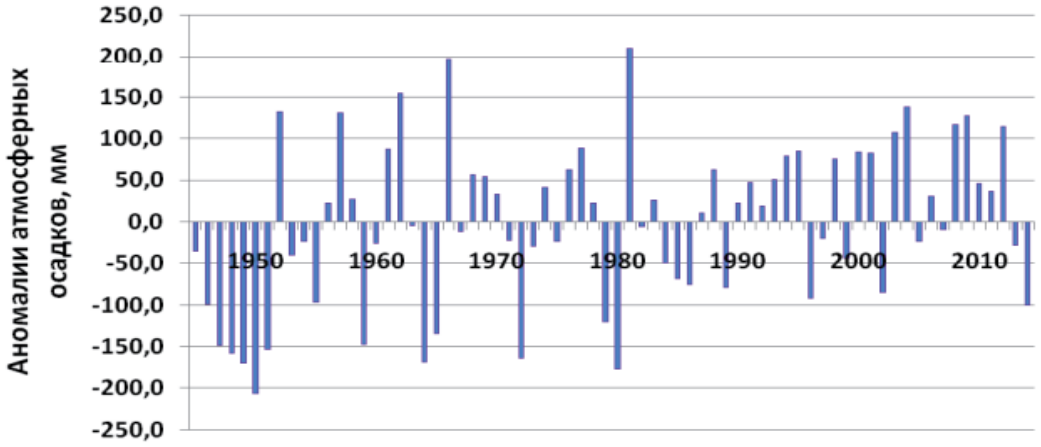

Рисунок 2.4 – Отклонения от нормы годовых сумм атмосферных осадков по данным МС Петрозаводск 1950-2020 гг. [27].

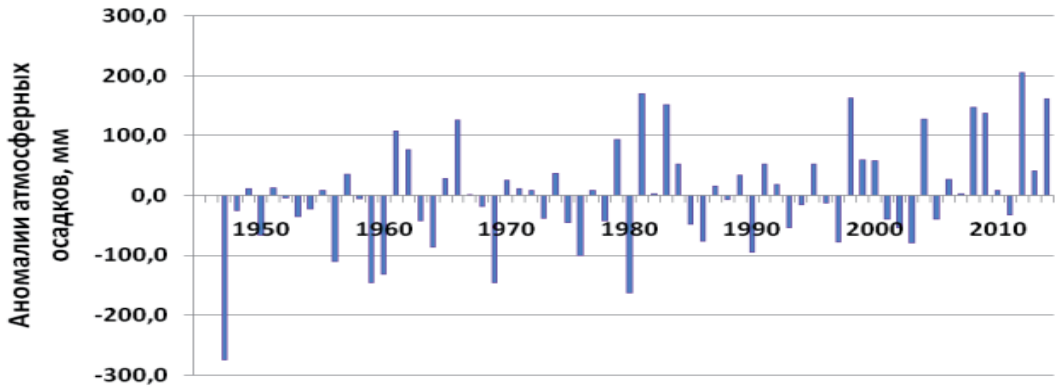

Рисунок 2.5 – Отклонения от нормы годовых сумм атмосферных осадков по данным МС Калевала 1950– 2020 гг. [27].

Поскольку годовые суммы атмосферных осадков повсеместно увеличиваются, особый интерес вызывает режим выпадения осадков.

Анализ данных о суточных суммах атмосферных осадков дает возможность отметить значительную изменчивость этих величин внутри каждого месяца, что объясняется определяющим влиянием в этом временном масштабе особенностей атмосферной циркуляции с достаточно активной циклонической деятельностью. Увеличение общего количества осадков связано с увеличением интенсивности выпадения атмосферных осадков.

Рисунок 2.6 – Многолетняя изменчивость сумм атмосферных осадков в г. Петрозаводск в среднем за год. По данным Северо- Западной УГМС [47].

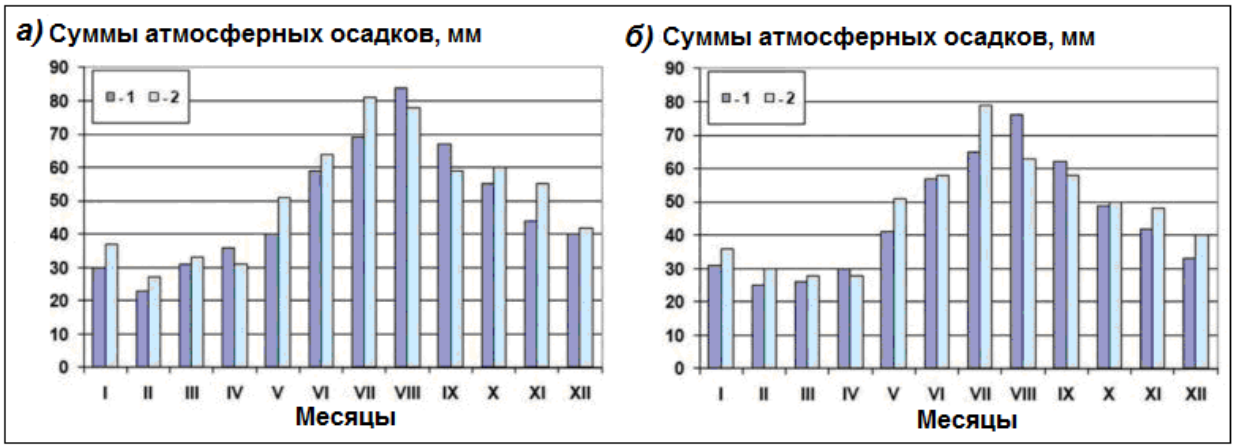

Рисунок 2.7 – Средние месячные суммы атмосферных осадков за периоды 1960-2020 гг. по данным (*а*) МС Петрозаводск и (*б*) Калевала [27].

Общее число дней с осадками более 0,1 мм в Карелии составляет 193–212 за год. Наибольшее их число отмечается в теплый период года – с октября по февраль (до 20–25 дней за месяц), но число дней с сильными (10,0 мм и более) осадками в это время года невелико – менее 1 дня за месяц. В течение весны и летнего сезона общее число дней с осадками уменьшается до 13–18, но возрастает число дней с осадками более 1,0 и 5,0 мм за день, хотя продолжительность выпадения осадков за сутки обычно невелика. Анализ данных о числе дней с осадками за 1961–2022 гг. позволил сделать следующие выводы. В течение 1991–2022 годов общее число дней с осадками 0,1 мм и более в основном было ниже нормы, рассчитанной за 1961–1990 гг., или соответствовало ей.

При изучении изменений и изменчивости климата важной частью является учет интенсивности, частоты и продолжительности выпадения атмосферных осадков.

В отдельные годы месячные суммы осадков могут значительно отклоняться в ту или иную сторону от многолетних величин. Например, мы видим, что в июле 1973 выпало 0,0 мм осадков за месяц при климатической норме 66 мм; станция Петрозаводск в сентябре 1970 года зарегистрировала месячную сумму осадков 182,1 мм при норме 77 мм.

Величина суточных максимумов количества осадков также может быть довольно значительной. Так, в июле 1965 г. за сутки выпало 110,7 мм осадков (двухмесячная норма), а в июле 1993 г. было отмечено выпадение 89,6 мм осадков за 12 часов.

Атмосферные осадки определяют миграцию и распространение различных, в том числе и загрязняющих веществ в окружающей среде. Как и другие элементы климата, атмосферные осадки испытывают значительные изменения в пространстве и с течением времени. Изменчивость основных характеристик режима выпадения осадков

определяется особенностями атмосферной циркуляции, физико-географическими особенностями и сезоном года.

Анализ многолетних данных по режиму осадков на территории Карелии позволяет сделать следующие выводы- к началу XXI века годовые суммы осадков увеличились по всей территории Прионежского района.

С начала 1990-х годов в основном преобладают положительные аномалии. Обращает на себя внимание тот факт, что годовые суммы осадков в 2014 году в южных районах Карелии были ниже средних многолетних значений на 20–30%.

Выполненные ранее оценки возможных изменений в режиме атмосферных осадков для территории Прионежского района в течение первой половины XXI века показывают, что суммы осадков в средних многолетних значениях могут возрасти на 20–50 мм в условиях меняющегося климата, что хорошо согласуется с наблюдаемыми изменениями.

До 30 % возрастут осенние и зимние осадки. Весенние осадки практически не изменятся, а уменьшение летних осадков достигнет 18 % по отношению к периоду тестирования модели (1960–2020 гг.).

Довольно заметно уменьшаются годовые суммы осадков вблизи крупных водоемов, в нашем случае Онежского озера. В районе в границах Петрозаводска отмечаются средние в республике годовые суммы осадков (450–550 мм). Равнинная, покатая к побережью территория побережья в средней и северной части покрыта лесами, некрупными реками, не открыта для воздействия ветров на значительные расстояния, вплоть до центральной части города.

При таких условиях рельефа влияние Онего сказывается здесь в смягчении среднегодовых температур воздуха, а также в создании минимума осадков в северной и близ центральной полосе. Летом Онего холоднее суши, и воздух, поступая с озера на сушу, нагревается и при этом

не только не выделяет свою влагу, а, напротив, поглощает влагу, образовавшуюся на суше.

В целом в течение второй половины XX и в начале XXI веков наблюдается рост годовых сумм атмосферных осадков для всех частей города и района. Средние многолетние значения за 1991–2022 гг. превышают климатические нормы на 20–70 мм. Анализ данных по месяцам показал, что в основном на территории Петрозаводска отмечается рост сумм атмосферных осадков во все сезоны года.

2.4 Скорость и направление ветров

Климатический режим г. Петрозаводска умеренно континентальный, содержащий в себе черты морского. Он обеспечивает прохладное, дождливое, короткое лето и продолжительную мягкую зиму. Большинство дней в году – пасмурные из-за часто приходящих с запада циклонов.

Значение ветра велико для подстилающей поверхности. С помощью ветров происходит самоочищение атмосферы, изменение рельефа местности, следствием является, образование ветровых течений в океане, обеспечение круговорота воды на Земле. На рисунке 2.8 приведена диаграмма скорости ветра.

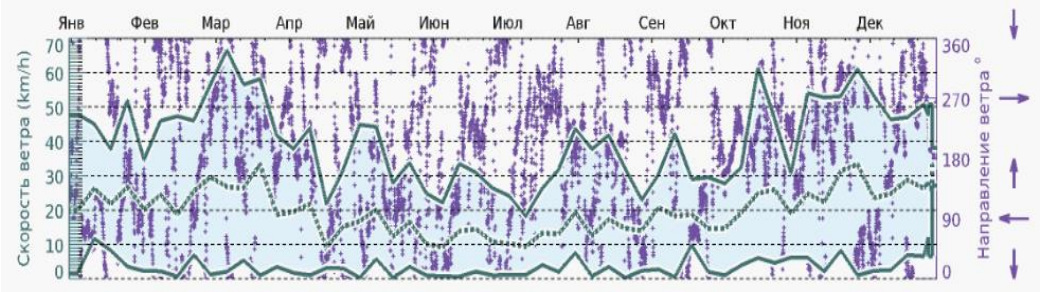

Рисунок 2.8 – Скорости ветра и его направления
с января по декабрь 1992-2022 [25]

На рисунке показана средняя скорость ветра (зеленая линия) и его направление (фиолетовые точки) за каждый месяц с Января по Декабрь в течение 30-ти лет. Так же в градусах на правой оси обозначено направление ветра: север = 0°, юг = 180°, запад = 270°, восток = 90°.

Из рисунка видно, что средняя скорость ветра составляет 10 км/ч., наибольшие значения скорости ветра наблюдаются в холодный период (с ноября по март), а в теплый период (с июня по август) скорость ветра достигает минимальных значений.

Климат Карелии относительно неустойчив: один тип погоды может резко смениться противоположным. Близость таких морей, как: Баренцево,

Белое и Балтийское обуславливает на территории республики интенсивную циклоническую деятельность. На протяжении всего года в Карелии преобладают воздушные массы Арктического и Атлантического происхождения. В результате их резкой смены, в зимний период тёплые потоки воздуха нередко вызывают оттепели, а в летний, напротив, приносят на территорию значительные похолодания, сопровождающиеся осадками и ветрами.

В холодный период (с ноября по март) Петрозаводску характерна холодная, пасмурная, но не суровая погода. Средняя скорость в этот период составляет около 2,8 м/с. Влажность воздуха приблизительно 85%. Снежный покров лежит до конца Апреля, но в отдельные года наблюдалось его сохранение до середины Мая. Продолжительные морозные дни нередко сменяются оттепелями, чему способствуют поступающие в город теплые воздушные массы. Повторяемость направлений ветра представлена на рисунке 2.9.

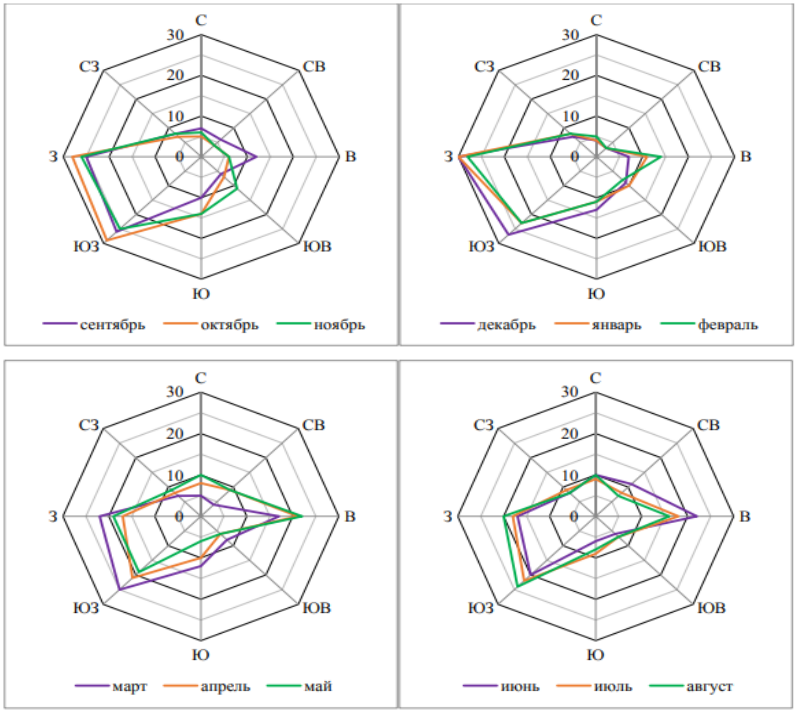

Рисунок 2.9 – Среднемесячная повторяемость направлений ветра [25]

В весенний период преобладают юго-западные ветры со средней скоростью 3,5 м/с. Относительная влажность, при ветрах западных направлений составляет 50%. При юго-западных направлениях влажность достигает 75 – 89%. При высокой влажности погода остается прохладной, именно поэтому весна в Петрозаводске характеризуется частыми возвратами холодов, а иногда и кратковременным установлением снежного покрова.

Переходя к летней циркуляции, можно сказать, что направление ветра идентично весеннему периоду – преобладание юго-западного направления остается неизменным. Средняя скорость ветра составляет 2,7 м/с. Влажность в этот сезон года, в среднем, составляет 70%. Летний сезон в Карелии короткий и относительно прохладный. Данный период характеризуется большим, по сравнению с другими сезонами года, количеством дней с антициклонической формой циркуляции воздуха. Морские воздушные массы, приходящие на территорию в летний сезон года, оказывают охлаждающее влияние, потому что имеют более низкую температуру, чем местные воздушные массы.

Подводя итог, можно сказать, что преобладающими для Петрозаводска ветрами в течение всего года являются ветры юго-западного, южного и восточного направлений. Говоря о среднемесячной скорости ветра, делаю вывод, что они составляют 2,5 – 4,0 м/с. Для рассматриваемого города характерна высокая влажность из-за наличия вблизи него крупных водных объектов. Белое и Баренцево море, Онежское и Ладожское озеро, Финский залив, а также разветвленная сеть озерно-речных систем обуславливают достаточно неоднородную картину климата. Помимо упомянутых выше условий, характерной особенностью региона является частая смена воздушных масс, которые формируются над Арктикой и Атлантикой.

2.5 Экстремальные погодные явления

Современные города, где проживает почти три четверти населения России, подвергается постоянному негативному воздействию различных природных и антропогенных источников.

К источникам угроз гидрометеорологического характера относится в первую очередь, увеличение частоты и интенсивности опасных природных явлений, а также глобальное потепление климата.

Всемирный экономический форум (ВЭФ) посвятил свои ежегодные доклады за 2020 и 2021 гг., глобальным экологическим рискам, с которыми сталкивается современный человек. Лидирующую позицию из пяти глобальных рисков, распределенных по вероятности возникновения риска, заняли экстремальные погодные явления. Рост числа угроз, имеющих связь с климатом и его изменений, упоминается в ежегодных отчетах ВЭФ, которые публикуются уже на протяжении 12 лет, указывают на то, что существует тенденция на увеличение значимости гидрометеорологических условий в устойчивом развитии общества.

Развитие исследования в области экстремальных погодных явлений начались лишь около 15-20 лет назад. Благодаря систематизации глобальных массивов данных наблюдений, развитию климатических моделей, и публикация данных исследований поспособствовала более интенсивным исследованиям в данной области.

В докладе климатических рисках на территории РФ, говорится, что во всем мире растет ущерб от опасных погодных и климатических явлений. Самые большие экономические потери, что составляет 90 %, приходятся на такие явления природы, как паводки, наводнения, сильный ветер, пожары, ливневые дожди, град, засухи, которые считаются достаточно «обыденными».

Для начала рассмотрим сведения об опасных и неблагоприятных метеорологических явлениях, которые нанесли материальный и социальный ущерб на территории Карелии. Они подразделены на 3 характерных вида природных явлений: метеорологические, агрометеорологические и гидрологические. В таблице 2.1 представлен перечень и критерии метеорологических опасных природных явлений по Республике Карелия.

Таблица 2.1 – Перечень и критерии метеорологических опасных природных явлений по Республике Карелия. По данным МЧС Карелии [22]

№ п/п	Явление	Характер явления		
		Характеристика явления	Интенсивность	Продолжительность
1	2	3	4	5
Опасные явления				
1. М е т е о р о л о г и ч е с к и е				
1.1	Очень сильный ветер	Скорость ветра	порывы 25 м/с и более или средняя не менее 20 м/с	любая
1.2	Ураган (ураганный ветер)	Скорость ветра	33 м/с и более	любая
1.3	Смерч	Сильный вихрь с вертикальной осью в виде столба или воронки, направленной от облака к подстилающей поверхности	наличие	любая
1.4	Шквал	Резкое кратковременное усиление ветра	25 м/с и более	в течение нескольких минут, но не менее 1 мин.
1.5	Сильный ливень (очень сильный ливневый дождь)	Количество осадков за период времени	30 мм и более	за 1 час и менее
1.6	Очень сильный дождь (дождь со снегом, мокрый снег)	Количество осадков за период времени	50 мм и более	за 12 часов и менее
1.7	Очень сильный снег	Количество осадков за период времени	20 мм и более	за 12 часов и менее
1.8	Продолжительный сильный дождь	Дождь с короткими перерывами (не более 1 часа) с количеством осадков за период времени	100 мм и более или 120 мм	за 2 суток и менее более 2 суток
1.9	Крупный град	Диаметр	20 мм и более	любая
1.10	Сильная метель, в т.ч. низовая	Скорость ветра в порывах, видимость при метели за период времени	15 м/с и более менее 500 м	12 часов и более
1.11	Сильное гололедно-изморозевое отложение	Диаметр отложения льда на проводах гололедного станка, диаметр сложного отложения и/или мокрого (замерзающего) снега, диаметр изморози	20 мм и более 35 мм и более 50 мм и более	Любая любая любая

1.12	Сильный мороз (ноябрь-март)	Минимальная температура	-40 градусов и ниже -35 градусов и ниже	любая 5 суток и более
1.13	Аномально-холодная погода(октябрь-март)	Среднесуточная температура воздуха ниже климатической нормы по территории Республики Карелия и г. Петрозаводск	10 градусов и более	5 суток и более
1.14	Сильная жара(май-август)	Максимальная температура	+ 35 градусов	любая
1.15	Аномально-жаркая погода (апрель-сентябрь)	Среднесуточная температура воздуха выше климатической нормы по территории Республики Карелия и г. Петрозаводск	7 градусов и более	5 суток и более
1.16	Чрезвычайная пожарная опасность	Показатель пожарной опасности	5 класс	любая
1.17	Сильный туман (сильная мгла)	Видимость	50 м и менее	12 часов и более
2. А г р о м е т е о р о л о г и ч е с к и е				
2.1	Заморозки	Понижение температуры воздуха или поверхности почвы на фоне положительных средних суточных температур в период активной вегетации с/х культур или уборки урожая, приводящее к их повреждению (средняя суточная температура выше 10 градусов)	Ниже 0 градусов	любая
2.2	Переувлажнение почвы	Состояние почвы в вегетационный период на глубине 10-12 см при визуальной оценке увлажненности: - в период уборки - в отдельные дни возможен переход почвы в иное состояние	липкое или текучее мягкопластичное или другое состояние	не менее 20 дней подряд не менее 10 дней не более 20% продолжи-тельности периода
2.3	Засуха атмосферная	В вегетационный период: Отсутствие эффективных осадков при максимальной температуре воздуха и низкой влажности воздуха. В отдельные дни наличие максимальных температур ниже 25 градусов.	менее 5 мм выше 25 град.	30 дней подряд и более не более 25 % продолжитель-ности периода
2.4	Засуха почвенная	В вегетационный период малые запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см. Малые запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см в начале периода засухи	10 мм и менее менее 50 мм	30 дней подряд и более 20 дней подряд и более
2.5	Вымерзание озимых посевов	Понижение температуры на глубине узла кущения ниже критической температуры	отсутствие снежного покрова высота снежного покрова менее 5 см	температура воздуха ниже -25 град. температура воздуха ниже -30 град.
2.6	Выпревание озимых посевов	Залегание высокого снежного покрова при слабо промерзшей (до глубины менее 30 см) или талой почве при минимальной температуре почвы на глубине 3 см -1 градус и выше	более 30 см	более 60 дней

3. Гидрологические					
№ п/п	Явление	Характеристика явления	Опасные отметки уровней воды		Продолжительность
3.1	Высокий уровень воды	Уровень воды при половодьях, паводках, заторах и зажорах, вызывающих затопление строений и объектов жизнеобеспечения, расположенных в береговой зоне, наблюдаемый в пунктах:			любая
		ГП-1 р. Кемь – г.Кемь	471	5.71	
		ГП-1 р. Чирко-Кемь -с.Юшкозеро	341	91.76	
		ГП-1 р. Шуя - с.Шуерецко	299	3.23	
		ГП-2 р. Нижний Выг - г.Беломорск	371	4.00	
		ГП-1 р. Сума – с.Сумский Посад	165	5.25	
		ГП-1 р. Вогла - г.Пудож	502	38.02	
		ГП-3 р. Водла – р.п.Подпорожье	383	35.44	
		ОГП-1 вдхр Водлозерское - д.Куганаволок	319 467	138.25 127.25	
		ГП-1 р. Верхний Выг – д.Огорелыши*	123	36.67	
		ГП-1 р. Кумса - г.Медвежьегорск *	450	8.24	
		ГП-1 р. Олонка - г.Олонец *	382	57.27	
3.2	Низкий уровень воды	Уровень воды ниже проектных отметок водозаборных сооружений в пунктах:			любая
		ОГП-1 вдхр Юшкозерское - пгт Калевала	44	100.30	
		ОГП-1 вдхр Выгозерско–Ондское-пгт Надвоицы	65 20	88.35 32.00	
		ОГП-2 оз. Онежское –г. Петрозаводск	115	114.85	
		ОГП-1 вдхр Сегозерское – с.Паданы			
3.3	Раннее ледообразование	Экстремально раннее появление льда и образование ледостава на судоходных реках, озёрах и водохранилищах в пунктах:			
		ГП-3 р. Водла - р.п.Подпорожье	14.10/22.10		
		ОГП-2 оз. Онежское – г. Петрозаводск	25.10/18.11		
		ОГП-1 оз. Онежское - д. Лонгасы	16.10/28.10 08.10/10.10		

Сведения об опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлениях, которые нанесли материальный и социальный ущерб на территории Карелии и г. Петрозаводска были получены с сайта Всероссийского научно- исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (ВНИИГМИ-МЦД). В таблице зафиксированы в период с 1991 по 2021 год

на территории Карелии было зафиксированы неблагоприятные гидрометеорологические явления.

Для начала рассмотрим такое погодное явление как паводок. Паводок – это такая фаза водного режима реки, которая характеризуется интенсивным и кратковременным повышением расходов и уровней воды, вызывается дождями или таянием снега во время оттепелей. Под сложными отложениями понимается образование на покрытых ранее гололедом поверхностях, при изменении метеорологических условий, мокрого снега с его дальнейшим замерзанием.

Отбойное течение — это морское прибрежное течение, направление которого находится под прямым углом от берега к озеру. Его образование происходит в ходе отлива, когда вода не может постепенно вернуться в открытое море и в этом месте возникает течение, в котором вода стремится обратно в море с большой скоростью.

Следующее явление в таблице дождь. Здесь имеется ввиду выпавший дождь за период времени от 12 до 48 часов с длительностью 40 часов. Также в таблице следует комплекс неблагоприятных явлений. Комплекс неблагоприятных явлений представляет собой два или более одновременно действующих метеорологических явлений, интенсивность которых по отдельности не достигает критериев опасных природных явлений, но близко к ним и наносит ущерб не меньших размеров чем опасные природные явления. Таким сочетанием может быть сильный ветер со скоростью 20-24 м/с и сильный дождь с количеством выпавших осадков от 35 до 49 мм, так и сильный дождь, не менее 35 мм с сильным ветром и с понижением температуры воздуха при еще не закончившейся или уже начавшейся вегетации. Данное явление наблюдалось в Петрозаводске с продолжительностью 1 – 3 суток.

Следующее явление - ветер. К опасным природным явлениям относится сильный ветер, достигающий скорости при порывах не менее 25

м/с, или средней скорости не менее 20 м/с, а также ветер на побережье моря и в горном районе, который достигает 35 м/с или средней скорости не менее 30 м/с. Также, в таблице следует гидрометеорологическое явление – снег. Наблюдалось данное явление 8 марта 2018, его длительность составила 2 суток. В типовой перечень опасных метеорологических явлений входит выпавший снег, с количеством выпавших осадков не менее 20 мм за период времени не более 12 ч. По данным КарелГидромета, высота снежного покрова утром 8 марта превысила 20 сантиметров, снежные наносы на отдельных участках достигают полуметра. Также на дорогах можно было наблюдать снежный накат, гололедицу и снежные заносы.

Леса выполняют важнейшие биоэкологические функции: предотвращают эрозию почвы, сохраняют и повышают плодородие земли, обогащают атмосферу кислородом и влияют на формирование климата.

Леса Карелии являются составной частью национального богатства и важным ресурсом для обеспечения экологической и экономической безопасности страны. Площадь лесного фонда, находящаяся в ведении Министерства по природопользованию и экологии Республики Карелия, составляет 14,5 млн. га. Вся эта территория относится к зоне авиационного мониторинга пожарной опасности в лесах. 53,9 % площади относится к районам применения авиационных сил и средств, 46,1 % к районам применения наземных сил и средств тушения. Средний класс природной пожарной опасности лесов – 3,3. Земли лесного фонда с 1 классом занимают 17,6 %. В пожароопасном сезоне 2020 года на землях ГЛФ, находящихся в ведении Министерства, зарегистрирован 141 лесной пожар. Площадь, 88 пройденная пожарами, составила 520 га, в том числе на лесных землях – 463,3 га (89 %) и нелесных землях – 56,7 га (11 %). Средняя площадь одного лесного пожара в 2020 г. – 3,69 га, за предшествующие 5 лет – 4,66 га. По вине граждан возникло 102 лесных пожара (72 % от общего их количества). Общий ущерб составил 15826,8 тыс. рублей, в том числе затраты на тушение

– 11514,1 тыс. рублей. Пожароопасный сезон 2020 года в целом характеризовался как сезон с невысокой пожарной опасностью по условиям погоды и относительно низкой гористостью лесов. Количество дней с третьим классом пожарной опасности по условиям погоды составило 26 % от общего числа дней пожарной опасности сезона, дней с четвертым классом по условиям погоды – 0,7 %, дней с пятым классом по условиям погоды не зафиксировано. В 2020 году крупных лесных пожаров не зарегистрировано.

Общая площадь погибших лесных насаждений в 2020 г. составила 946 га, в том числе: погибшие вследствие пожаров – 25 га, от воздействия неблагоприятных погодных условий – 570 га, от вредных насекомых – 347 га, от болезней леса – 4 га. Общее санитарное состояние лесов оценивается как удовлетворительное. В таблице 2.2 представлены сводные данные по пожарам [62].

Таблица 2.2 – Сведения о лесных пожарах по районам и округам Республики Карелия (2019-2020 гг.)
[62].

№ п/п	Районы и городские округа республики	Количество лесных пожаров		Общая площадь, га	
		2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Городские округа					
1	Костомукшский	0	3	0	8,3
Муниципальные районы					
2	Беломорский	1	3	5,5	15,4
3	Калевальский	4	6	141,2	12,1
4	Кемский	1	8	7,0	43,4
5	Кондопожский	7	13	8,9	26,7
6	Лахденпохский	14	14	7,7	59,8
7	Лоухский	2	16	2,6	19,6
8	Медвежьегорский	15	16	45,2	100
9	Муезерский	17	7	306,8	33,7
10	Олонецкий	1	1	0,3	0,1
11	Питкярантский	4	7	0,2	28,9
12	Прионежский	9	5	13,8	9,3
13	Пряжинский	6	6	5,7	13,7
14	Пудожский	2	3	12,4	6,3
15	Сегежский	8	4	7,0	25,4
16	Сортавальский	4	5	4,5	6,3
17	Суоярвский	11	24	25,9	111
	Всего	**106**	**141**	**594,7**	**520**

По данным Рослесхоза Карелии, деятельность человека является причиной возникновения пожаров в 85 – 90 % случаев, молния в 10 – 15 % случаев. В целом более 75 % посетителей лесов выполняют правила пожарной безопасности в лесу. Остальная часть посетителей халатно и безразлично относятся к проблеме сбережения лесных богатств. Чаще всего лесные пожары возникают вблизи населенных пунктов, в интенсивно используемых лесопожарных (рекреационных) зонах, а также вдоль автомобильных и железных дорог, на берегах судоходных рек. На рисунках 2.10– 2.12 представлена информация о лесных пожарах и основных очагов возгорания в Карелии.

Рисунок 2.10 – Схема лесных пожаров и основных очагов возгорания Карелии [62]

В качестве конкретного примера возьмем один из крупнейших лесных пожаров в Карелии на территории Эйскольского городского поселения Пряжинского района в июне 2021 года. Возгораие понесло антропогенный характер и распространилось на 34 лесных пожара на площади 2610 га. Для борьбы с огнем привлечено 400 человек, 62 единицы техники, 4 борта авиации для разведки и вертолет Ми-8 с водосливным устройством.

Рисунок 2.11 – Фотоснимок пожара Эйскольского городского поселения Пряжинского района со спутника [62]

Рисунок 2.12 – Фотоснимок пожара с вертолета Ми-8 [62]

На кадрах видно, как дымка покрывает почти всю северо-западную часть региона. Особенно сильное задымление наблюдается около населенного пункта Кудама. Также на снимке из космоса отчетливо видно большое скопление дыма на берегу озера Сямозеро. Ближе к столице республике дым рассеивается. Однако находясь в этот момент в Петрозаводске на протяжении нескольких дней лично наблюдал смог в городе.

Известно, что риск возникновения лесных пожаров обусловлен условиями погоды, лесорастительными условиями, антропогенной нагрузкой и количеством молниевых разрядов на единицу площади лесных территорий.

В Карелии лесопожарная ситуация осложнилась в результате сохраняющихся высоких температур, сухой погоды и усиления ветра до 15 метров в секунду.

В настоящее время охрану лесов от пожаров обеспечивают:

– авиационная охрана (обнаружение и борьба с лесными пожарами авиационными методами) - 557,8 тыс. га, или 47,2 %;

– наземная лесная охрана на площади 193,9 тыс. га, или 16,4 % площади всех лесов;

Неохраняемая площадь лесного фонда составляет 305,6 тыс. га, или 15,9 % общей площади лесов.

Прошлое лето оказалось самым жарким и засушливым за последние годы, что привело к большим лесным пожарам. Минувшей зимой выпало так много снега, что убирать его пришлось сразу нескольким компаниям. Весна тоже решила оказаться в числе самых. Март и апрель выдались довольно холодными, и весь объем снега, выпавший за зимние месяцы, не успел растаять. Когда же начиная с 12 мая в течение 48 часов на Карелию обрушилось 130% от месячной нормы осадков, дождевая вода вместе с

талым снегом устремилась в мелкие лесные ручьи, превратив их в настоящие полноводные реки. Критическая ситуация сложилась в районе озера Лососинное и на реке Вилге в одноименном поселке. Вода ручьев быстро наполнила озеро Лососинное, и это уже грозило прорывом плотины, сдерживающей воду у истока реки Лососинки. Если бы плотина не выдержала, потоки воды хлынули бы в сторону Петрозаводска и через несколько часов затопили бы жилые дома в столице Карелии. Река Вилга, которая также наполнилась ручьями, разлилась в поселке из-за того, что трубы моста не смогли одновременно пропустить такой массив воды. Вода подошла к федеральной трассе, подтопило около 30 домов. Река на подступах к мосту превратилась в озеро и уже угрожала размывом федеральной трассе. Оперативно к этому месту подогнали экскаватор и привезли больше 20 машин с грунтом и цементными блоками. Это стало временным, но эффективным решением. Уже днем в субботу уровень воды упал от максимальной точки на метр и дальше лишь продолжал падать.

Река Лососинная и река Вилга разделены так называемой водораздельной линией, которая проходит по наивысшим точкам местности. От этого водораздела реки стекают в разные стороны. В данном конкретном случае поднятие уровня воды связано с превышением количества выпавших осадков в Прионежском районе. Поток воды в Лососинке по большей части регулируется плотиной на озере Лососинное, но обладает большой инертностью. Например, если открыть плотину, то волна дойдет до Петрозаводска только через несколько часов. Так и произошло, когда Лососинка разлилась в пойме между площадью Кирова и набережной Гюллинга и в Лососинском парке.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что в Карелии растет ущерб от опасных погодных и климатических явлений. Самые большие экономические потери, что составляет 90 %, приходятся на такие явления природы, как паводки, наводнения, сильный ветер, пожары.

2.6 Анализ степени и характера связи температуры воздуха и повторяемости экстремальных погодных явлений с атмосферной циркуляцией.

Изменения климата в настоящее время носит все более и более экстремальный характер. По данным Росгидромета, значения температуры земли ежегодно увеличиваются на 1 градус, но в России, наблюдается более быстрые темпы потепление климата, чем на территориях других стран. На территории России за последние 10 лет прирост рост температуры атмосферного воздуха составил около 0,5 °С, при среднем показателе повышения температуры воздуха во всем мире на 0,18 °С. Также в ежегодном докладе о состоянии климата на территории России за 2020 год говорится о том, что потепление климата увеличивает число опасных природных явлений.

На температурный режим республики Карелия оказывают влияние колебания климата, связанные с изменчивостью переноса тепла и влаги из морей и озер, а также с динамикой интенсивности атмосферной циркуляции. В зимний период территория края оказывается под влиянием холодных и сухих воздушных масс, которые формируются в области северного антициклона. В это время года преобладающими ветрами являются северо- западные. В летнее же время перенос воздуха на территории республики происходит со стороны озер, и преобладающими являются юго-восточные потоки воздуха.

В предыдущих разделах был проведен анализ многолетней изменчивости таких показателей климата как температура и количество выпавших осадков. -

Далее необходимо провести оценки характера и типа связи таких климатических показателей как температура, экстремальные погодные явления и индекс атмосферной циркуляции. В таблице 2.3 представлены коэффициенты корреляции между формой атмосферной циркуляции, а

именно индекса NAO Северно-Атлантического колебания и среднегодовыми значениями температур воздуха в районах республики Карелии.

Таблица 2.3 – Коэффициенты корреляции между формой атмосферной циркуляции NAO и температурой воздуха в республике Карелии.

Населенные пункты республики Карелия	**Коэффициент корреляции между индексом NPO и температурой воздуха**	**Оценка значимости коэффициентов корреляции, %**
Петрозаводск	0,34	95
Кемь	-0,43	99
Калевала	0,37	95
Сегежа	0,28	95

По таблице 2.3 можно сделать следующие выводы, связь Северо-Атлантического колебания и температурой воздуха в г. Петрозаводске составила 0,34, что говорит о средней силе прямой связи, в г. Калевала наблюдается аналогичная характеристика силы связи. В г. Кемь наблюдается самая сильная и заметная сила связи, что составляет -0,43, можно отметить обратную зависимость между изменением интенсивности Северо- Атлантического колебания, и температурой воздуха. И самое слабое значение связи наблюдается в г. Сегежа- 0,28. На рисунках 2.13 - 2.16 наглядно показано сравнение многолетней динамики индекса интенсивности циркуляции атмосферы над республикой Карелия и температурой воздуха.

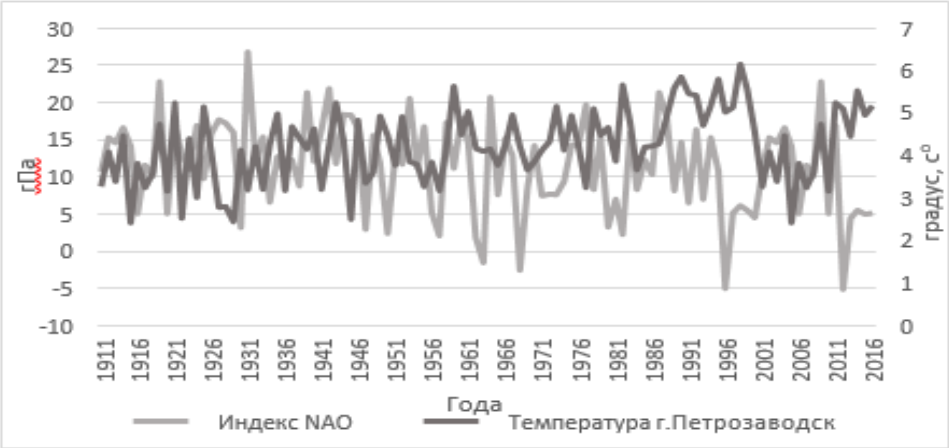

Рисунок 2.13 – Сравнение многолетней динамики индекса интенсивности циркуляции атмосферы NAO и температурой воздуха в г. Петрозаводске.

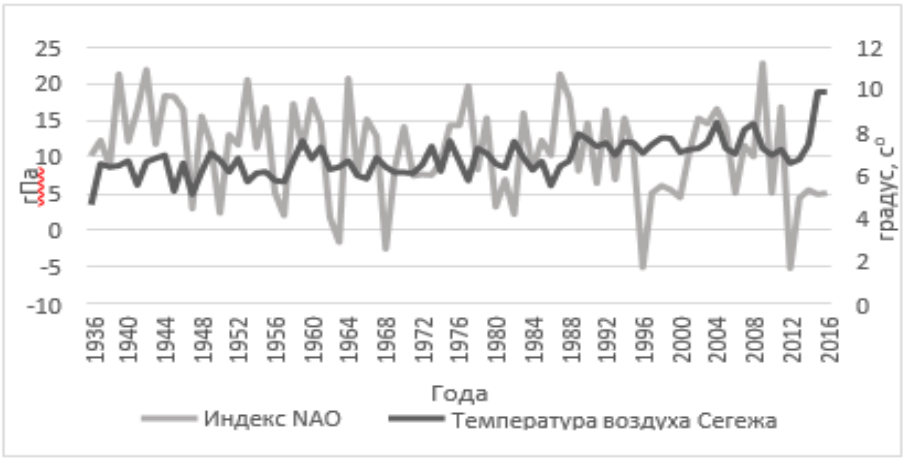

Рисунок 2.14 – Сравнение многолетней динамики индекса интенсивности циркуляции атмосферы NAO и температурой воздуха в г. Сегежа.

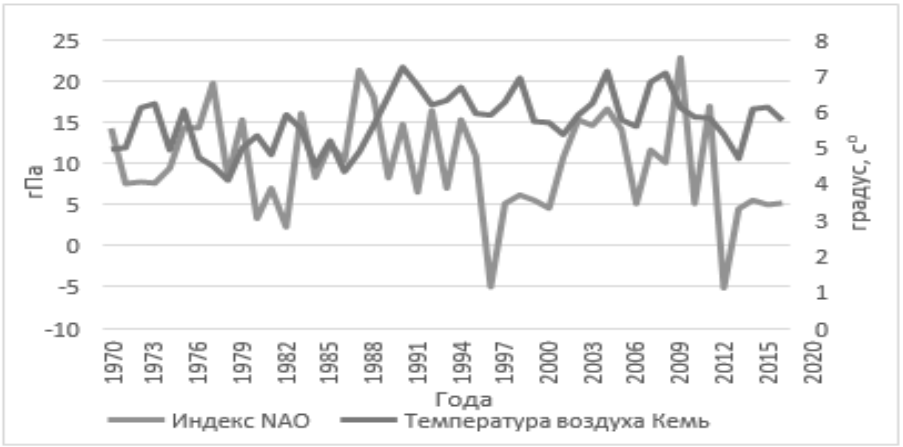

Рисунок 2.15 – Сравнение многолетней динамики индекса интенсивности циркуляции атмосферы NAO и температурой воздуха в г. Кемь.

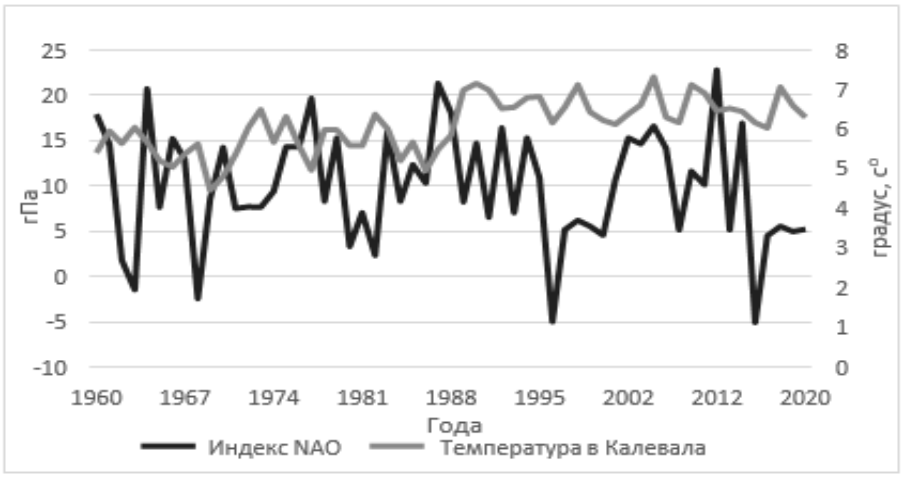

Рисунок 2.16 – Сравнение многолетней динамики индекса интенсивности циркуляции атмосферы NAO и температурой воздуха в г. Калевала.

Далее необходимо провести оценки характера и типа связи таких климатических показателей как температура и экстремальные природные явления. В таблице 2.4 представлены коэффициенты корреляции между среднегодовыми значениями температур воздуха в районах республики Карелия и экстремальными погодными явлениями.

Таблица 2.4 – Коэффициенты корреляции между температурой воздуха на территории республики Карелия и повторяемости экстремальных погодных явлений.

Населенный пункт республики Карелия	Коэффициенты корреляции между температурой воздуха и повторяемости экстремальных погодных явлений	Оценка значимости коэффициентов корреляции, %
Петрозаводск	0,32	95
Калевала	0,19	не значим
Сегежа	0,36	95
Кемь	0,15	не значим

По таблице 2.3 можно сделать следующие выводы, связь между температурой воздуха и повторяемости экстремальных погодных явлений в г. Петрозаводске составила 0,32, что говорит об умеренной прямой связи, в г. Сегежа наблюдается аналогичная характеристика силы связи. В г. Калевала и г. Кемь сила связи прямая слабая. Для большей наглядности ниже приведены рисунки, показывающие сравнение многолетней температурой воздуха в населенных пунктах республики Карелия и повторяемостиэкстремальных погодных явлений**.** (рис. 2.17. - 2.20.).

Рисунок 2.17 – Сравнение многолетней температурой воздуха в г. Петрозаводск повторяемости экстремальных погодных явлений.

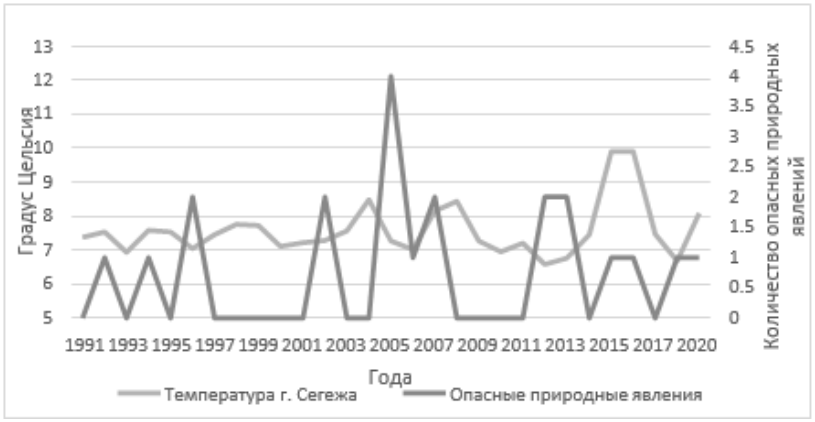

Рисунок 2.18 – Сравнение многолетней температурой воздуха в г. Сегежа и повторяемости экстремальных погодных явлений.

Рисунок 2.19 – Сравнение многолетней температурой воздуха в г. Кемь и повторяемости экстремальных погодных явлений.

Рисунок 2.20 – Сравнение многолетней температурой воздуха в г. Калевала и повторяемости экстремальных погодных явлений.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать следующие выводы,

- связь Северо- Атлантического колебания и температурой воздуха в г. Петрозаводске характеризуется как прямая средняя, как и в г. Калевала. В г. Кемь наблюдает самая сильная и заметная сила связи, что составляет -0,43 можно отметить об, можно отметить обратную

зависимость между изменением интенсивности Северо-Атлантического колебания, и температурой воздуха. И самое слабое значение связи наблюдается в г. Сегежа 0,29;

- связь между температурой воздуха и повторяемости экстремальных погодных явлений в Петрозаводске составила характеризуется как прямая умеренная, как и в г. Сегежа. В г Калевала и г. Кемь сила связи прямая слабая.

- влияние температурного режима на повторяемость экстремальных погодных условий прямая умеренная, при повышении температуры наблюдалось увеличение повторяемости экстремальных погодных явлений.

3. Отрасли городского хозяйства г. Петрозаводск и их зависимость от климата и его изменений

Карелия относится к субъектам РФ, характеризующимся неблагоприятными природно-климатическими условиями для ведения сельскохозяйственного производства. Агроресурсный потенциал республики сравнительно невелик: на долю обрабатываемых земель приходится лишь 1,2% от общей площади республики.

Площадь сельскохозяйственных угодий составляет 219 тыс. га, около 60% пашни расположено на подзолистых почвах различного состава.

Сельское хозяйство РК представлено такими отраслями, как молочное животноводство, форелеводство, птицеводство, звероводство, растениеводство. Производство животноводческой продукции находится в тесной взаимосвязи с кормопроизводством. Среди кормовых культур преобладают посевы многолетних трав, используемые на сено, зеленый корм, силос, сенаж, витаминную муку.

На долю растениеводства в республике приходится около 30% общего объема сельскохозяйственного производства. Растениеводство ориентировано на выращивание картофеля, овощей и производство кормов для животноводческой отрасли. Перспективным направлением отрасли является картофелеводство. Средняя урожайность картофеля 140 ц/га. Овощеводство в республике развито слабо и представлено в основном выращиванием белокочанной капусты и моркови.

В РК накоплен опыт в области пушного звероводства, которое долгое время было одной из успешных отраслей сельского хозяйства.

Одним из направлений сельскохозяйственного производства в РК является птицеводство. Основные производители яйца - птицефабрики ОАО «Приладожское» и ОАО «Кондопожская птицефабрика», самый крупный производитель мяса птицы - ОАО «Корм».

Важной отраслью народного хозяйства РК является рыболовство. Общая величина промысловых запасов рыбы во внутренних водоемах РК оценивается в 52-55 тыс. т, 34 тыс. т из которых находится в постоянной промысловой эксплуатации. В настоящее время рыбная отрасль РК включает в себя около 70 организаций различных форм собственности и более 300 частных предприятий и индивидуальных предпринимателей, на пресноводных водоемах работает до 130 рыболовецких бригад. Основные рыбохозяйственые предприятия расположены на территории Лоухского, Беломорского, Кемского муниципальных районов. Ведущее место среди других районов по объему выпуска товарной пищевой рыбной продукции занимает Беломорский муниципальный район.

Одним из приоритетных направлений рыбохозяйственной деятельности на внутренних водоемах республики является форелеводство. РК является одним из самых благоприятных субъектов РФ для индустриального выращивания товарной форели. В первую очередь это обусловлено наличием большого количества глубоких водоемов с чистой, высокого качества водой. Немаловажным фактором является благоприятный температурный режим. В настоящее время 70% российской садковой форели выращивается в Карелии.

Основное сельскохозяйственное производство сосредоточено в Кондопожском, Прионежском, Пряжинском, Олонецком, Медвежьегорском муниципальных районах и Сортавальском городском округе. Удельный вес производимой продукции в указанных районах составляет более 70% в валовом производстве сельскохозяйственной продукции РК.

Существующий потенциал развития сельского и городского хозяйства в РК может позволить полностью удовлетворить потребность населения в картофеле и овощах, в цельномолочной продукции, а также на 55-60% в молочных продуктах, на 40-50% в мясе и мясных продуктах, на

100% в яйце. Основной целью аграрной политики в РК является сохранение села и развитие сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности, обеспечение занятости сельского населения.

В целях обеспечения продовольственной безопасности необходимо создать конкурентоспособное сельское хозяйство и сформировать условия для устойчивого развития территорий, повышения качества жизни населения, улучшения демографической ситуации в местности, а также поддержания экономической активности на территориях. Для этого предстоит усовершенствовать формы и механизмы поддержки агропромышленного комплекса, создать для полноценного функционирования важнейших отраслей городского и сельского хозяйства республики необходимые ресурсы. Рассмотрим каждую из этих отраслей, оценим степень и характер зависимости жизнеобеспечивающих отраслей городского хозяйства г. Петрозаводск от типа климата и его изменений; – разработаем практические рекомендации по обеспечению экологической безопасности города с учетом климатических условий и их изменчивости.

3.1 Электроснабжение и теплоэнергетика

Электроснабжение и теплоэнергетика являются важными отраслями для обеспечения функционирования жизни города. Данные отрасли находятся в прямой зависимости от изменений климата и его изменений, так как в связи с географическим положением г. Петрозаводска аварии системы электроснабжение и теплоэнергетика подвержены авариям вследствие, наводнений, сильных ветров, снегопадов, дождей и града, сильных морозов.

Энергетика является вспомогательным звеном экономики Республики Карелия, что обусловлено отсутствием на территории республики собственных крупных энергетических ресурсов.

Данное обстоятельство определяет электроэнергии в РК покрывается за счет перетоков из соседних энергосистем (в зависимость экономики по поставкам топлива от других регионов РФ. Дефицит основном Кольская АЭС).

Далее представлена структура потребления электроэнергии Республики Карелия по видам экономической деятельности в 2021 году. (рис 3.1).

Рисунок 3.1 – Структура потребления электроэнергии Республики Карелия по видам экономической деятельности в 2021 году, млн. кВт·ч. По данным Карел ТГК. [73]

Главным собственным энергетическим ресурсом РК (легко доступны и достаточно удобно расположены относительно потребителей электроэнергии) является гидроэнергия, потенциальные запасы которой составляют около 13,5 млрд КВт/ч. Основу топливно-энергетического комплекса РК составляют предприятия по производству тепловой и электрической энергии: каскады Сунских, Выгских и Кемских ГЭС, объединяющие 17 гидроэлектростанций мощностью 634 МВт., на которых вырабатывается около 70% производимой в РК электроэнергии. На рисунке 3.2 представлена карта Карелии с крупнейшими и основными гидроэлектростанциями республики.

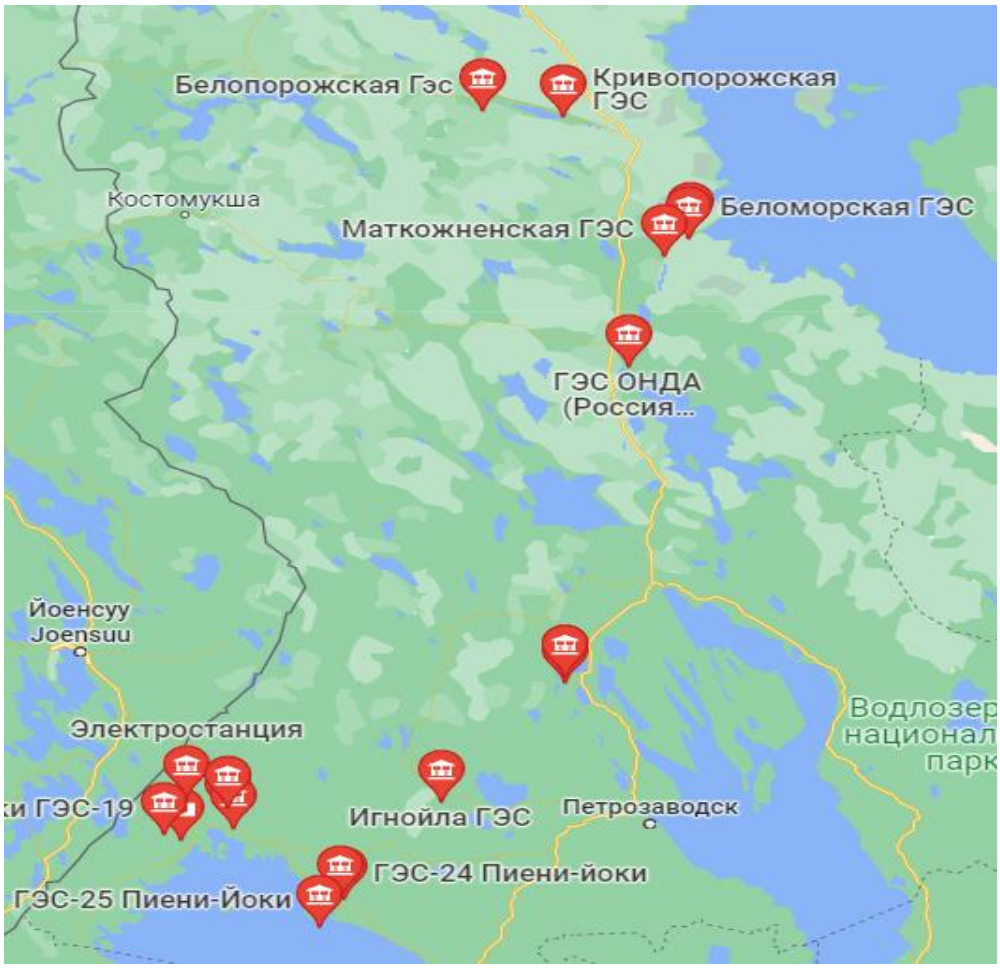

Рисунок 3.2 – Гидроэлектростанции Карелии.

Первая в истории РК гидроэлектростанция была сооружена на р. Лососинка при Александровском заводе (XIX в.). Первый проект городской

ГЭС был разработан в 1901 г., однако воплощен в жизнь лишь спустя 10 лет. К 1913 г. в Карелии насчитывалось 4 ГЭС общей мощностью 666 КВт, к 1917 г. - 5 (820 КВт). Однако планомерное и целенаправленное освоение гидроресурсов РК началось только в 20-е гг. XX в., в период образования в СССР Государственной комиссии по электрификации. Согласно разработанному плану ГОЭЛРО, в Карелии предполагалось строительство ряда ГЭС на реках Суна, Выг и Кемь.

В РК действует Петрозаводская ТЭЦ установленной мощности по электроэнергии 280 МВт и по теплоэнергии 821 Гкал/час, которая на 85% обеспечивает столицу теплом; 4 ТЭЦ целлюлозно-бумажных комбинатов общей мощностью 204 МВт. Установленная мощность электростанций РК 1118 МВт, протяженность электрических цепей ЛЭП 10256 км. Рассмотрим динамику потребления тепловой энергии по Республике Карелия с выделением централизованной зоны теплоснабжения с 2014-2019 гг. (рис 3.3). [72]

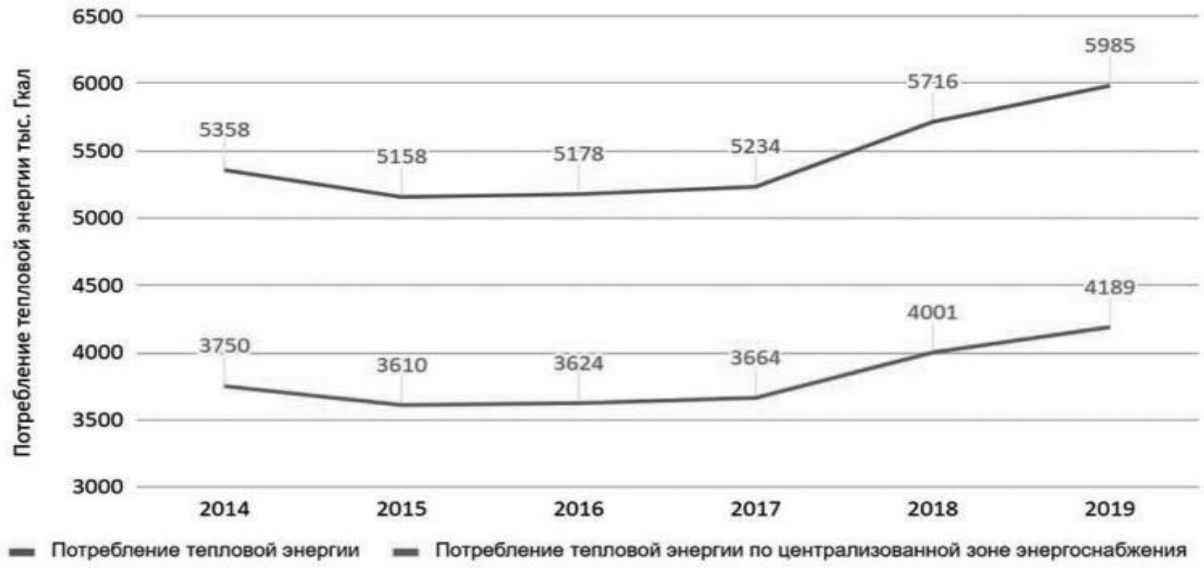

Рисунок 3.3 – Потребление тепловой энергии по Республике Карелия с выделением централизованной зоны теплоснабжения, тыс. Гкал. По данным Карел ТГК. [72]

По состоянию на начало 2021 года, на территории Карелии эксплуатировались 25 подключённых к единой энергосистеме электростанций общей мощностью 1178,1 МВт. В их числе 21 гидроэлектростанция — Путкинская, Подужемская, Кривопорожская, Юшкозерская, Кумская, Маткожненская, Выгостровская, Беломорская, Палакоргская, Ондская, Кондопожская, Пальеозёрская, Питкякоски, Хямекоски, Харлу, Пийени-Йоки, Суури-Йоки, Игнойла, Ляскеля, Рюмякоски, Каллиокоски ГЭС и 4 тепловые электростанции, большая часть которых является электростанциями промышленных предприятий (блок-станции) — Петрозаводская ТЭЦ, ТЭС-1 и −2 Кондопожского ЦБК, ТЭЦ ООО «РК-Гранд», ТЭС-1 и ТЭЦ-2 Сегежского ЦБК. Также в зоне децентрализованного энергоснабжения работает 8 небольших дизельных электростанций общей мощностью 3,4 МВт и пять солнечных электростанций общей мощностью 61 кВт. На рисунке 3.4 представлена структура отпуска тепловой энергии от электростанций и котельных генерирующих компаний Республики Карелия.

Рисунок 3.4 – Структура отпуска тепловой энергии от электростанций и котельных генерирующих компаний Республики Карелия за 2021 год, %. По данным Карел ТГК. [72]

Энергосистема Республики Карелия характеризуется положительными среднегодовыми темпами прироста электропотребления

среди энергосистем, входящих в ОЭС Северо-Запада. Среднегодовое увеличение потребления электроэнергии в энергосистеме за анализируемый период (2014 – 2019 годы) составляет 0,44% ежегодно. Следует отметить, что повышение потребления начиная с 2014 года наблюдалось на фоне резкого снижения в 2013 году (12,4% по отношению к предыдущему году). После 2013 года наблюдается последовательный рост электропотребления Республики Карелия. В таблице 3.1 представлена структура электропотребления за 2014 – 2019 годы.

Таблица 3.1 – Динамика структуры потребления электроэнергии [73]

(млн. кВт·ч)

Сфера потребления	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды	4 564	4 538,8	4 680,3	4 655,3	4 745,8	н/д
Сельское хозяйство, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	123,2	114,0	116,6	115,5	119,0	н/д
Строительство	20,6	28,2	29,1	29,0	31,2	н/д
Торговля оптовая и розничная, ремонт автотранспортных средств и мотоциклов	102,6	108,1	109,9	108,6	116,5	н/д
Транспорт и связь	1 717,6	1 705,9	1 656,0	1 655,9	1 643,6	н/д
Другие виды экономической деятельности	74,2	122,7	128,5	162,6	184,6	н/д
Городское и сельское население (бытовое потребление)	602,4	606,5	691,9	636,3	645,6	н/д
Потери в электросетях	485,2	492,7	506,2	571,9	445,5	н/д
Потреблено электроэнергии, в с е г о	**7 689,8**	**7 716,8**	**7 918,4**	**7 935,1**	**7 931,9**	**7 846,5**

Годовая потребность республики в топливе составляет по каменному углю около 60 тыс. т, по топочному мазуту - свыше 800 тыс. т. В настоящее время РК ориентирована на использование местных видов топлива: отходы лесозаготовок и лесопиления, торф. Согласно данным КарНЦ УРАН, ежегодно возобновляющийся запас торфа (естественный прирост) составляет около 5 млн м^3. Общая площадь исследованных болот в РК - 2,57 млн. га, признано пригодными для промышленных разработок 700 тыс. га. Общий объем исследованных полезных запасов торфа в РК - более 5 млрд м^3 (2 млрд. т). Осуществляется подготовка ряда торфяных месторождений для промышленной добычи торфа; идет строительство новых и реконструкция существующих котельных, предназначенных для сжигания топливного торфа; планируется восстановить и продолжить

программу строительства мини-ТЭЦ на топливном торфе в городах и муниципальных районах.

Предприятия по производству тепловой энергии относятся к одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха в Республике Карелия. В выбросах этих предприятий содержатся такие вещества как оксид азота, оксид серы и другие загрязняющие вещества, содержание которых в атмосферном воздухе г. Петрозаводска превышает ПДК.

Изменение климата и рост экстремальных природных явлений мешает деятельности таких отраслей как электроснабжение и теплоэнергетика.

В атмосферу от электроэнергетических предприятий выбрасывается около 78 тысяч тонн в год загрязняющих веществ, что является лидирующим по числу выбросов в год, потому что от всех отраслей суммарно выбрасывается около 140 тысяч тонн. От энергетических предприятий в соотношении выбросов твердых и газообразных веществ меньшая доля загрязнителей приходится на твердые частицы (42%), на газообразные приходится большая доля (58%). К твердым веществам, являющихся выбросами энергетических предприятий, относятся: сажа и мазутная зола. К газообразным загрязняющим веществам относятся диоксид серы и азота, что составляет 45 и 16 тысяч тонн в год. Теплоснабжение в республике обеспечивают более 650 различных источников общей тепловой мощностью 8100 Гкал/ч. Фактическая выработка электроэнергии в 2021 году составила 1470 млн кВт·ч. Карелии свойственен повышенный уровень природного риска, так как в связи со своим географическим положением подвержен воздействию, наводнений, сильных ветров, наводнений, сильных ветров различного генезиса, снегопадов, дождей и града, сильных морозов. За последние 25 лет наблюдается рост экстремальных природных явлений, их число уже

выросло раза, и тенденция к росту сохраняется. Также количество выпадения осадков, усиливается, что тоже наносит неблагоприятные последствия для инфраструктуры, городского хозяйства и промышленных отраслей. Также к серьезным экономическим последствиям приводят наводнения, которые регулярно возникают в Карелии в летний и осенний период.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что электроснабжение и теплоэнергетика являются важными отраслями для обеспечения функционирования жизни города. Данные отрасли находятся в прямой зависимости от изменений климата и его изменений, так как в связи с географическим положением г. Петрозаводска аварии системы электроснабжение и теплоэнергетика подвержены авариям вследствие, наводнений, сильных ветров, снегопадов, пожаров, дождей и града, сильных морозов.

3.2 Водоснабжение

Для города Петрозаводска и Республики Карелия длительное время актуально стоял вопрос обеспечения населения города чистой питьевой водой и безопасного рекреационного водопользования. Кроме этого, существовала проблема дефицита питьевой воды, связанная в большей мере с недостаточным дебитом поверхностных водоисточников, а также зависимостью их объемов от атмосферных осадков, малой производительностью очистных сооружений, и ограниченной пропускной способностью водоводов.

Карелия имеет хорошо развитую гидрографическую сеть, которую составляют 23.6 тыс. рек и 61 тыс. озер, среди них крупнейшие озера Европы - Онежское и Ладожское, а также Белое море. В озерах и водохранилищах сосредоточено 245 км^3 воды, среднемноголетний речной сток составляет 57 км^3. Современное состояние водных ресурсов определяется природными, климатическими особенностями региона и антропогенным влиянием на них. Химический состав поверхностных вод Карелии формируется в условиях трудно растворимых коренных пород Балтийского кристаллического щита, хорошо промытых четвертичных отложений и высокой заболоченности территории. Природное качество вод изменяется в результате сброса сточных вод, сельскохозяйственного использования, мелиорации земель и загрязнения за счет атмосферных выпадений при трансграничных переносах.

В гидрографическом отношении территория Карелии относится к бассейнам Белого и Балтийского морей (рис 3.5). При этом на беломорскую часть приходится 57 % территории республики, на балтийскую - 43 (без учета акваторий Ладожского и Онежского озер). Специфика гидрографии региона определяется особенностями всего комплекса природных условий,

в первую очередь геологического строения, рельефа и климата, а также географическим положением республики.

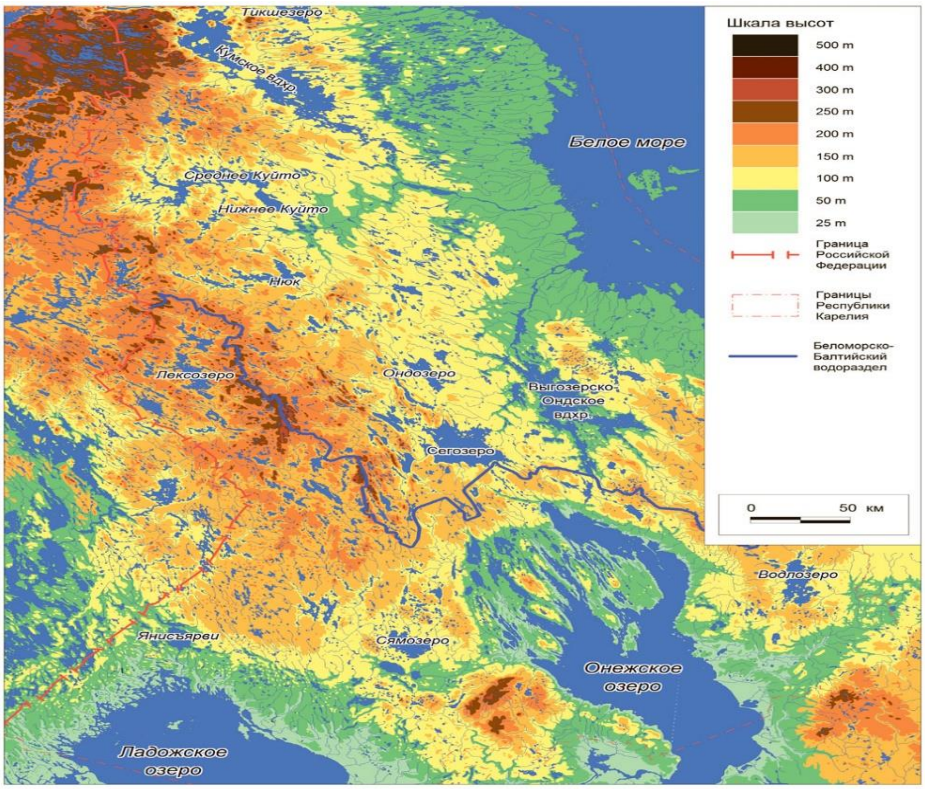

Рисунок 3.5 – Беломоро -Балтийский водораздел. [29]

Город Петрозаводск находится на берегах Петрозаводской губы, Немецкой губы, Заячьей губы Онежского озера, второго по величине озера Европы. Часть города расположена на берегу центральной части Онежского озера. По системе рек и каналов Петрозаводск имеет выход в Балтийское, Белое, Баренцево, Каспийское и Чёрное моря, что делает его портом пяти морей, у города находятся озёра Денное, Ламба, Логмозеро и Четырёхвёрстное. Логмозеро и Онежское озёра соединены Соломенным проливом.

Через территорию города протекает 20 несудоходных рек и ручьёв: река Лососинка, река Неглинка, река Рыбка, река Сельгская Речка, река Томица, Большой ручей, ручей Вилда, Каменный ручей, ручей

Кекасручей, Малый ручей, ручей Студенец, Студёный ручей, ручей Тереж, река Соломень, а также шесть ручьёв— Безымянный ручей.

На территории города действует около 100 родников. Часть из них («Сулажгорский», «Онежский», «Лягушка», «Трудовые резервы» («На Объездной», «На Вольной», «Неглинский», родники на Курганском проезде, Лесном проспекте, несколько родников на Ключевой) активно посещается петрозаводчанами. От 12 ключей, располагавшихся в южной части города, получили своё название улица 12 Ключей (ныне — Ключевая улица) и посёлок (ныне — жилой район) Ключевая.

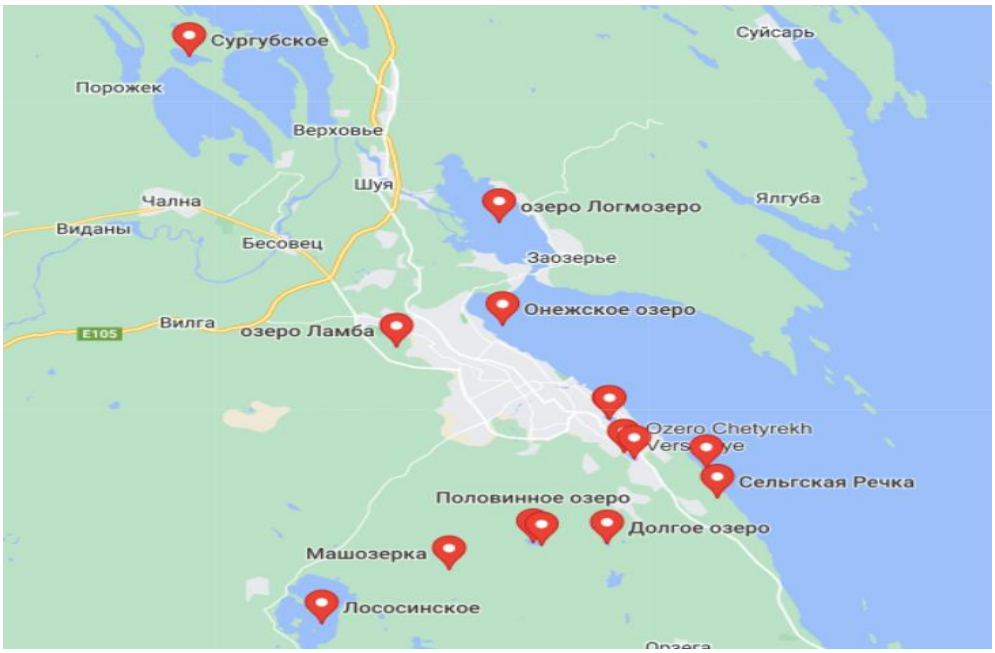

Рисунок 3.6 – Крупнейшие водохранилища Прионежского района.

На рисунке 3.6 представлены крупнейшие водохранилища Прионежского района. Водоснабжение г. Петрозаводска централизовано осуществляется за счет использования поверхностного источника водоснабжения – оз. Онежское. Городской водозабор организован в Петрозаводской губе Онежского озера – является основным источником водоснабжения производительностью запасом обеспечивает необходимую

водопотребность. В частном секторе города водоснабжение нецентрализованное и осуществляется за счет подземных вод. В 2021 г. доля подземных вод в общем балансе хозяйственно питьевого водоснабжения составляет менее 5 %. По состоянию на 01.01.2022, по предварительным данным государственного баланса запасов, для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения г. Петрозаводска разведаны и оценены запасы 4 участков Петрозаводского месторождения пресных подземных вод в количестве 78,7 тыс. м 3/сут, из которых только Древлянский участок эксплуатировался. Количество оцененных месторождений подземных вод (по данным ФГБУ «Росгеолфонд»), шт., в том числе: Утвержденные запасы подземных вод (по данным ФГБУ «Росгеолфонд»), тыс. м3/сут Добыча подземных вод в 2020 году (по данным стат. отчетности форма 4-ЛС), тыс. м3/сут.

По предварительным данным статистической отчетности (форма 4-ЛС) в 2020 году суммарная добыча подземных вод составляла 0,654 тыс. м3/сут на одном участке месторождения. Добыча на участках с неутвержденными запасами не производилась. Степень освоения запасов составила 0,83 %.

Основным водоносным гидрогеологическим подразделением в районе г. Петрозаводска является нижнекотлинский осадочный горизонт верхнего венда (V2kt1), сложенный слабосцементированными песчаниками, переслаивающимися с алевролитами.

Характеристика качества подземных вод используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Петрозаводска, надежно защищены от поверхностного загрязнения на большей части территории. Для подземных вод характерны повышенные содержания железа (до 20 ПДК) и марганца (до 10 ПДК) природного генезиса. Устойчивого техногенного загрязнения подземных вод в районе г. Петрозаводска не установлено.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение Республики Карелия осуществляется за счет использования подземных и поверхностных вод. В 2020 г. доля подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения республики составила 6,1%. Таким образом, подземные воды на территории республики для водоснабжения используются весьма ограниченно, что является следствием исторически сложившейся практики.

По состоянию на 01.01.2022 по предварительным данным государственного баланса для питьевого и хозяйственно-бытового, а также технического водоснабжения населения Республики Карелия разведаны и оценены запасы 37 месторождений (участков) подземных вод в количестве 96,16 тыс. м 3 /сут. Количество оцененных месторождений подземных вод (по данным ФГБУ «Росгеолфонд»), шт., в том числе: Утвержденные запасы подземных вод (по данным ФГБУ «Росгеолфонд»), тыс. м3 /сут Добыча подземных вод в 2020 году (по данным стат. отчетности форма 4-ЛС), тыс. м3 /сут Степень освоения запасов, % всего в том числе: в РФН* в НФН** на месторождениях на участках с неутвержденными запасами По предварительным данным статистической отчетности, в 2020 г. на территории Республики Карелия суммарная добыча подземных вод составила 6,76 тыс. м 3 /сут, в т.ч.: на месторождениях – 3,39 тыс. м3/сут (в эксплуатации находилось 30 участков месторождений), на участках с неутвержденными запасами – 3,37 тыс. м 3 /сут. Степень освоения запасов составила 3,5%. Характеристика режима эксплуатации водозаборов республики работает в установившемся режиме, понижения уровней в основных эксплуатируемых водоносных горизонтах не превышают допустимые, обработки запасов не происходит. На качество подземных вод в настоящее время эксплуатация подземных вод не оказывает негативного влияния.

Характеристика качества подземных вод по основным определяемым показателям подземные воды соответствуют действующим

нормативным требованиям. Природной особенностью гидрохимического состава подземных вод являются повышенные содержания железа (до 10 ПДК) и марганца (до 10 ПДК). Для доведения качества вод до нормативного на водозаборах выполняется необходимая водоподготовка. не соответствовало нормативным требованиям к питьевым водам из-за повышенного содержания железа, аммония, натрия и минерализации, что связано с подтоком солоноватых вод из нижележащего водоносного горизонта. Так, в 2021 г. содержание аммония превышает нормативное в 1,4 раза, при этом по результатам опробования 2018 г. загрязнение подземных вод аммонием не отмечено. Поскольку повышенные концентрации ряда компонентов отмечаются только в отдельных скважинах, качество воды в централизованной системе водоснабжения в целом соответствует нормативным требованиям.

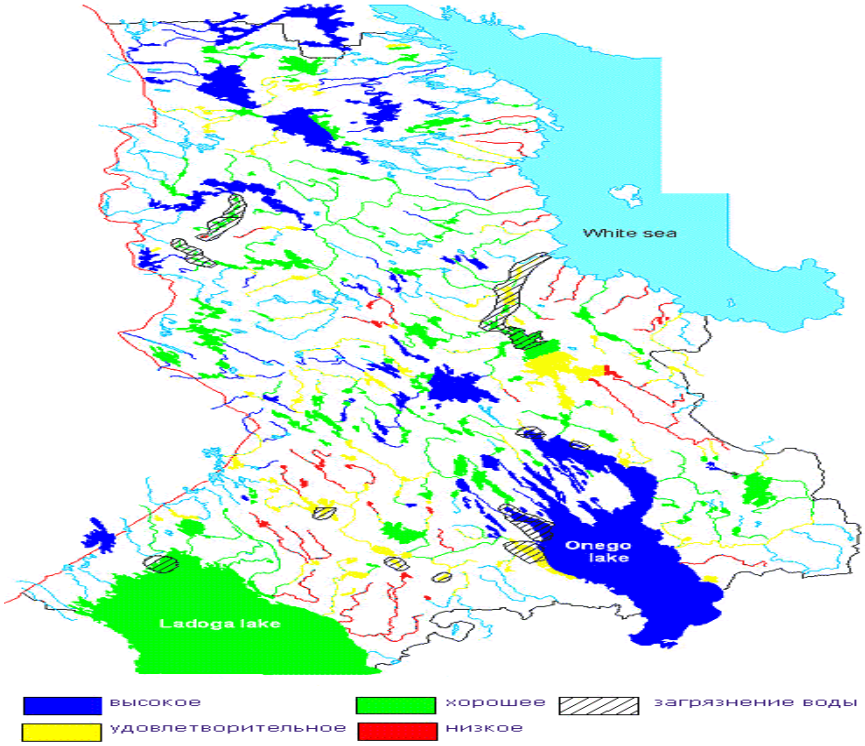

Рисунок 3.7 – Оценка состояния загрязнения вод Карелии [65]

Характеристика участков загрязнения вод в пределах Республики Карелия наиболее освоенной и нагруженной частью являются города Петрозаводск, Олонец, Кондопога и Медвежьегорск (рис 3.7). Здесь сосредоточена большая часть крупных промышленных, сельскохозяйственных и городских комплексов, проживает более 70% населения республики. В пределах г. Петрозаводска подземные воды испытывают максимальную техногенную нагрузку. Участки с загрязненными подземными водами находятся в непосредственной близости от источников техногенного воздействия. Загрязняющими компонентами являются соединения азота, натрий, хлориды, сухой остаток и нефтепродукты. Локальные участки загрязнения не постоянны во времени и на качестве подземных вод, эксплуатируемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, не сказываются. За 2021 г. на территории республики не выявлено участков загрязнения подземных вод.

Наиболее важные современные водно-экологические проблемы связаны с:

- влиянием природных и антропогенных изменений климата на водные экосистемы Севера;

- закислением водоемов и определением их устойчивости, буферной емкости;

- эвтрофированием и токсическим воздействием на гидробионты крупнейших озер Европы: Онежского и Ладожского;

- воздействием сточных вод на водные системы. Приоритетное значение имеет изучение влияния стоков предприятий ЦБП на крупнейшие озера Европы, а также на ряд других водоемов Карелии (Выгозеро, Суоярви), и влияния сбросов (в особенности поступления калия) из хвостохранилища Костомукшского ГОКа на водную систему;

- состоянием Белого моря, в особенности прибрежной зоны Карельского побережья, выбором мест, наиболее благоприятных для разведения марикультур;

- более широким использованием подземных вод (в большей степени, чем поверхностные, защищенных от антропогенного влияния) для питьевого водоснабжения Республики, учитывая особую остроту со снабжением населения доброкачественной питьевой водой, отвечающей российским стандартам на питьевую воду;

- расширением использования минеральных вод и лечебных грязей в бальнеологических целях. Эта проблема стала актуальной в новой геополитической ситуацией;

- изучением биоразнообразия водных систем (в первую очередь в зоне, примыкающей к границе с Финляндией, где сохранились почти нетронутые человеческой деятельностью леса) при продолжающемся антропогенном влиянии (сведение лесов, лесная и сельско- хозяйственная мелиорация, загрязнения);

- прогнозом изменений состояния водных систем под воздействием изменений климата и антропогенной нагрузки и др.;

- реализацией проблемного мониторинга с внедрением перспективных, в том числе дистанционных, методов оценки состояния экосистем;

- изучением возможных изменений экосистем при строительстве газопроводов, новых дорог, населенных пунктов и предприятий;

- созданием на единой основе баз данных, геоинформационных систем (ГИС) по водно-экологическим проблемам для Республики Карелия и г Петрозаводска и сопредельных регионов;

- оценкой водоресурсного потенциала, характера и особенностей его использования в новых социально-экономических условиях.

Таким образом, обеспеченность Карелии поверхностными водными ресурсами достаточно высока, и количественные параметры не являются фактором, лимитирующим развитие экономики республики. Серьезные проблемы с водоснабжением населения и отдельных хозяйственных объектов имеют либо организационно-технический характер, либо связаны с несоответствием качества воды в природных источниках предъявляемым требованиям.

Основным источником централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Петрозаводска являются поверхностные воды Петрозаводской губы Онежского озера. Доля использования подземных вод в общем балансе хозяйственно питьевого водоснабжения составляет менее 5%. 2. Используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Петрозаводска подземные воды надежно защищены от поверхностного загрязнения на большей части территории. Для подземных вод характерны повышенные содержания железа и марганца, имеющих природное происхождение.

3.4 Функционирование наземного транспорта

Уже несколько лет в городе отслеживается уровень загрязнения атмосферы с целью определения наличия вредных веществ в воздухе и их влияния на окружающую среду. Проведенные в 2008 году целенаправленные замеры выявили тот факт, что одной из основных причин загрязнения воздуха выбросами газов является транспорт.

Водный, автомобильный, железнодорожный и гужевой транспорт на территории, занимаемой современной Республикой Карелия, появился ещё до её образования — на территории Петрозаводского, Олонецкого, Пудожского и Повенецкого уездов Олонецкой и Кемского уезда Архангельской губернии. Воздушный транспорт — на территории Карельской АССР, правопреемником которой является республика. Отныне междугородные перевозки осуществляются автомобильным, железнодорожным, воздушным и водным транспортом, международные — автобусным и воздушным.

С июня 2013 года сферой транспорта занимается вновь созданный Государственный комитет Республики Карелия по транспорту. Ранее эти функции были в ведении Министерства экономического развития Республики Карелия.

Железнодорожный транспорт в Карелии – одна из важнейших составляющих инфраструктуры. Это 2 800 километров железнодорожных путей, около 15 тысяч высококвалифицированных рабочих, 4 отделения Октябрьской железной дороги (Мурманское, Петрозаводское, Волховстроевское, Санкт-Петербургское) и Архангельское отделение Северной железной дороги. Большую часть железнодорожных линий Карелии обслуживает Петрозаводское отделение Октябрьской железной дороги, которое является одним из крупнейших образующих бюджет

предприятий Республики. В 2005 году завершена электрификация северного хода Октябрьской железной дороги (участка Свирь – Идель линии Санкт-Петербург – Мурманск). Электрификация обеспечила надежность железнодорожного сообщения промышленных центров Северо-Запада – Мурманска, Петрозаводска, Архангельска и Сыктывкара – с другими регионами России. Эксплуатационная длина электрифицированных участков железнодорожных линий в Карелии увеличивается. Сейчас на очереди электрификация линии Кочкома – Костомукша – Люття с последующим пуском пассажирского и грузового движения.

Водный транспорт считается одним из самых первых способов передвижения в акватории прошлого республики. Его развитию способствовало обилие пресноводных водоемов на территории Карелии, а также наличие Белого моря. Местные жители передвигались на лодках-долбленках и кияках из кожи нерпы или кита. Позже появились соймы, лодки-кижанки, пряжинки, толвуянки — их использовали на пресноводных водоемах. Карбасы, ладьи, кочи, ёлы применяли на Белом море.

Республика Карелия располагает сравнительно развитыми внутренними судоходными водными путями сообщения (2700 км), имеет морские внешние связи со многими зарубежными странами. Водные пути на Онежском озере расходятся на запад, по реке Свирь, и на север, по Беломорско-Балтийскому каналу.

Онежский обводной канал (длина 67 км, ширина около 50 м) отходит от пристани Вознесенье и соединяет реку Свирь с Вытегорским каналом. Он был сооружен в обход Онежского озера в первой половине XIX века. От озера он проходит на расстоянии от 10 м до 1 - 2 км. В прошлом это был крупный перевалочный пункт с озерных судов на речные. После реконструкции Волго-Балтийского канала, по которому проходят суда типа "река – море", Онежский используется только для прохода маломерных

судов. Однако все же остается важным промежуточным портом, в котором сходятся транзитные пути из Москвы и Поволжья, а также с Белого моря через Беломоро-Балтийский канал и Онежское озеро.

Беломорско-Балтийский канал соединяет Белое море с Онежским озером. Трасса канала проходит от поселка Повенец на Онежском озере до города Беломорск на Белом море. Он был введен в эксплуатацию 20 июня 1933 г. Канал объединил водные пути северо-западной, а затем и центральной частей СССР с судоходными реками бассейна Белого моря - Северной Двиной, Онегой, Мезенью. Ввод в эксплуатацию канала позволил исключить необходимость доставки природных ресурсов Кольского полуострова и Карелии к пунктам переработки далеким кружным путем в обход Скандинавского полуострова. Общая протяженность канала 227 км, в том числе 7 км приходится на подходной канал со стороны Белого моря. Искусственная часть канала имеет протяженность 37 км. На Беломорско-Балтийском канале имеется 19 шлюзов, 15 плотин, 49 дамб, 12 водоспусков.

Волго-Балтийский водный путь (бывшая Мариинская водная система) соединяет Волгу с Балтийским, а через Беломорско-Балтийский канал с Белым морем. Проходит через Рыбинское водохранилище до г. Череповец, р. Шексна, Белозерский канал, р.Ковжа, Мариинский канал, р. Вытегра, Онежский канал, р. Свирь, Ладожское озеро и р.Нева. Мариинская водная система, сооруженная в начале XIX века, после коренной реконструкции в 1964 году была переименована в Волго-Балтийский водный путь. Его длина около 1100 км, а глубина не менее 4 метров.

На протяжении многих лет большой популярностью у иностранных и российских туристов пользуются речные круизы. Круизы на Валаам, Кижи и Соловки являются одними из наиболее востребованных маршрутов. Речной круиз на комфортабельном теплоходе станет одним из самых ярких впечатлений для любого туриста.

Водный транспорт в Карелии имеет сезонный характер, поскольку в холодное время года поверхность водоемов покрывается льдом.

Автомобильный транспорт в Республике Карелия представлен междугородными и внутригородскими транспортными системами. Внутригородские перевозки осуществляются автобусом (в Петрозаводске и районных центрах Карелии), а также троллейбусом в Петрозаводске. Далее рассмотрим дороги федерального, регионального и местного значения г. Петрозаводска (рис 3.12).

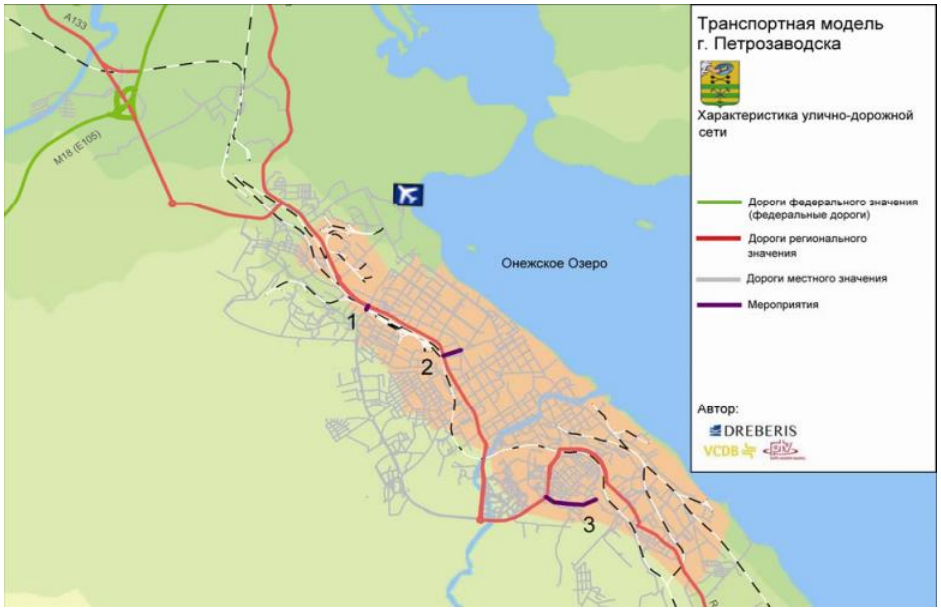

Рис 3.12. Транспортная модель г Петрозаводск. [75].

В Республике Карелия находится головной участок федеральной автомобильной дороги «Кола», протяженность по Карелии 969 километров. Дороги Карелии являются частью общероссийских автомобильных коридоров: № 2 Мурманск—Петрозаводск—Санкт-Петербург—Новгород—Тверь—Москва—Тула—Воронеж—Ростов—Краснодар.

Общая протяженность автомобильных дорог республики составляет 12463,2 км, в том числе: дороги общего пользования — 7869,2 км, ведомственные — 4594 км. Из общей протяженности автомобильных

дорог — дороги с твердым покрытием составляют 9347,8 км. Министерством строительства Республики Карелия разработана региональная целевая программа «Развитие дорожного хозяйства Республики Карелия на период до 2015 года».

По состоянию на 2021 г. во владении жителей Карелии было около 251 тыс. транспортных средств.

Основные потоки индивидуального транспорта осуществляется по относительно малому количеству главных улиц и магистралей. Дорог федерального значения в городе нет. Имеющаяся улично-дорожная сеть находится местами в едва удовлетворительном состоянии. Преобладающий рост населения в г. Петрозаводск увеличивает расходы на обслуживание и ремонт дорог. Постоянный количественный рост автомобилей, более длительный путь к местам работы, отдыха, покупок наряду с проблемами качества общественного транспорта способствуют значительному увеличению интенсивности транспорта на линиях как местного так и пригородного сообщения. Ввиду сложившейся пространственной структуры города особо сильную нагрузку испытывают дороги из-за транспортных потоков, ведущих из центра на северо-восток - от железнодорожной линии в микрорайоны Древлянка, Кукковка, Перевалка и на юго -запад от ж/д. полотна. Транспортные потоки, двигающиеся из микрорайонов в центр города, особенно в утренние и вечерние часы перегружают путепроводы через железную дорогу и внутригородские транспортные узлы. Огромные транспортные нагрузки, связанные с выбросом в атмосферу вредных веществ и повышенным шумом, наносят ущерб экологии и условиям пребывания в центре города, например, на проспекте Ленина.

Также в Петрозаводске, жителей города волнуют нечищеные от снега дороги, тротуары и двор, создающие десятибалльные автомобильные пробки, десятки ДТП, очереди в травмпункты. Коммунальные и дорожные

службы переходят на авральный круглосуточный режим работы. Так, в нынешнем феврале в периоды мощных снегопадов в Петрозаводске на уборку снега выходили сотни единиц специальной снегоуборочной техники, тысячи работников. В зимний период до 10 000 тонн снега ежедневно вывозится с улиц города.

Справедливости ради, следует сразу подчеркнуть, что вопросы с неубранным снегом актуализируются только во время и после сильных снегопадов, нередко продолжающихся по нескольку суток. В обычное время, когда объем выпавшего снега не превышает среднесуточной нормы, дороги и дворы очищены от снега до асфальта. Надо признать, что мы привыкли к чистым и бесснежным зимним дорогам в России. Общественный транспорт на снежной дороге не может соблюдать график движения. Часть маршрутов оказываются «разорванными» и требуют пересадок. Но выезжая на своем автомобиле в период или после снегопада, мы должны понимать, что сами создаем проблемы для уборки снега.

Рис. 3.13. Проспект Ленина после сильного снегопада. Февраль 2021 года.

В период сильных снегопадов, когда за сутки может выпасть месячная норма, требуется гораздо больше усилий для уборки и вывоза

снега. Так, например, на рисунке 3.13, фото сделано мной, главная улица Петрозаводска- проспект Ленина, имеющая двух полосное движение в каждую сторону, заполоняется снегом, парковочные места автомобилей, которые остаются свободными на время глубокой ночи и во время снегопада, начинают заполняться снегом и вынуждают водителей сдвигать свое парковочное место к центру улицы, тем самым уменьшая проезжую часть и потенциально создавая пробки, затруднение движения габаритных автомобилей и общественного транспорта. Последствия таких снегопадов ликвидируются максимум в течении недели. В такой период возникает потребность в увеличении числа единиц специальной техники. Так, в конце прошлого года в городе закупили дополнительно восемь единиц снегоуборочной техники. Стало привычной практикой привлечение военной дорожной техники для уборки и вывоза снега. Особенно для расчистки автомобильных трасс. С каждым годом на уборку и вывоз снега в зимний период требуется все больше дополнительных средств. По некоторым оценкам, ежегодно бюджет на зимнее содержание городских территорий необходимо увеличивать на 700—900 млн рублей.

Однако, главная проблема не только уборка снега, а его утилизация. Собранный с городских улиц снег содержит в себе недопустимый уровень ПДК. Его нельзя просто взять и скинуть на окраине города в удобном для складирования месте. Весной, при таянии, все загрязнения окажутся в почве и грунтовых водах. В конечном счете все это попадает в реки, в системы водоснабжения. Поэтому для утилизации снега требуются снегоплавильные станции, соединенные с очистными сооружениями. В Петрозаводске требуется не менее двух таких установок в каждом районе города. А сегодня пока есть только одна. Снегоплавильные установки достаточно дороги. Резко увеличивается фонд оплаты труда дорожных и коммунальных работников.

Как и велосипедному, пешеходному движению в Петрозаводске уделялось слишком мало внимания, а ведь этот вид передвижения - экологически чистый, полезный для здоровья, социально значимый. Решив задачу повышения его престижа и безопасности можно реализовать и выше названные функции. Пешие прогулки, прогулки по магазинам, как и бег можно считать оздоровительной формой движения, улучшающей самочувствие, повышающей жизненный тонус. Исходя из минимальных российских стандартов тротуаров и переходов рекомендуется их расширить по действующим для города нормам в соответствии с интенсивностью транспортных потоков на тех или иных улицах. Поскольку пешеходное движение занимает треть всех перемещений в Петрозаводске, обоснована будет и большая ширина тротуаров. Увязать дорожки и отрезки между собой, создать дополнительные железнодорожные переходы (подземные, надземные) для соединения разделенных районов города - значит сделать следующий шаг на пути к улучшению ситуации. Все эти меры должны быть увязаны в общую концепцию безопасности пешеходного движения, как только снижение количества несчастных случаев и уменьшение конфликтных точек и точек ДТП приведет к увеличению привлекательности пешеходного движения.

Таким образом можем сделать вывод, что одной из главных задач является регулирование грузоперевозок, направление их в обход центра и жилых районов для защиты этих территорий от негативного воздействия. Несвоевременная уборка и утилизация снега в зимние периоды является одной из важных проблем города. Стимулирование и использование экологически более чистого транспорта в черте города может ускорить модернизацию грузового автопарка. Необходимо создать предпосылки для увеличения объемов перевозки тяжелых грузов железнодорожным транспортом и сделать так, чтобы железнодорожный и автомобильный транспорт имел хороший доступ к грузовым перевалочным центрам.

4. Практические рекомендации по обеспечению экологической безопасности

Возрастающая изменчивость климатических условий во всем мире наблюдается в последние десятилетия в увеличении частоты и повторяемости экстремальных природных явлений, следствием которых являются природно- техногенные катастрофы. В настоящее время на Земле происходят значимые климатические изменения, которые ощутимо влияют на социально- экономическое развитие. К одним из проявлений климатических изменений относится увеличение изменчивости и экстремальности климата.

Для защиты природной среды и человека от вероятного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, экстренных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий необходимо обеспечить экологическую безопасность региона и города. Экологические проблемы, являющиеся общими для всех городов, связаны в первую очередь с загрязнением водной и воздушной средой транспортом, промышленными предприятиями, утилизацией отходов, с каждым годом становятся все более актуальными. Сегодня больше половины населения Земли сконцентрировано в городах, связанных с высокой антропогенной нагрузкой на природу, что является одной из главных причин деградации окружающей среды

Для создания системы экологической безопасности необходим комплексный подход, который основывается на объединении важнейших задач создания баз знаний о динамике климата, а также адаптационных программ, способствующих предотвращению негативного влияния климатических изменений на социальные, экономические, стратегические направления обеспечения экологической и гидрометеорологической безопасности г. Петрозаводска в условиях современных климатических

изменений.

Приоритетами политики в области климата в соответствии с Климатической доктриной Российской Федерации считается:

– развитие и поддержание на территории РФ системы наблюдений за климатом, а также индикаторы изменений климата;

– разработка системы критериев, параметров, условий безопасности РФ и её отдельных регионов в отношении изменений климата,

– исследование и оценка возможных в будущем изменений климата и его последствий;

– разработка мер по адаптации экономики и общества к измененияммклимата;

– развитие методов инвентаризации и источников парниковых газов.

– разработка мер по смягчению антропогенного воздействия на климат, впервую очередь, в сфере производства и потребления энергии, а также оценка экономического, социального и экологического эффектов от реализации мер. независимая экспертиза результатов научных исследований в области климата и смежных областях.

Наиболее опасными экстремальные погодные явлениям в летнее время считаются паводки и пожары, наводнения, которые наносят огромный экологический и материальный ущерб для Республике Подъем уровня воды при таких п составляет 6-10 метров, происходящий в течение 1-2 суток. Происходит затопление огромных территорий, смываются мосты и дороги, уничтожаются посевы, гибнет скот. Повторяются данных наводнений составляет 1 раз в 10-12 лет.

Прогнозирование экстремальных погодных явлений составляет до 3-5 суток. Оправданность прогнозов, составленных

Гидрометцентром Карельского УГМС, достигает 95%. Необходимо отметить, что не все экстремальные погодные явления возможно предотвратить. Энергия даже среднего циклона, выходящего на республику, превышает все энергетические ресурсы края. экстремальные погодные явления отрицательно влияет на такие ключевые секторы экономики, как энергетика, водопользованиеи водопотребление, морское и озерное судоходство, и жилищно-коммунальное хозяйства. Но, при использовании в практической деятельности прогнозы экстремальных погодных явлений и принимая необходимые меры, можно существенно снизить ущерб, который приходится на агропромышленный комплекс, коммунальное хозяйство, энергетику и транспорт.

К критериям точности прогноза относится:

– наблюдательные сети,

– вычислительные мощности,

– программы для обработки данных метеонаблюдений.

Для эффективного сокращения ущерба от экстремальных погодных явлений необходима большая заблаговременность, чем 3-5 суток. Ущерб от опасных явлений погоды может быть уменьшен за счет совершенствования точности прогнозов. Более точное прогнозирование позволит обеспечить прибытие спасательных служб в нужное время, подготовить мероприятия по преодолению последствий и позволит организовать, при необходимости,эвакуацию населения.

Согласно данным Международной стратегии ООН в области уменьшения последствий природных катастроф, ущерб от наводнений может быть снижен на 35% при заблаговременном предупреждении. Система управления при экстремальных погодных явлениях в первую

очередь должна включать качественный потенциал в области подготовки краткосрочных и среднесрочныхпрогнозов температуры, осадков и ветра с высокой точностью и пространственным разрешением. Наряду с основными прогнозами система управления при чрезвычайных явлениях погоды дополнительно нуждается в точной информации о погоде на период от 0 до 6 часов.

Для создания системы экологической безопасности необходим комплексный подход, который основывается на объединении важнейших задач создания баз знаний о динамике климата, а также адаптационных программ, способствующих предотвращению негативного влияния климатических изменений на социальные, экономические, стратегические направления обеспечения экологической и гидрометеорологической безопасности г. Петрозаводска в условиях современных климатических изменений.

Решение второй части главной задачи после увеличения точности прогнозапо снижению отрицательного воздействия на безопасность жизни и имущества людей, а также на функционирование экономики зависит от эффективного использования в отраслях экономики гидрометеорологической информации, в формате специализированной гидрометеорологической продукции, а также долгосрочных прогнозов в целях адаптации к климатическим изменениям. Разработка и реализация оперативных и долгосрочных мер по адаптации изменениям климата является, согласно Климатической доктрине Российской Федерации, одной из основных задач климатической политики.

В пределах городской черты загрязнения почв пестицидами сверх максимально допустимого уровня не отмечалось. Загрязнение земель нефтепродуктами имеет место на территориях промышленных предприятий и вдоль железных дорог.

Загрязнения свинцом и цинком сверх предельно допустимой концентрации отмечается в верхних слоях почвы вдоль автомобильных и железнодорожных магистралей. К наиболее повторяемым природным явлениям относятся гидрометеорологические, как наиболее часто повторяются в Республике Карелия, а именно: паводки, наводнения, сильный ветер, пожары, ливневые дожди, град, засухи, продолжительные и обильные осадки и наводнения. По частоте повторения данные явления наносят большой ущерб службам коммунально-жилищного хозяйства и экономике.

В г. Петрозаводске функционируют порты, для которых также огромную роль играет учет гидрометеорологических факторов. Выбор наилучшего пути для судна в море не может быть осуществлен без учета данных фактов.

Кратчайшие по расстоянию пути по времени могут занимать гораздо большее количество времени вследствие потери скорости при неблагоприятныхгидрометеорологических условиях. Наибольшее влияние на скорость судна оказывает волнение и ветер, течения, видимость и другие гидрометеорологические факторы. Поэтому для ряда случаев целесообразнее идти не по кратчайшему расстоянию, а прокладывать курс в обход опасных в гидрометеорологическом отношении зон, то есть следуя оптимальному пути. Хочется еще раз подчеркнуть важность совершенствования точности прогноз гидрометеорологических характеристик.

Далее, хочется отметить, воздействия города на климат — это уменьшение прозрачности и чистоты городского воздуха, что является наиболееблагоприятным фактором. Над городом скапливается большое количество загрязняющий веществ, представленных в виде различных органических и неорганических соединений в твердом, жидком и газообразном состоянии, которые являются следствием предприятий

отопления, промышленных предприятий, автомобильного транспорта, что уменьшает приход лучистой энергии и увеличивает тепловыделение. Затраты тепла на испарение в городе минимальны в связи с малой водопроницаемости поверхности и быстрому стоку осадков.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Петрозаводска оценивается, как высокий. Неблагополучное экологическое состояние воздушного бассейна в городе обусловлено, в основном, огромным количество автотранспорта. Свой вклад вносят и выбросы технически устаревших производственных объектов. Загрязнению воздушного бассейна в городах способствует использование низкокачественного топлива на предприятиях электроэнергетики и сотнях малых котельных, высокая повторяемость приземных, приподнятых инверсий и слабых скоростей ветра.

Увеличение масштабов загрязнения атмосферы требуют эффективных способов её защиты. Для улучшения ситуации необходимо строительство объездных магистралей, транспортных развязок, воздушных переходов, стоянок для частного транспорта, а также проведение мероприятий по озеленению городских территорий. Также необходимо более широкое использование видов общественного транспорта, не приводящих к возникновению явления атмосферного смога: троллейбусы, трамваи, надземные электропоезда.

Вследствие загрязненности атмосферного воздуха города и нехватки растительность, резко возрастает необходимость озеленения. Известно, что зеленые насаждения поглощают из атмосферы загрязняющие вещества, пыль, уменьшают количество углекислого газа, ионизируют воздух. Также растения способствуют увлажнению воздуха, образованию воздушных потоков и снижению уровня шума в жилых районах. для очищения городской среды от пыли и газа в черте города необходимо дальнейшее благоустройство и озеленение. В настоящее время

Петрозаводск не имеет гарантированной системы водоснабжения. Перепады высот в городе осложняют систему водоснабжения. Появляется необходимость в большом количестве водонапорных подстанций для подачи воды в дома повышенной этажности, расположенных высоко над уровнем общей системы коммуникаций, что часто провоцирует отказ системы водоснабжения при отключении электроэнергии. Источники питьевого водоснабжения загрязнены вследствие антропогенного воздействия.

В настоящее время Петрозаводск не имеет гарантированной системы водоснабжения. Перепады высот в городе осложняют систему водоснабжения. Появляется необходимость в большом количестве водонапорных подстанций для подачи воды в дома повышенной этажности, расположенных высоко над уровнем общей системы коммуникаций, что часто провоцирует отказ системы водоснабжения при отключении электроэнергии. Источники питьевого водоснабжения загрязнены вследствие антропогенноговоздействия.

Необходимо повышение эффективности систем водоснабжения и водоотведения и устойчивости их функционирования; анализ объемов доступной для питьевого водоснабжения населения пресной питьевой воды в среднесрочной перспективе, с учетом выявленной тенденции к общему сокращению величин атмосферных осадков, что может повлиять на состояние поверхностных водных объектов, их которых осуществляется городской водозабор

Цели долгосрочного устойчивого развития города и его транспорта заключаются в следующем:

- сохранение и улучшение качества жизни

- уважение права на мобильность каждого в отдельности

- снижение негативного влияния транспорта на здоровье людей

- снижение негативного влияния транспорта на окружающую среду

- обеспечение и стимулирование экономического развития города. Суть устойчивой мобильности подразумевает предложение экологически чистых видов транспорта, которые включают в себя коллективные транспортные средства (троллейбус, трамвай, автобус) и пешеходное и велосипедное движение.

Нарастание рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Рост негативного антропогенного воздействия на природу, усилениенеблагоприятного изменения климата и его негативного влияния на предприятия города и важнейшие объекты его жизнеобеспечения, находящихся в сильнойзависимости от погодных и климатических условий: наземный и водный транспорт, деятельность портов, функционирование линий теплоснабжения иэлектроснабжения, обеспечение населения достаточными объемами чистой пресной воды. Все вышеперечисленные факторы приводят к тому, что в г.Петрозаводске необходима разработка комплексного плана адаптации города к изменениям климата для снижения аварийности, а также строительство и модернизация транспортной и энергетической инфраструктуры, жилищногокомплекса и объектов жизнеобеспечения с использованием механизмовгосударственно-частного партнерства и специальных режимов ведениях хозяйственной деятельности.

Наиболее важные современные водно-экологические проблемы и практические рекомендации по ним связаны с:

- влиянием природных и антропогенных изменений климата на водные экосистемы Севера;

- закислением водоемов и определением их устойчивости, буферной емкости;

- эвтрофированием и токсическим воздействием на гидробионты крупнейших озер Европы: Онежского и Ладожского;

- воздействием сточных вод на водные системы. Приоритетное значение имеет изучение влияния стоков предприятий ЦБП на крупнейшие озера Европы, а также на ряд других водоемов Карелии (Выгозеро, Суоярви), и влияния сбросов (в особенности поступления калия) из хвостохранилища Костомукшского ГОКа на водную систему;

- состоянием Белого моря, в особенности прибрежной зоны Карельского побережья, выбором мест, наиболее благоприятных для разведения марикультур;

- более широким использованием подземных вод (в большей степени, чем поверхностные, защищенных от антропогенного влияния) для питьевого водоснабжения Республики, учитывая особую остроту со снабжением населения доброкачественной питьевой водой, отвечающей российским стандартам на питьевую воду;

- расширением использования минеральных вод и лечебных грязей в бальнеологических целях.;

- изучением биоразнообразия водных систем (в первую очередь в зоне, примыкающей к границе с Финляндией, где сохранились почти нетронутые человеческой деятельностью леса) при продолжающемся антропогенном влиянии (сведение лесов, лесная и сельскохозяйственная мелиорация, загрязнения);

- прогнозом изменений состояния водных систем под воздействием изменений климата и антропогенной нагрузки и др.;

- реализацией проблемного мониторинга с внедрением перспективных, в том числе дистанционных, методов оценки состояния экосистем;

- изучением возможных изменений экосистем при строительстве газопроводов, новых дорог, населенных пунктов и предприятий;

- созданием на единой основе баз данных, геоинформационных систем (ГИС) по водно-экологическим проблемам для Республики Карелия и г Петрозаводска и сопредельных регионов;

- оценкой водоресурсного потенциала, характера и особенностей его использования в новых социально- экономических условиях.

Заключение

Обеспечение экологической безопасности города необходимо для защиты природной среды и человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, и их последствий. Обеспечение экологической безопасности города необходимо для защиты природной среды и человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, и их последствий.

Петрозаводск — крупный город на берегу Онежского озера, в Олонецкой Карелии. Административный центр Республики Карелии В настоящее время экологическая ситуация в Карелии характеризуется как стабильная, но достаточно напряжённая.

Основные особенностей циркуляции атмосферы в регионе Северной Атлантики в последние десятилетия произошло из-за формирования в северо- восточной части Атлантического океана в зимний период взрывных циклонов, которые в случае выхода на Европу наносят большой материальный ущерб. Возникновению таких циклонов предшествуют выносы холодного сухого воздуха с североамериканского континента или из Гренландии на океан при высоких значениях суточного индекса североатлантического колебания. Атмосферная циркуляция представлена системой, которая состоит из областей низкого и высокого давления, в течение года наблюдается идентичное соответствие в ходе изменения давления в течение года в алеутской и исландской депрессиях. алеутская депрессия занимает самое северное положение в осенний период, а наиболее южное зимой и летом. находясь в Северной Атлантике в зимний период оба центра действия атмосферы, сосредотачиваются практически на одном меридиане, и далее расходятся в разные стороны. перемещения депрессий в

полугодовой динамике наблюдается по часовой стрелке.

Анализируя графики многолетних значений количества осадков, было выявлено что в населенных пунктах республики наблюдаются положительные полиномиальные п тренды изменчивости средней за год количества осадков. Таким образом можно сказать, что в целом в республике Карелия наблюдается увеличение числа выпавших осадков.

Графики многолетнего хода годовых температур показывали положительную динамику, наблюдаются положительные полиномиальные тренды изменчивости средней за год температуры воздуха. Можно сказать, что в целом в республике Карелия наблюдается повышение среднегодовых температур воздуха.

Основным направлением ветра, преобладающими для Петрозаводска в течение всего года являются ветры юго-западного, южного и восточного направлений. Говоря о среднемесячной скорости ветра, делаю вывод, что они составляют 2,5 – 4,0 м/с. Для рассматриваемого города характерна высокая влажность из-за наличия вблизи него крупных водных объектов. Белое и Баренцево море, Онежское и Ладожское озеро, Финский залив, а также разветвленная сеть озерно-речных систем обуславливают достаточно неоднородную картину климата. Помимо упомянутых выше условий, характерной особенностью региона является частая смена воздушных масс, которые формируются над Арктикой и Атлантикой.

В Карелии растет ущерб от опасных погодных и климатических явлений. Самые большие экономические потери, что составляет 90 %, приходятся на такие явления природы, как паводки, наводнения, сильный ветер, пожары.

Вследствие проведения корреляционного анализа было выявлено, что связь Северо- Атлантического колебания и температурой воздуха в г. Петрозаводске характеризуется как обратная средняя. Связь между температуройвоздуха и повторяемости экстремальных погодных явлений во

Петрозаводске характеризуется как обратная умеренная. Влияние температурного режима на повторяемость экстремальных погодных условий обратное умеренное, при повышении температуры наблюдалось уменьшение повторяемости экстремальных погодных явлений. Электроснабжение и теплоэнергетика являются важными отраслями для обеспечения функционирования жизни города. Данные отрасли находятся в прямой зависимости от изменений климата и его изменений, так как в связи с географическим положением г. Петрозаводска аварии системы электроснабжение и теплоэнергетика подвержены авариям вследствие, наводнений, сильных ветров, снегопадов, дождей и града, сильных морозов.

Обеспеченность Карелии поверхностными водными ресурсами достаточно высока, и количественные параметры не являются фактором, лимитирующим развитие экономики республики. Серьезные проблемы с водоснабжением населения и отдельных хозяйственных объектов имеют либо организационно-технический характер, либо связаны с несоответствием качества воды в природных источниках предъявляемым требованиям.

Основным источником централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Петрозаводска являются поверхностные воды Петрозаводской губы Онежского озера. Доля использования подземных вод в общем балансе хозяйственно питьевого водоснабжения составляет менее 5%. 2. Используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Петрозаводска подземные воды надежно защищены от поверхностного загрязнения на большей части территории. Для подземных вод характерны повышенные содержания железа и марганца, имеющих природное происхождение.

Наиболее актуальных проблем воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду в республике остается проблема образования отходов производства и потребления. В 2020 году общий объем

образования отходов снизился на 0,6% и составил 150,128 млн т. При этом увеличились по сравнению с 2019 годом объемы образования отходов II класса (высокоопасные) на 0,022 тыс.т (50%) и III класса (умеренно опасные) – на 1,77 тыс.т (19,2%). Снижение объемов образования отходов достигнуто по отходам I класса (чрезвычайно опасные) – на 0,003 тыс. т (8,8%), IV класса (малоопасные) – на 177,9 тыс. т (33,4%) и V класса (практически неопасные) – на 753,9 тыс. т (на 0,5%).

Одной из главных проблем транспортной системы г. Петрозаводска является регулирование грузоперевозок, направление их в обход центра и жилых районов для защиты этих территорий от негативного воздействия. Стимулирование и использование экологически более чистого транспорта в черте города может ускорить модернизацию грузового автопарка. Необходимость в создании предпосылки для увеличения объемов перевозки тяжелых железнодорожным транспортом и сделать так, чтобы железнодорожный и автомобильный транспорт имел хороший доступ к грузовым перевалочным центрам. Функционирование наземного транспорта находится в прямой зависимости от климата и его изменений, поэтому управлению дорог и благоустройства администрации города Петрозаводска необходимо своевременно выполнить работы по очистке дорожной инфраструктуры от снега и льда, упавших деревьев, затрудняющих проезд, а также иных объектов, другихнеотложных работ по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации.

Таким образом для создания системы экологической безопасности необходим комплексный подход, который основывается на объединении важнейших задач создания баз знаний о динамике климата.

1. Совершенствования точности прогнозов. Более точное прогнозирование позволит обеспечить прибытие спасательных служб в нужное время, подготовить мероприятия по преодолению последствий и позволит организовать, при необходимости, эвакуацию населения.

2. Более широкое использование видов общественного транспорта, не приводящих к возникновению явления атмосферного смога: троллейбусы, трамваи, надземные электропоезда. Повышение эффективности систем водоснабжения и водоотведения и устойчивости их функционирования; анализ объемов доступной для питьевого водоснабжения населения пресной питьевой воды в среднесрочной перспективе, с учетом выявленной тенденции к общему сокращению величин атмосферных осадков, что может повлиять на состояние поверхностных водных объектов, их которых осуществляется городской водозабор.

3. Разработка комплексного плана адаптации г. Петрозаводска к изменениям климата для снижения аварийности на предприятиях и важнейших объектах жизнеобеспечения, находящихся в сильной зависимости от погодных и климатических условий: наземный и водный транспорт, деятельность портов, функционирование линий теплоснабжения и электроснабжения, обеспечение населения достаточными объемами чистой пресной воды.

4. Техногенное загрязнение подземных вод носит локальный (точечный) характер, не постоянно во времени и на качестве подземных вод, эксплуатируемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, не сказывается. Максимальная нагрузка на гидрохимическое состояние подземных вод отмечается в пределах Петрозаводской городской агломерации. Загрязнению наиболее подвержены слабозащищенные воды четвертичных отложений. Рекомендуется проведение регулярных наблюдений на таких участках.

5. Для оперативного контроля за состоянием подземных вод необходимо ведение постоянного локального (объектного) мониторинга подземных вод недропользователями и представление данных в систему

ГМСН.В пределах г. Петрозаводск развиваются подтопление, гравитационно абразионные и гравитационно-эрозионные процессы.

6. Для защиты территорий от подтопления рекомендуется строительство дренажных сооружений, прочистка открытых водотоков и других элементов естественного дренирования, сооружение противофильтрационных завес, предупреждение утечек из водонесущих коммуникаций, регулирование стока поверхностных вод, проведение гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений для защиты железобетонных конструкций от негативного воздействия подземных вод

7. В весенний паводковый период при выпадении обильных осадков процесс подтопления наблюдается на территориях пониженного рельефа местности и возможен во всех районах республики.

8. Для снижения ущерба от негативных воздействий гравитационных процессов рекомендуется применение следующих мероприятий и сооружений: закрепление грунтов, строительство удерживающих сооружений и конструкций, строительство новых и ремонт существующих берегозащитных сооружений, регулирование стока поверхностных вод, предотвращение инфильтрации воды в грунт и эрозионных процессов, агролесомелиорация, регулирование хозяйственной деятельности.

9. При проектировании инженерной защиты от процесса овражной эрозии следует рассматривать целесообразность применения следующих мероприятий и сооружений, направленных на предотвращение и стабилизацию этого процесса: агролесомелиорация; строительство водоулавливающих, водоудерживающих и водорегулирующих сооружений для перехвата и замедления поверхностного стока; укрепление участков активного размыва (засыпка эрозионных форм с последующей планировкой территории, мощение их камнем, укрепление их бетонными плитами или асфальтом)

10. Для защиты территорий подверженных эоловым процессам, рекомендуется создание систем из механической защиты и агролесомелиорация.

Для создания системы экологической безопасности необходим комплексный подход, который основывается на объединении важнейших задач создания баз знаний о динамике климата, а также адаптационных программ, способствующих предотвращению негативного влияния климатических изменений на социальные, экономические, стратегические направления обеспечения экологической и гидрометеорологической безопасности г. Петрозаводска в условиях современных климатических изменений.

Резюмируя, можно сказать, что для обеспечения экологической безопасности города Петрозаводска и республики Карелия, с учетом влияния климатических факторов необходимо:

- Совершенствования точности прогнозов. Более точное прогнозирование позволит обеспечить прибытие спасательных служб в нужное время, подготовить мероприятия по преодолению последствий и позволит организовать, при необходимости, эвакуацию населения.

- Более широкое использование видов общественного транспорта, не приводящих к возникновению явления атмосферного смога: троллейбусы, трамваи, надземные электропоезда.

- Дальнейшее благоустройство и озеленение территорий в черте самого города.

- Повышение эффективности систем водоснабжения и водоотведения и устойчивости их функционирования; анализ объемов доступной для питьевого водоснабжения населения пресной питьевой воды в среднесрочной перспективе, с учетом выявленной тенденции к общему сокращению величин атмосферных осадков, что может повлиять на состояние поверхностных водных объектов, их которых осуществляется

городской водозабор.

- Разработка комплексного плана адаптации к изменениям климата для снижения аварийности на предприятиях и важнейших объектах жизнеобеспечения, находящихся в сильной зависимости от погодных и климатических условий: наземный и водный транспорт, деятельность портов, функционирование линий теплоснабжения и электроснабжения, обеспечение населения достаточными объемами чистой пресной воды.

Стратегия устойчивого развития Республики Карелия и города Петрозаводска, рассчитанная на длительную перспективу, должна отвечать потребностям сегодняшнего поколения, но и предоставить будущим поколениям возможность для удовлетворения своих запросов. Она направлена на бережное отношение к окружающей среде, ограниченное использование природных ресурсов, сохранение достойного жизненного пространства. Охрана здоровья и окружающей среды - важный вклад в сохранение и улучшение качества жизни сегодняшнего и будущих поколений.

Список использованных источников

1. Астафьева Н.М., Раев М.Д. Влияние крупномасштабного удаленного атмосферного окружения на траектории тропических циклонов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов: Сб. науч. ст. Т. 7. М.: ДоМира, 2010. № 1. С. 61-74.

2. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов / Под ред. Н.Н. Филатова, А.Ю. Тержевика. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 335 с.

3. Бышев В.И. Синоптическая и крупномасштабная изменчивость океана и атмосферы. М.: Наука, 2003. 344 с.

4. Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А., Серых И.В. Эль-Ниньо как следствие глобальной осцилляции в динамике климатической системы Земли // Доклады Академии Наук. 2012. Т. 446. № 1. С. 89-94. https://doi.org/10.1134/S1028334X12090012.

5. Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А., Серых И.В., Сонечкин Д.М. О статистической значимости и климатической роли Глобальной атмосферной осцилляции // Океанология. 2016. Т. 56. № 2. С. 179-185. https://doi.org/10.1134/S000143701602003X.

6. Бюллетень Всемирной метеорологической организации. Т. 67(2). 2018. 80 с.

7. Вакуленко Н.В., Серых И.В., Сонечкин Д.М. Хаос и порядок в атмосферной динамике. Часть 3. Предсказуемость Эль-Ниньо // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2018. Т. 26. № 4. С. 75-94. https://doi.org/10.18500/0869-6632-2018-26-4-75-94.

8. Диксон Р., Майнке Й. Океанографические условия Атлантики в 1998-1999 гг. и их постепенное восстановление после экстремальных

воздействий // Сб. докл. Междунар. симпозиума «100 лет океанографических наблюдений на разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море». Мурманск: Изд-во ПИН-РО, 2005. С. 130-144.

9. Климат Карелии: изменчивость и влияние на водные объекты и водосборы / Отв. ред. Н.Н. Филатов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. 224 с.

10. Красильникова В.В. Анализ многолетней изменчивости приземной температуры воздуха в районе Двинского залива Белого моря за период 1915-2015 гг. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2018. № 2(368). С. 110-119.

11. Лоция Белого моря. СПб: Мин. обороны СССР, ГУНиО. 1995. № 1110. 336 с.

12. Серых И.В., Сонечкин Д.М. Хаос и порядок в атмосферной динамике: Часть 1. Хаотические вариации погоды // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2017а. Т. 25. № 4. С. 4-22. https://doi.org/10.18500/0869-6632-2017-25-4-4-22.

13. Серых И.В., Сонечкин Д.М. Хаос и порядок в атмосферной динамике. Часть 2. Междугодовые ритмы Эль-Ниньо-Южного колебания // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2017б. Т. 25. № 5. С. 5-25. https://doi.org/10.18500/0869-6632-2017-25-5-5-25.

14. Серых И.В., Сонечкин Д.М. Сопоставление временных энергетических спектров индексов Эль-Ниньо - Южного колебания и глобальных полей температуры и атмосферного давления в приповерхностном слое // Фундаментальная и прикладная климатология. 2017в. Т. 2. С. 144-155. https://doi.org/10.21513/2410-8758-2017-1-144-155.

15. Серых И.В. О динамике и структуре Глобальной атмосферной осцилляции в климатических моделях и реальности // Океанологические исследования. 2018. Т. 46. № 1. С. 14-28. https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2018.46(1).2.

16. Система Белого моря. Природная среда водосбора Белого моря. Т. 1. М.: Научный мир, 2010. 480 с.

17. Толстиков А.В. Изменчивость температуры поверхностного слоя Белого моря. М.: ГЕОС, 2016. 212 с.

18. Толстиков А.В., Филатов Н.Н., Здоровенное Р.Э. Белое море и его водосбор // Свид. о гос. рег. базы данных № 2010620435. 16 августа 2010 г.

19. Толстиков А.В., Чернов И.А. Изменчивость биогеохимических процессов в Белом море для разных климатических условий по данным моделирования // Труды Карельского научного центра РАН. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2019. № 6. С. 1-11. https://doi.org/10.17076/eb95.

20. Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата // Метеорол. и гидрол. — 2004. — № 4. — С. 50–67.

21. Мещерская А. В., Голод М. П., Белянкина И. Г. Колебания уровня Каспийского моря в связи с особенностями общей циркуляции атмосферы в XX веке // Изменения климата и их последствия. — СПб: Наука, 2002. — С. 180–195.

22. Всероссийский научно- исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мирового центра данных ВНИИГМИ-МЦД МЧС Карелии. Изменения климата и их последствия. — СПб: Наука, 2018. — С. 105–117.

24. Сепп М., Джоагус Д. Причины увеличения температуры воздуха в Тарту в марте // Всемирная конференция по изменению климата: Тезисы докладов. — М., 2003. — С. 480.

25. Кобак К. И., Кондрашева Н. Ю., Лугина К. М. и др. Анализ многолетних метеорологических наблюдений в Северо-Западном регионе России // Метеорол. и гидрол. — 1999. — № 1. — С. 30–38.

26. Мирвис В. М. Закономерности изменения режима температуры воздуха на территории России в последнее столетие //

27. Станци метеорологичеких наблюдений МС Петрозаводск, МС Карелия, МС Кемь, МС Сегежа, МС Калевала. КарелГидромет 2022 г.
28. Lake Vortsjarv / Ed. J. Haberman, E. Pihu, A. Raukas. — Tallinn: Estonian Encyclopaedia Publ., 2004. — 464 p.

29. Герд А. С. Исторические границы и ареалы Обонежья по данным разных гуманитарных наук // Очерки исторической географии: Северо-Запад России: Славяне и финны / А. Алквист, В. А. Булкин, И. Ю. Винокуров и др.; под общ. ред. А. С. Герда, Г. С. Лебедева. СПб., 2001. С. 409–416.

30. Глаголева А. Топонимика Обонежья (из доклада в Ист.-этнолог. секции 13/III 1929 г.) // Бюл. ЛОИКФУН, вып. 30 (авторефераты докладов и хроника работы). Л., 1929. С. 6–8.

31. Гюнтер А. К. Материалы к флоре Обонежского края // Тр. Петерб. о-ва естеств. 1880. Т. 11, вып. 2. С. 17–60.

32. Кесслер К. Ф. Материалы для познания Онежского озера и Обонежского края, преимущественно в зоологическом отношении. СПб., 1868. 143 с. (Прил. к трудам I Съезда русских естествоиспытателей.)

33. Курило М. О., Немкович Е. Г. Прионежье // Карелия: Энциклопедия: В 3-х т. / Гл. ред. А. Ф. Титов. Т. 2: К–П. Петрозаводск, 2009. С. 428.

34. Логинов К. К. Аморфные и обособленные группы русских в Олонецкой губернии // Европейский Север: история и современность: Тез. докл. Всерос. науч. конф. Петрозаводск, 1990. С. 140.

35. Майнов В. Поездка в Обонежье и Корелу. 2-е изд. // Журн. «Знание». СПб., 1877. 318 с.

36. Муллонен И. И. Этнолингвистическая история Обонежья // Очерки исторической географии: Северо-Запад России: Славяне и финны / А. Алквист, В. А. Булкин, И. Ю. Винокуров и др.; под общ. ред. А. С. Герда, Г. С. Лебедева. СПб., 2001. С. 332–248.

37. Мызников С. А. Русские говоры Обонежья. Ареально-этимологическое исследование лексики прибалтийско-финского происхождения. М., 2003. 540 с.

38. Очерки исторической географии: Северо-Запад России: Славяне и финны / А. Алквист, В. А. Булкин, И. Ю. Винокуров и др.; под общ. ред. А. С. Герда, Г. С. Лебедева. СПб., 2001. 512 с.

39. Поляков И. С. Три путешествия по Олонецкой губернии. Петрозаводск, 1991. 225 с.

40. Спиридонов А. М. Административно-территориальные границы в эпоху средневековья // Очерки… СПб., 2001. С. 352–359.

41. Эпштейн Е. М. Примечания // Поляков И. С. Три путешествия по Олонецкой губернии. Петрозаводск, 1991. С. 210.

42. Атлас Карельской АССР. – М., 1989. – С.14-15.

43. Бугмырин С.В. К вопросу о северной границе распространения Ixodes persulcatus (Acari: Ixodidae) в Карелии / С.В. Бугмырин, Л.Е. Назарова, Л.А. Беспятова, Е.П Иешко // Известия РАН. Серия биологическая. – 2013. –

№2. – С. 240-244.

44. Груза Г.В. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха / Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова – Обнинск : ФГБХ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012. – 194 с.

45. Климат Карелии: изменчивость и влияние на водные объекты и водосборы под ред. Н.Н. Филатова. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2004. – 224 с.

46. Климат Петрозаводска / ред. Ц.А. Швер. – Л.,1982. – 212 с.

47. Климат Сортавалы / ред. Ц.А. Швер и Л.С. Раковой. – Л., 1988. – 117с.

48. Назарова Л. Е. Многолетние изменения температуры воздуха в Карелии / Л. Е. Назарова // География и природные ресурсы. – 2008. – № 3. – С. 75 – 79.

49. Назарова Л.Е. Особенности динамики температурного режима Карелии / Л.Е. Назарова // География и природные ресурсы. – 2012. – №4. – С. 170 – 174.

50. Романов А.А. О климате Карелии / А.А. Романов. – Петрозаводск,1961. – 139 с.

51. Филатов Н.Н. Изменения климата Восточной Фенноскандии / Н.Н. Филатов. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 1997. – 147 с.

52. Водные ресурсы России, 2008; Груза и др., 2008; Оценочный доклад, 2008

53. Большиянов и др. 2009; Фролов и др., 2009

54. Бардин М.Ю., Полонский А.Б. Североатлантическое колебание и синоптическая изменчивость в Европейско-Атлантическом регионе в зимний период // Изв. РАН, Физика атмосферы и океана. 2005. Т. 41. № 2. С. 3–13.

55. Гулев С.К., Колинко А.В., Лаппо С.С. Синоптическое взаимодействие океана и атмосферы в сред- них широтах. СПб.: Гидрометеоиздат, 1994. 320 с.

56. Исаев А.А. О климатических рекордах в Москве зимой и в холодный сезон 2006/07 г. // Метео- рология и гидрология. 2007. № 9. С. 41–47.

57. Курбаткин Г.П. Об оценке полувековой эволюции механизмов, контролирующих в годовом цикле теплообмен между высокими и средними широтами // Изв. РАН, Физика атмосферы и океана. 2008. Т. 44. № 4. С. 419–434.

58. Линейкин П.С. Гидродинамическая теория муссонов над круглым островом // Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз. 1947. Т. 11. № 2. С. 103–126.

59. Линейкин П.С. Теория конвекции в прямоугольном бассейне // Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз. 1949. Т. 13. № 5. С. 393–408.

60. Линейкин П.С., Кутало А.А. Динамика течений Северной Атлантики и их сезонные изменения // Изв. АН СССР, Физика атмосферы и океана. 1974. Т. 10. № 4. С. 387–399.

61. Мохов И.И., Елисеев А.В. и др. Североатлантическое колебание: диагноз и моделирование десятилетней изменчивости и ее долгопериодной эволюции // Изв. РАН, Физика атмосферы и океана. 2000. Т. 36. № 5. С. 605–616.

62. Муравьев А.В., Куликова И.А., Круглова Е.Н. Распределение экстремальных погодных явлений и пожаров по данным реанализа и гидродинамического моделирования // Метеорология и гидрология. 2009. № 7. С. 33–47.

63. Нестеров Е.С. Изменчивость характеристик атмосферы и океана в атлантико-европейском регионе в годы событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья // Метеорология и гидрология. 2000. № 8. С. 74–83.

64. Нестеров Е.С. О фазах североатлантического колебания // Метеорология и гидрология. 2003.

№ 1. С. 64–74.

65. Нестеров Е.С. О влиянии температуры воды и потоков тепла на поверхности океана в Северной Атлантике на циркуляцию атмосферы // Метеорология и гидрология. 2009а. № 1. С. 39–46.

66. Нестеров Е.С. О восточноатлантическом колебании циркуляции атмосферы // Метеорология и гидрология. 2009б. № 12. С. 32–40.

67. Нестеров Е.С. О формировании взрывных циклонов в северо-восточной части Атлантического океана // Метеорология и гидрология. 2010 (в печати).

68. Полонский А.Б., Башарин Д.В., Воскресенская Е.Н., Ворли С. Североатлантическое колебание: описание, механизмы и влияние на климат Евразии // Морской гидрофизический журнал. 2004. № 2. С. 42–59.

69. Попова В.В., Шмакин А.Б. Влияние североатлантического колебания на многолетний гидротер- мический режим Северной Евразии. I. Статистический анализ данных наблюдений // Метеоро- логия и гидрология. 2003. № 5. С. 62–74.

70. Смирнов Н.П., Воробьев В.Н., Качанов С.Ю. Североатлантическое колебание и климат. СПб.: РГГМУ, 1998. 121 с.

71. Возрождение Карелии : Концепция соц.-экон. развития Респ. Карелия на период 1999-2002-2010 гг. / [Подгот.: В. Н. Масляков и др.]. - 2. изд. - Петрозаводск : Карел. науч. центр, 2000.

72. Энергетика Карелии : Соврем. состояние, ресурсы и перспективы развития / Г. А. Борисов, Г. И. Сидоренко; Рос. акад. наук. Кар. науч. центр. - СПб. : Наука, 1999

73. Региональная экономика: Учебное пособие / Под ред. М.В. Степанова. – М.: ИНФА-М, Изд-во Рос.экон.акад., 2000. – 463 с.

74. http:\\www.karelia.ru – [Официальный сайт Республики Карелия].

75. **http://www.ticrk.ru/putevoditel/transport-karelii/**