



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологических прогнозов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему: «Влияние современного изменения климата
на животный мир Арктики»

Исполнитель

Васильев Михаил Викторович
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

кандидат географических наук
(ученая степень, ученое звание)

Цепелев Валерий Юрьевич

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

[Подпись]

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Анискина Ольга Георгиевна

(фамилия, имя, отчество)

« 10 » июня 2024 г.

Санкт-Петербург
2024

Содержание

Глава 1. Анализ современных изменений климата в Арктике	6
1.1 Географические положение и характеристика Арктического региона	6
1.2 Рельеф Арктики.....	8
1.3 Ледовый покров Арктики	13
1.4.1 Изменения температуры.....	14
1.4.3 Осадки	15
1.4.4 Температура вечной мерзлоты	16
1.4.5 Снежный покров	16
Глава 2. Воздействие изменения климата на экосистемы Арктики	17
2.1 Растительность Арктики	17
2.2 Животные Арктики	18
2.3 Изменения в морских экосистемах Арктики	22
2.4 Изменения в наземных экосистемах Арктики	23
Глава 3. Исследование метеорологических особенностей Арктического региона России.....	27
3.1. Исходные данные и рассматриваемая территория.....	27
3.2. Анализ среднемесячных температур воздуха за тёплый и холодный период.....	27
3.3 Изменение ледового покрова Арктического региона и его влияние на популяцию и миграцию белых медведей и моржей.....	53
Заключение	57

Список использованной литературы.....	58
---------------------------------------	----

Введение

В связи с глобальными изменениями климата активно тают льды в Арктике. Ясно, что такое явление оказывает негативное влияние на прибрежные районы и местную популяцию животных. Меняются очертания берегов и эти изменения могут представлять угрозу для тех, кто обитают в прибрежных районах. Изменение климата – это не просто абстрактная угроза, а реальность, которая уже сегодня оказывает драматическое влияние на жизнь животных Арктики. Актуальность этой проблемы обусловлена следующими факторами:

1. Угроза биоразнообразию: Арктика – это дом для уникальных и хрупких экосистем, которые формировались тысячелетиями. Изменение климата нарушает баланс этих систем, ведет к исчезновению видов и сокращению биоразнообразия. Утрата арктических видов может привести к необратимым последствиям для экосистем в целом.

2. Каскадный эффект на экосистемы: Арктические экосистемы тесно связаны между собой. Изменение одного вида может привести к негативным последствиям для других. Например, сокращение популяции леммингов может повлиять на численность песцов, а их исчезновение может привести к перенаселению оленей, что, в свою очередь, может привести к деградации тундровой растительности.

3. Угроза традиционному образу жизни: для коренных народов Арктики животный мир – это источник пропитания, одежды и традиционной культуры. Изменение климата угрожает этому образу жизни, делая охоту и рыболовство более сложным и опасным. Это может привести к утрате традиционных знаний и культурных ценностей.

4. Глобальные последствия: Изменение климата в Арктике не ограничивается только этим регионом. Изменения в арктических экосистемах могут оказать влияние на глобальные климатические процессы, такие как

уровень моря и течения океана. Это может иметь катастрофические последствия для всего мира.

5. Необходимость срочных действий: Актуальность проблемы изменения климата в Арктике заключается в том, что необходимо принимать срочные меры для смягчения его последствий. Это требует сотрудничества между государствами, международными организациями и местными сообществами.

Цель работы – исследовать влияние изменения климата на животный мир Арктики.

Задачи работы:

- проанализировать температурный режим некоторых станций Арктического региона;
- проанализировать изменения ледового покрова Арктики;
- сопоставить метеорологические данные с изменением популяции животных.

Выпускная квалификационная работа бакалавра состоит из введения, трех глав и заключения. Список использованных источников содержит 19 наименований.

Во введении описывается актуальность работы, цель и определены задачи исследования.

В первой главе описываются общие сведения об Арктической зоне и климате.

Во второй главе описываются животный мир Арктики, а также об изменении популяций некоторых животных.

В третьей главе проанализирован температурный режим Арктического региона, проанализирован ледовый покров, а также проведен сравнительный анализ о том, как изменение климата влияет на животный мир Арктики.

Глава 1. Анализ современных изменений климата в Арктике

1.1 Географическое положение и характеристика Арктического региона

Арктика – самый северный регион Земли, расположенный на Северном полюсе и характеризующийся отчетливо полярными условиями климата, растительного и животного мира и другими физическими особенностями. Этот термин происходит от греческого *arktos* («медведь») и относится к северному созвездию Медведицы. Иногда его использовали для обозначения территории внутри Полярный круг — математическая линия, проведенная на $66^{\circ}30'$ северной широты и обозначающая южную границу зоны, в которой существует по крайней мере один годовой период продолжительностью 24 часа, в течение которого солнце не заходит, и период, в течение которого оно не восходит. Однако эта линия не имеет никакой ценности в качестве географической границы, поскольку она не привязана к характеру местности [1].

Хотя ни одна разделительная линия не является полностью определенной, в целом полезным ориентиром является неправильная линия, обозначающая самую северную границу насаждений деревьев. К северу от линии деревьев относятся Гренландия, Шпицберген и другие полярные острова; северные части материка Сибири, Аляски и Канады; побережье Лабрадора; север Исландии; и полоса арктического побережья Европы (рис.1.1). Однако последняя территория классифицируется как субарктическая по другим причинам.



Рисунок 1.1. – Арктический регион [2]

Условия, типичные для арктических земель, — резкие колебания летних и зимних температур; вечный снег и лед в горах и травы, осоки и невысокие кустарники в низинах; и вечномёрзлые грунты (вечная мерзлота), поверхностный слой которых подвержен летнему оттаиванию. Три пятых территории Арктики находятся за пределами зон постоянного льда. Кратковременность арктического лета отчасти компенсируется продолжительностью дневного солнечного света.

Международный интерес к Арктике и субарктическим регионам неуклонно рос в течение 20-го века, особенно после Второй мировой войны. Здесь задействованы три основных фактора: преимущества маршрута через Северный полюс как кратчайшего пути между важными населенными пунктами, растущая реализация экономического потенциала, такого как минеральные (особенно нефтяные) и лесные ресурсы и пастбища, а также важность регионов в изучение глобальной метеорологии. В XXI веке Арктика получила повышенное внимание как источник глобальных климатических

изменений, поскольку исследования показали, что регион нагревается в несколько раз быстрее, чем остальной мир.

1.2 Рельеф Арктики

Хотя детали рельефа во многих частях Арктики напрямую связаны с плейстоценовыми оледенениями, основные физико-географические подразделения обнаруживают тесную корреляцию с геологическим строением. Два крупнейших щитовых региона – Канадский и Балтийский – имеют схожие ландшафты. К западу от Гудзонова залива, на юго-западе Баффинова острова и в Карелии земля низкая и каменистая, с бесчисленными озерами и разрозненным дренажем. Более широко распространены возвышенности, обычно расположенные на высоте от 300 до 600 метров над уровнем моря и частично покрытые ледниковыми отложениями. Они образуют внутреннюю часть Квебека-Лабрадора и части Северо-Западных территорий в Канаде, а также Лапландское плато в северной Скандинавии. Восточный край Канадского щита в Канаде от Лабрадора до острова Элсмир был поднят в результате изменений земной коры, а затем расчленен ледниками, образовав фьорды, разделяющие горные вершины высотой более 1800 метров. Поверхность щита в Гренландии имеет форму вытянутой котловины, центральная часть которой, находящаяся ниже уровня моря, погребена под ледяной шапкой Гренландии. По окраинам, на восточном и западном побережьях, горный край прорезан глубокими впадинами, по которым к морю стекают местные и внутриконтинентальные ледники. Горы самые высокие на востоке, где их высота превышает 3000 метров.

В щитовых областях, где осадочные породы покрывают кристаллическую разновидность, как в северо-центральной Сибири, южном секторе Канадского архипелага и на Земле Пири, топография варьируется от равнин до плато, причем последнее глубоко расчленено узкими долинами. Далеко за пределами щитов на мягких осадочных породах возникли обширные равнины. В Северной Америке они образуют низменность Маккензи, острова Бэнкс и Принца Патрика, а также часть Арктических равнин на севере Аляски; в Северной Европе образуют Северо-Двинскую и Печорскую равнины. В Сибири на осадочных породах развивались также дельта Оби, ее северо-восточное продолжение до моря Лаптевых, Северо-Сибирская низменность, Западно-Сибирская равнина и восточнее Лено-Колымская равнина (включая Новосибирские острова). Хотя есть различия в степени, эти территории в основном плоские, местами разбиты невысокими скальными уступами и покрыты многочисленными мелководными озерами. Равнины пересекают крупные реки, отложившие глубокие аллювиальные отложения.

Сильно складчатые породы, связанные с двумя орогеническими периодами Арктики, образуют отдельные физико-географические области. Первоначальные горы более древней палеозойской складчатости были давно разрушены эрозией, но в недавнее геологическое время скалы были подняты, и возобновившаяся эрозия, часто ледяная, создала ландшафт плато, холмов и гор, очень похожий на более высокие части щитов. На острове Элсмир горы имеют высоту почти 3000 метров. На Земле Пири и Шпицбергене максимальная высота составляет около 4500 метров, тогда как на восточном Шпицбергене, а также на Новой Земле и Северной Земле возвышенности редко превышают 600 метров. Более молодые группы складчатых гор Северо-Востока Сибири и Аляски в целом расположены выше. Пики высотой 3000 метров встречаются в горах Черского, 4500 метров на Камчатке и еще выше на юге Аляски. Для этого

физико-географического подразделения характерны широкие межгорные котловины, дренированные крупными реками, в том числе Юконом и Колымой.

По всей Арктике, за исключением нескольких морских районов, зимние холода настолько сильны, что земля остается постоянно замерзшей, за исключением неглубокой верхней зоны, называемой активным слоем, которая оттаивает в течение короткого лета. Вечномерзлый грунт (вечная мерзлота) покрывает почти четверть поверхности Земли. На севере Аляски и в Канаде отдельные наблюдения показывают, что глубина вечной мерзлоты составляет от 240 до 450 метров; в северной Сибири он обычно глубже. Самая глубокая из известных вечная мерзлота находится в северной Сибири, где ее глубина превышает 600 метров. Глубина вечной мерзлоты зависит от места, климата, растительности и недавней истории местности, особенно от того, была ли она покрыта морским или ледниковым льдом. Очень глубокая вечная мерзлота, вероятно, образовалась на незамерзающих территориях во время сильных холодов ледниковых периодов. К югу в субарктическом регионе вечная мерзлота истончается и в итоге становится прерывистой, хотя местами ее толщина все еще может составлять от 60 до 120 метров; вдоль его южной границы вечная мерзлота сохранилась под торфом и мускусом. В районах сплошной вечной мерзлоты активный слой может иметь очень большую толщину на песчаных, хорошо дренированных почвах с небольшим количеством растительности, но под торфом обычно его толщина составляет менее шести дюймов.

Вечная мерзлота встречается как в коренных породах, так и в поверхностных отложениях. В большинстве горных пород он мало действует, но в мелкозернистых рыхлых отложениях, особенно в илах, за счет миграции влаги разрастаются линзы льда, называемые грунтовыми льдами, и в крайних случаях половина объема арктических илов может составлять лед. Подземный лед часто обнажен на берегах рек и морских скалах, где его толщина может

достигать 6–9 метров. В северной Сибири обнаружен ископаемый лед толщиной до 60 метров, хотя это может быть ледниковый или озерный лед, который впоследствии был погребен под речными отложениями. Если подземный лед тает, вследствие изменения климата на поверхности образуются впадины, которые быстро заполняются водой, образуя озера и пруды. При замерзании илы обладают значительной прочностью, но при оттаивании они изменяются в объеме, теряют прочность и могут превратиться в ил. Изменение объема и несущей способности грунта из-за изменения вечной мерзлоты представляет собой одну из основных проблем арктического строительства.

1.2 Дренаж и почвы

Сплошная вечная мерзлота препятствует подземному дренажу. Следовательно, мелководные озера многочисленны на больших территориях Арктики, и повсеместно в начале лета наступает влажный период, прежде чем пересыхают насыщенные верхние слои почвы. Летом заболоченные активные слои на склонах могут стекать вниз по мерзлому грунту – явление, известное как солифлюкция. Оно повсеместно распространено в Арктике, но особенно интенсивно там, где почвы мелкозернистые, как на прибрежной равнине северной Аляски, или там, где выпадает много осадков, как на острове Медвежий в Норвежском море. Эффект солифлюкции заключается в выравнивании склонов, в результате чего часто встречаются длинные гладкие профили; склоны обычно покрыты растительностью, но, если движение почвы слишком быстрое, растения могут не выжить. В этих условиях поверхностный материал часто бывает неоднородным: узкие полосы гальки и валунов, разделенные более широкими полосами более мелких частиц.

Поверхность многих почв в северных районах имеет характерные узоры, возникающие в результате сложных процессов замерзания и оттаивания, которые вызывают морозное пучение и сортировку мусора; хотя вечная мерзлота не является существенной для этих образований, она обычно присутствует. Существует много различных типов узорчатого грунта. В некоторых более грубых материалах галька и валуны образуют многоугольные сети, причем более мелкие материалы сосредоточены в центре. При широко расставленной сортировке образуются каменные круги. Другая разновидность рисунка, образующаяся в песках и илах, очерчена морозными трещинами или полосами растительности. Отдельные полигоны варьируются от 1 фута до более 300 футов в диаметре. Также широко распространены насыпи, возникающие вследствие морозного пучения почвы. Они быстро растут, за несколько лет разрушая выровненные поля и ограничивая использование сельскохозяйственной техники для сенокоса. В других местах, особенно в долине Маккензи и в некоторых частях Аляски, удаление естественной растительности – и, в отдельных случаях, вспашка – изменило почвенный климат. Подземный лед растаял, что привело к нарушению дренажа. Там, где лед имел клиновидную и многоугольную форму, могут образоваться грунтовые насыпи высотой в несколько футов. Все арктические территории чувствительны к антропогенным тепловым воздействиям, особенно в результате движения автотранспорта или эксплуатации нефтепроводов, и сохранение исходного почвенного климата имеет большое экологическое значение.

Арктические почвы тесно связаны с растительностью. В отличие от почв южнее, они редко имеют ярко выраженные зональные характеристики. Наиболее распространены тундровые почвы, распространенные приполярно. Они плохо дренированы, сильно кислы и имеют изменчивый, неразложившийся органический слой над минеральными горизонтами. Некоторые из более сухих пустошей и луговых тундр покрывают арктические бурые почвы, которые

имеют темно-коричневый верхний горизонт и серые и желтовато-коричневые нижние горизонты. Активный слой вечной мерзлоты обычно находится в них глубоко.

Многие открытые поверхности горных пород в Арктике были разрушены морозом, так что коренная порода погребена под покровом угловатых разбитых валунов. Эти мантии известны как Felsenmeer (нем. «море камней») и встречаются главным образом на арктических возвышенностях. Их непрерывность и глубина варьируются в зависимости от климата, растительности и типа горных пород, но их глубина может достигать 12 футов. Felsenmeer особенно хорошо развиты на базальтах и поэтому многочисленны на базальтовых плато Исландии. Они также быстро развиваются на осадочных породах и широко распространены в канадской Арктике, где встречаются вплоть до уровня моря.

1.3 Ледовый покров Арктики

Хотя принято считать, что Арктика в значительной степени покрыта льдом, на самом деле менее двух пятых ее поверхности покрыты постоянным льдом. Остальная часть территории свободна от льда либо из-за относительно высоких температур, либо из-за небольшого количества снега. Ледники образуются, когда годовое накопление снега, изморози и других форм твердых осадков превышает количество выносимых в результате летнего таяния. Избыток снега медленно превращается в ледниковый лед, причем скорость зависит от температуры и годового накопления снега. В Арктике, где температура большинства ледников намного ниже точки замерзания, снег медленно превращается в лед. На северо-западе Гренландии в ледяном покрове была пробурена дыра глубиной 1400 футов, не достигая ледникового льда. Дыра показала более 800 годовых слоев снега, по которым можно было

определить изменения осадков за последние восемь столетий. Ледяной керн глубиной 4560 футов был извлечен в середине 1960-х годов в Кэмп-Сенчури на северо-западе Гренландии, а керн глубиной 6683 фута в Дай-3 на юго-востоке Гренландии был извлечен в 1981 году. Ледяные керны были проанализированы на предмет палеоклиматической и палеоатмосферной информации, охватывающей 100 000 лет со времени последнего межледникового.

1.4 Факторы, влияющие на изменения климата Арктического региона

1.4.1 Изменения температуры

В Арктике колебания температуры гораздо значительнее, чем в регионах с умеренным климатом. Если в умеренной зоне разница температур может составлять до 10 градусов (сегодня тепло, завтра холоднее на 10 градусов, потом снова теплеет), то в Арктике она достигает 20 градусов. С 1971 по 2019 год среднегодовая температура воздуха в Арктике выросла на 3,1 градуса Цельсия, что втрое быстрее, чем в среднем по миру. Эти выводы основаны на инструментальных данных с интерполяцией, собранных над Северным Ледовитым океаном, где наблюдения ограничены, и превышают показатели, указанных в отчётах Арктической программы мониторинга и оценки (АМАР). Так же Последние данные глобальных климатических моделей (СМIP6) указывают на то, что к 2100 году среднегодовая температура воздуха в Арктике может увеличиться на 3,3–10 °C по сравнению со средним значением за период 1985–2014 годов, в зависимости от интенсивности будущих выбросов. Большинство моделей СМIP6 предполагают, что первый сентябрь без льда в Арктике может наступить до 2050 года при большинстве сценариев выбросов. Если глобальное потепление достигнет 2 °C, вероятность наступления арктического лета без льда возрастёт в 10 раз по сравнению с повышением на 1,5 °C.

1.4.2 Ледовый покров

Морской лёд. Протяженность арктического морского льда в сентябре сократилась на 43% в период с 1979 по 2019 год, и, за исключением Берингова моря, протяженность и площадь морского льда сокращаются по всей Арктике во все месяцы. Морской ледяной покров также продолжает оставаться моложе и тоньше, чем в прошлые десятилетия. За последние 30 лет высота снежного покрова на морском льду в западной Арктике сократилась более чем на 33%. Однако из-за пробелов в данных сложно сделать выводы об изменениях высоты снежного покрова в Атлантическом секторе Арктики.

Речной лёд. Арктические реки замерзают позднее осенью и тают раньше весной. Это приводит к уменьшению толщины льда на большинстве северных рек в России, Канаде и Аляске, что снижает риск весенних наводнений от ледяных заторов. Объем пресной воды, текущей по восьми основным арктическим рекам в Северный Ледовитый океан, увеличился на 7,8 % в период с 1971 по 2019 год.

Материковый лёд. Все регионы Арктики в настоящее время испытывают суммарную потерю материкового льда, причем темпы потери увеличиваются в нескольких регионах. Гренландия является крупнейшим региональным источником потери льда на суше, на долю которого приходится 51 % от общего объема Арктики, а потеря материкового льда в Арктике является основным фактором глобального повышения уровня моря.

1.4.3 Осадки

В период с 1971 по 2019 год общее количество осадков (дождь и снег) в Арктике возросло более чем на 9 %. Согласно данным наблюдений и моделирования, количество дождевых осадков увеличилось на 24 %, в то время как общая тенденция выпадения снега в регионе осталась без изменений.

Наибольший рост количества осадков наблюдается в холодный период с октября по май.

1.4.4 Температура вечной мерзлоты

С начала 1970-х годов температура арктической вечной мерзлоты повысилась на 2–3 °С. На более холодных участках вечной мерзлоты за последние 20 лет рост температуры был выше, чем когда-либо с 1979 года. Глубина сезонно-талого слоя увеличилась на многих участках с 1990-х годов, что указывает на таяние вечной мерзлоты во всей Арктике.

1.4.5 Снежный покров

Площадь снежного покрова в Арктике уменьшилась на 21 % в период с мая по июнь за период с 1971 по 2019 год. В Евразии этот показатель снизился сильнее (на 25 %), по сравнению с Северной Америкой (на 17 %).

Глава 2. Воздействие изменения климата на экосистемы Арктики

2.1 Растительность Арктики

Арктический регион обладает уникальным растительным и животным миром, насчитывающим более 20 000 видов, включая растения, животных, грибы и микроорганизмы. Он имеет огромное значение для глобального биоразнообразия, являясь домом для многих видов, не встречающихся больше нигде. Для защиты природы в Арктике создаются заповедники и национальные парки. Суровый климат высоких широт способствует формированию разнообразных видов флоры и фауны. Так, в Арктике насчитывается 25% видов лососеобразных рыб, почти 12% видов лишайников и 6% видов мхов. Флора и фауна Арктики неравномерно распределены по региону, и их численность резко меняется при переходе из одной природной зоны в другую. Виды представлены в своеобразных пропорциях. Например, на насекомых приходится всего 16-17% арктических видов, в то время как на них приходится половина мирового биоразнообразия, что развенчивает представление об Арктике как о безжизненном регионе. Флора Арктики Растительный мир Арктики представляет собой смесь арктических и более южных (американских и азиатских) растений, а также реликтов. На южных склонах Чукотки встречаются степные участки, что заставляет ученых предполагать, что в эпоху мамонта и шерстистого носорога все Заполярье было покрыто степями. Наиболее богаты флорой побережье Чукотки и остров Врангеля, который является самым северным объектом, включенным в Список всемирного наследия ЮНЕСКО. Сорок видов растений и животных, обитающих на острове, не встречаются больше нигде. В состав растительного покрова Арктики входят злаки, полярные маки, ивняки, карликовые березки, лишайники и мхи, в частности знаменитый олений мох. Растения Арктики являются основой жизни

для животных и людей. В пищу употребляют морошку, сыроежки, лекарственные травы и лишайники.

2.2 Животные Арктики

Животный мир Арктики – это уникальный мир, научившийся выживать в условиях сурового холода и вечной мерзлоты. Среди льдов и снежных заносов кипит полнокровная жизнь, о чем свидетельствуют крики чаек над морской гладью, рев моржей, рычание белых медведей и высокие плавники касаток, время от времени появляющиеся на поверхности воды.

Киты: Белуха – «полярный дельфин» [11] с белой кожей и богатой палитрой звуков (рис.1.3).



Рисунок 1.4 – Киты

Ластоногие: Морж – крупнейший ластоногий (после морского слона), с жесткими вибриссами и бивнями длиной до метра (рис.1.4). Тюлени - более мелкие, но такие же упитанные, с толстым слоем жира.



Рисунок 1.4 – Арктический морж

Птицы: Гуси – 70% мировой популяции обитает в Арктике. Береговые птицы – почти половина видов мира образует колонии на арктическом побережье. Чайки-моевки (рис.1.3), толстоклювые кайры и люрики – наиболее распространенные птицы на птичьих базарах. Белая куропатка – постоянный житель Арктики, зимой держится рядом с белыми оленями. Полярная сова – самый крупный крылатый хищник Арктики. Розовая чайка – символ героизма покорителей Арктики, долгое время считавшаяся мифической птицей.



Рисунок 1.5 – Розовая чайка

Отдаленные земли Арктики, одни из немногих нетронутых уголков нашей планеты, скрывает в себе удивительную жизнь, несмотря на суровые условия. Ее обитатели выработали уникальные механизмы выживания в этом экстремальном климате. Температура, не превышающая нуля даже летом, ледяные ветры круглый год и длительное отсутствие солнца требуют эффективных способов сохранения тепла. Толстый слой подкожного жира является одним из таких средств, и тюлени в этом преуспели больше всех. Птиц защищает густое оперение, а наземных млекопитающих — пышный мех. В таких условиях маленькие уши и толстые лапы являются преимуществом, предотвращая обморожение. Крупный размер и масса тела также способствуют сохранению тепла. Альтернативный вариант выживания — миграция в Арктику в летние месяцы, когда суровость смягчается. Иконы Арктики Знаменитым обитателем этих земель является белый медведь (рис.1.2) — один из крупнейших наземных хищников.



Рисунок 1.2 – Белые медведи

Их белый окрас делает их незаметными в снежных пейзажах, а толстый слой подкожного жира обеспечивает теплоизоляцию. Скрытый мех отталкивает воду и сохраняет тепло даже при инфракрасном сканировании. Усовершенствованные лапы с пушистыми подошвами защищают их от холода и повышают сцепление со льдом. Невероятная выносливость и превосходные охотничьи навыки делают их королями Арктики. Непревзойденные хищники тем не менее, даже белые медведи опасаются самого свирепого хищника севера — росомахи. Это всеядное животное настолько отважно, что не чурается нападать и на людей. Чрезвычайно прожорливая, росомаха может одолеть добычу во много раз больше себя. Древние выжившие Могучие овцебыки — самые крупные копытные Арктики. Эти древние животные, появившиеся на Земле одновременно с мамонтами, сумели приспособиться к суровым условиям. Их массивные рога помогают им расчищать снег, а густая, длинная шерсть согревает, словно самый теплый плед. Вездесущие кочевники Северные олени, которых в Арктике намного больше, чем овцебыков, научились уживаться с человеком. В то же время существует около миллиона диких оленей. В поисках

еды они проходят до 5000 км в год, а их широкие копыта-снегоступы обеспечивают им проходимость по снегу, льду и болотам. Миграция северных оленей — захватывающее зрелище. Господа океана Киты являются крупнейшими обитателями Северного Ледовитого океана. Нажировать жир отправляются синие, серые, горбатые и японские киты, финвалы, нарвалы и кашалоты. Гренландский кит проводит всю свою жизнь в холодных водах Арктики, достигая веса до ста тонн и доживая до 200 лет. Возможно, в морских просторах до сих пор плавает гигант, рожденный во времена Наполеоновских войн.

2.3 Изменения в морских экосистемах Арктики

Арктика – это быстро меняющийся регион, и морские экосистемы региона испытывают значительные изменения, вызванные такими факторами, как:

Повышение температуры: Повышение температуры морской воды привело к таянию морского льда, что открывает новые районы для деятельности человека и судоходства.

Окисление океана: Повышение уровней углекислого газа в атмосфере приводит к окислению морской воды, что может оказывать негативное влияние на морские организмы, такие как планктон и моллюски.

Подкисление: В дополнение к окислению, подкисление, вызванное потоком пресной воды из тающих ледников, также угрожает морской жизни. Эти изменения оказывают комплексное воздействие на морские экосистемы

Арктики: Изменение географического распределения видов: Таяние морского льда позволяет некоторым видам расширять свои ареалы на север, в то время как другие вынуждены мигрировать в поисках подходящей среды обитания.

Нарушение пищевой цепи: Изменения в составе и обилии видов могут нарушать пищевые цепи, что приводит к каскадным эффектам в экосистеме.

Утрата среды обитания: Таяние морского льда также приводит к потере важной среды

обитания для многих арктических видов, таких как моржи и белухи. Увеличение антропогенного воздействия: Уменьшение морского льда позволяет проводить больше судоходства, рыбной ловли и нефтегазовых операций, что может еще больше воздействовать на морские экосистемы. Эти изменения в морских экосистемах Арктики имеют существенные последствия для региона и всего мира: Нарушение морских экосистем: Изменения могут нарушить баланс арктических морских экосистем, что приведет к потере биоразнообразия и снижению продуктивности. Продовольственная безопасность: Морские экосистемы Арктики являются важным источником продовольствия для многих арктических сообществ и играют роль в глобальных пищевых цепях. Изменения в этих экосистемах могут повлиять на продовольственную безопасность. Экономические последствия: Морские экосистемы Арктики также имеют экономическое значение для рыболовства, туризма и других видов деятельности. Изменения в этих экосистемах могут иметь негативные экономические последствия для региона. Понимание и смягчение последствий этих изменений для морских экосистем Арктики имеет решающее значение для обеспечения здоровья и устойчивости как региона, так и всей планеты.

2.4 Изменения в наземных экосистемах Арктики

Таяние льдов, повышение температуры и изменения в погодных условиях оказывают огромное влияние на наземные экосистемы Арктики, приводя к существенным преобразованиям.

Изменение растительности: повышение температуры и более продолжительный вегетационный период способствуют распространению кустарников и деревьев, вытесняя тундровую растительность. Это приводит к изменениям в пищевой цепи и влияет на животных, зависящих от тундровых сообществ.

Разрушение вечной мерзлоты: таяние вечной мерзлоты приводит к деградации почвы, формированию оврагов, а также высвобождению больших объемов метана, усиливая парниковый эффект.

Изменения в популяциях животных: Сдвиги в растительном покрове, а также изменения в доступности корма и мест обитания, влияют на популяции животных. Некоторые виды, такие как северные олени, страдают от сокращения пастбищ, в то время как другие, например, карибу, могут испытывать увеличение своей популяции.

Проникновение чужеродных видов: более теплая среда создает благоприятные условия для распространения чужеродных видов растений и животных, которые могут нарушить хрупкий баланс арктических экосистем.

Последствия. Уменьшение биоразнообразия: Изменения в растительном и животном мире могут привести к сокращению биоразнообразия, особенно в чувствительных арктических экосистемах.

Увеличение пожаров: Повышение температуры и сухость почвы способствуют увеличению числа и интенсивности лесных пожаров, которые могут иметь катастрофические последствия для экосистем.

Влияние на местные сообщества: Изменения в экосистемах могут негативно сказаться на жизни коренных народов, которые традиционно зависят от охоты, рыболовства и оленеводства.

Необходимые действия: Снижение выбросов парниковых газов: Снижение выбросов является ключевым фактором для замедления глобального потепления и смягчения его последствий для Арктики. Сохранение биоразнообразия: Необходимы меры по защите и восстановлению арктических экосистем, чтобы сохранить их биоразнообразие. Поддержка коренных народов: Необходимо обеспечить поддержку коренным народам Арктики, чтобы помочь им адаптироваться к изменениям и сохранить свой традиционный образ жизни. Изменения в наземных экосистемах Арктики – это серьезный вызов, который

требует комплексного подхода к решению проблемы. Только совместными усилиями мы можем минимизировать негативные последствия глобального потепления и сохранить хрупкую красоту Арктики.

2.5 Влияние изменения климата на животных Арктики

Арктика – это не просто заснеженный пейзаж, а сложная и хрупкая экосистема, полная жизни. От белых медведей до крошечных леммингов, каждое животное играет свою роль в этом удивительном мире. Но сейчас этот мир переживает глубокие перемены, вызванные изменением климата, и они оказывают драматическое влияние на всех его обитателей.

Растаявший лед – символ беды:

Наиболее ярким примером влияния климата на арктических животных является судьба белых медведей. Они зависят от морского льда, который служит им охотничьей площадкой, позволяя ловить тюленей – основной источник пищи. Таяние льда сокращает время охоты, вынуждает медведей проходить большие расстояния в поисках добычи и заставляет их голодать. Молодые медведи, еще не научившиеся охотиться, особенно уязвимы, и их выживаемость падает.

Изменения в пищевой цепи:

Белый медведь – это вершина пищевой цепи Арктики, но и другие животные страдают от изменения климата. Лемминги, например, служат пищей для песцов, сов, волков и даже белых медведей. Их численность сильно зависит от доступности пищи, а именно – арктической растительности. Изменения в растительности, вызванные потеплением и изменением вегетационного периода, могут приводить к увеличению или сокращению популяции леммингов, что оказывает каскадный эффект на всю пищевую цепь.

Нехватка еды, нехватка жилья:

С таянием морского льда страдают не только белые медведи, но и моржи, тюлени, а также многие морские птицы. Моржи используют льдины как платформы для отдыха, размножения и линьки. Изменение морского льда делает эти процессы опасными и может привести к гибели животных.

Новые конкуренты:

Потепление климата открывает путь для миграции животных из более южных регионов в Арктику. Это может привести к конкуренции за ресурсы и даже к вытеснению местных видов. Например, в Арктике появились новые виды птиц, которые конкурируют с местными за гнездовые участки и пищу.

Некоторые виды животных могут адаптироваться к изменению климата. Например, птицы могут сместить свои гнездовые районы в более северные регионы. Однако, для многих видов Арктики, таких как белые медведи, адаптация к быстрым и существенным изменениям может оказаться слишком сложной задачей. Их будущее под угрозой.

Антропогенный фактор:

Изменение климата – это глобальная проблема, но она оказывает особое влияние на Арктику. Спасти этот хрупкий мир – это ответственность каждого человека. Мы должны сделать все возможное, чтобы сократить выбросы парниковых газов и замедлить процесс глобального потепления. Только так можно сохранить удивительный мир Арктики для будущих поколений.

Глава 3. Исследование метеорологических особенностей Арктического региона России

3.1. Исходные данные и рассматриваемая территория

Данные были взяты по 45 метеорологическим станциям с Мирового Центра данных ВНИИГМИ-МЦД, но для более качественной оценки были оставлены только 8 пунктов, наиболее значимых для исследования.

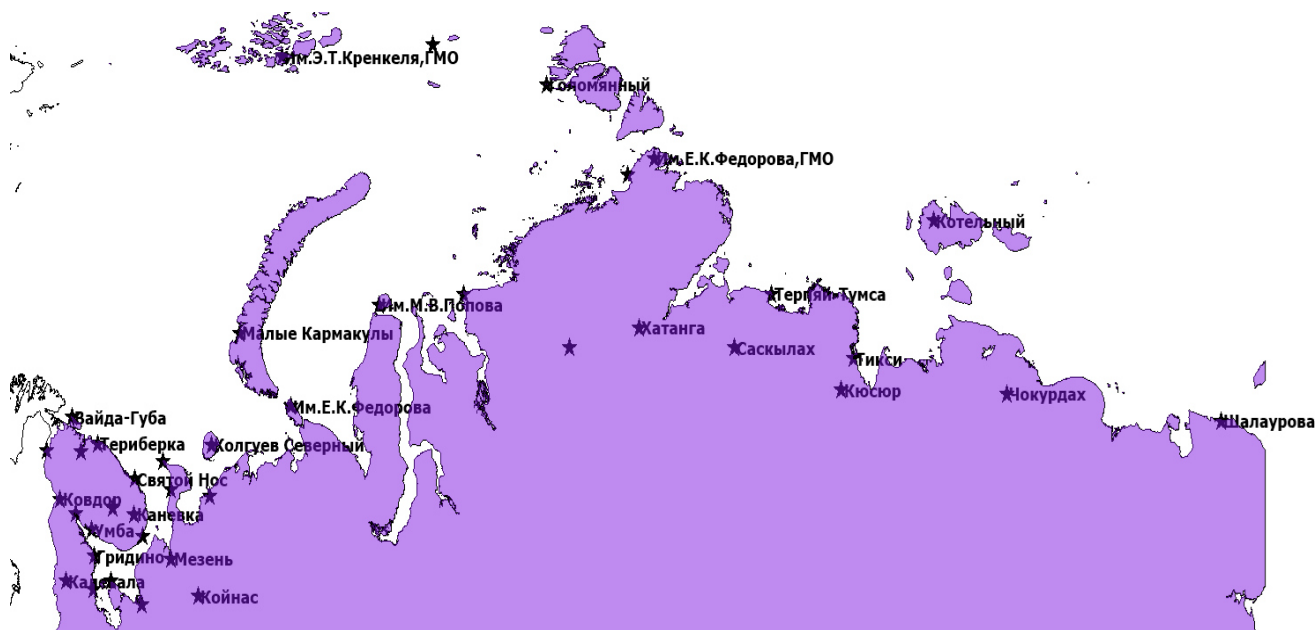


Рисунок 3.1 – Карта распределения метеорологических станций Арктического региона

3.2. Анализ среднемесячных температур воздуха за тёплый и холодный период

Были проанализированы среднегодовые температуры воздуха по выбранным станциям (рис.3.2).

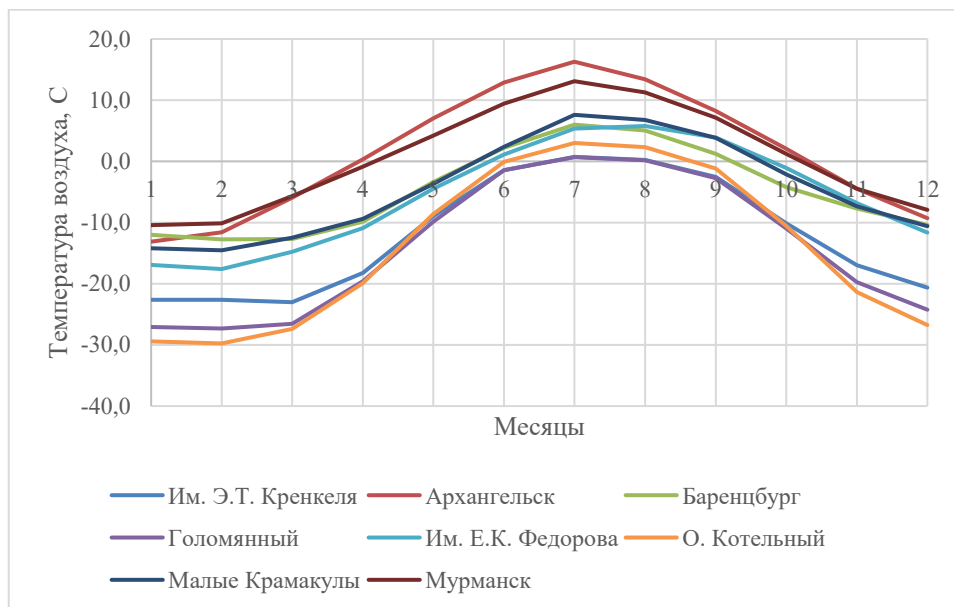


Рисунок 3.2 – Годовой ход температуры воздуха

Из рисунка 3.2 можно сделать вывод, что самым теплым пунктом (городом) является Архангельск и среднегодовая температура в июле составила $16,3^{\circ}\text{C}$, а самая низкая температура в этом месяце на станциях Голомянный и Им. Э.Т. Кренкеля, это самые северные станции. А минимальная среднегодовая температура была зафиксирована на станции остров Котельный в феврале и составила $-29,8^{\circ}\text{C}$ и, соответственно, самая низкая, но выше, чем на других станциях среднегодовая температура была зафиксирована в Мурманске и составила $-10,4^{\circ}\text{C}$.

За исследуемый промежуток были выбраны и проанализированы периоды с наибольшими и наименьшими среднемесячными температурами воздуха у земли на наиболее значимых для исследования станциях.

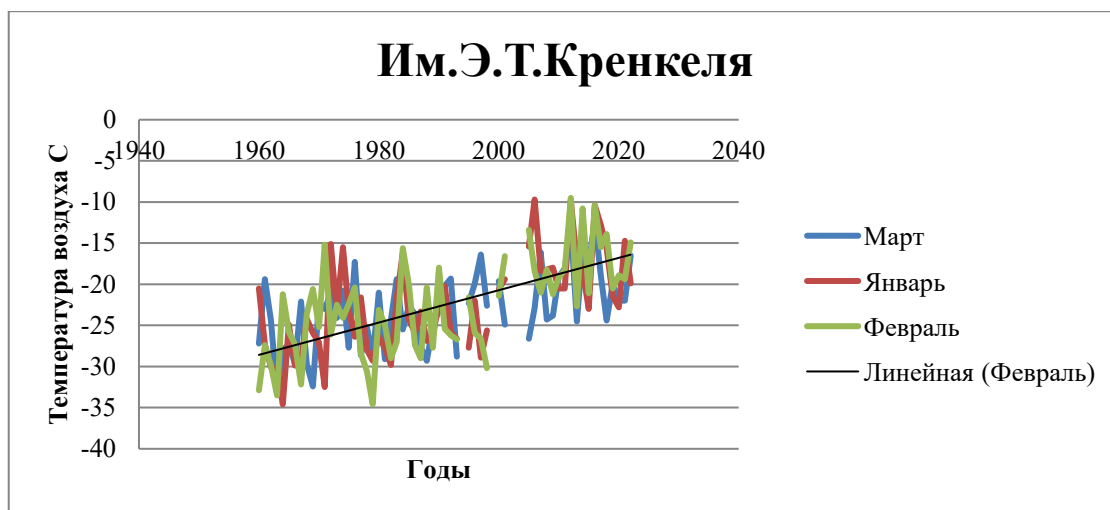


Рисунок 3.3 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции им. Э. Т. Кренкеля за период с января по март

На рисунке 3.3 показан годовой ход температуры зимнего периода на станции Им. Э. Т. Кренкеля с 1960 по 2023 год за январь, февраль, март месяцы. За исследуемый период наименьшие температуры наблюдались в феврале 1979 и составила $-34,6^{\circ}\text{C}$ и в январе 1964 года тоже составила $-34,6^{\circ}\text{C}$. Также из рисунка видно, что данных есть пропуски, из-за чего усложняется оценка годового хода среднемесячных температур за пропущенные года. А в период с 2005 по 2020 гг наименьшие температуры наблюдались уже в марте 2006 года и составила $-26,6^{\circ}\text{C}$. В целом, можно заметить, что среднемесячная температура с течением времени повышается. За исследуемый промежуток времени заметно что среднемесячная температура выросла, к примеру, если судить по февралю, то в 1963г минимальная среднемесячная температура составляла $-32,9^{\circ}\text{C}$, а уже в 2022 г. составила $-14,9^{\circ}\text{C}$.

Далее был построен и проанализирован годовой ход среднемесячных температур (рис. 3.4) в теплое время года, а именно за период с июля по сентябрь.

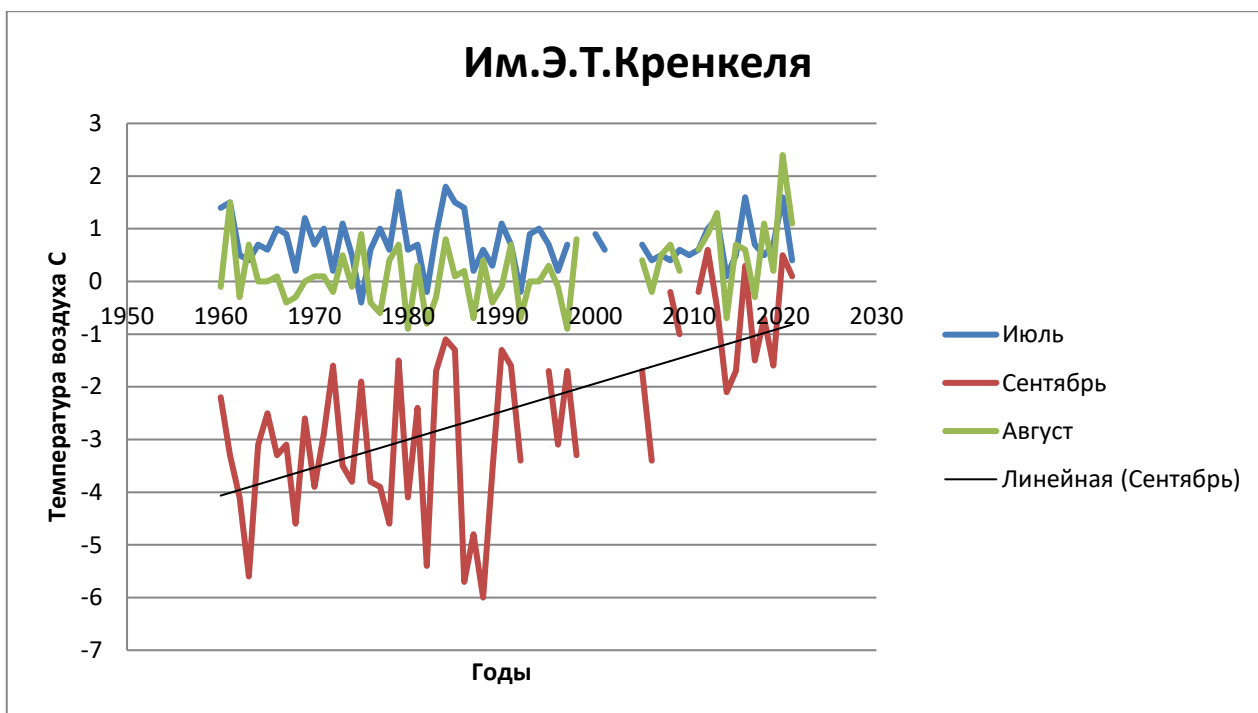


Рисунок 3.4 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции им. Э. Т. Кренкеля за период с июля по сентябрь

На рисунке 3.4 в период с 1960 по 1990 гг. наибольшие температуры наблюдались в июле, августе. Можно отметить, что выделяется годовой ход среднемесячных температур в сентябре, показывая значительный рост с $t = -5.6^{\circ}\text{C}$ в 1963г до 0.2°C в 2019г. На данном графике так же разрывы, что также усложняет задачу по оценке хода среднемесячных температур.

Была проанализирована значимость изменения температур. Для этого исследуемый период был разделен на два климатических периода по 30 лет – с 1961 по 1990 год и с 1991 по 2020 год.

Таблица 3.1 – Оценка значимости изменения температуры на станции Им.

Э.Т. Кренкеля

ЯНВАРЬ				ИЮЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия	Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-14,6	23,47	550,87	1 период	15,8	4,06	16,51
2 период	-11,6	13,45	180,89	2 период	16,5	4,49	20,20
Весь период	-11,6	19,85	394,17	Весь период	16,3	4,63	21,41
Изменение	3,0			Изменение	0,8		
Ошибка	3,62			Ошибка	0,84		
Значимость	Не значимо			Значимость	Не значимо		
ФЕВРАЛЬ				АВГУСТ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия	Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-12,2	23,54	554,12	1 период	13,1	2,61	6,82
2 период	-10,7	21,85	477,25	2 период	13,6	2,42	5,85
Весь период	-11,6	23,43	548,85	Весь период	13,4	2,68	7,16
Изменение	1,5			Изменение	0,5		
Ошибка	4,28			Ошибка	0,49		
Значимость	Не значимо			Значимость	Значимо		
МАРТ				СЕНТЯБРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия	Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-6,3	12,81	164,07	1 период	7,8	3,00	8,97
2 период	-5,5	11,97	143,39	2 период	8,8	2,59	6,71
Весь период	-5,9	11,87	140,99	Весь период	8,3	2,95	8,69
Изменение	0,8			Изменение	1,0		
Ошибка	2,17			Ошибка	0,54		
Значимость	Не значимо			Значимость	Значимо		
АПРЕЛЬ				ОКТАБРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия	Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-0,3	5,09	25,90	1 период	1,6	4,91	24,12
2 период	0,8	3,91	15,25	2 период	2,5	4,92	24,24
Весь период	0,3	4,67	21,79	Весь период	2,1	5,23	27,34
Изменение	1,0			Изменение	1,0		
Ошибка	0,85			Ошибка	0,95		
Значимость	Значимо			Значимость	Не значимо		
МАЙ				НОЯБРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия	Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	6,5	6,16	37,92	1 период	-4,7	9,36	87,66
2 период	7,5	5,94	35,24	2 период	-4,2	13,91	193,45
Весь период	7,0	6,05	36,58	Весь период	-4,5	10,88	118,32
Изменение	1,0			Изменение	0,5		

Ошибка	1,10		
Значимость	Не значимо		

ИЮНЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	12,6	5,20	27,00
2 период	13,1	3,24	10,50
Весь период	12,9	4,30	18,51
Изменение	0,5		
Ошибка	0,79		
Значимость	Не значимо		

Ошибка	1,99		
Значимость	Не значимо		

ДЕКАБРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-10,4	17,03	290,05
2 период	-8,2	17,97	322,84
Весь период	-9,3	17,90	320,58
Изменение	2,2		
Ошибка	3,27		
Значимость	Не значимо		

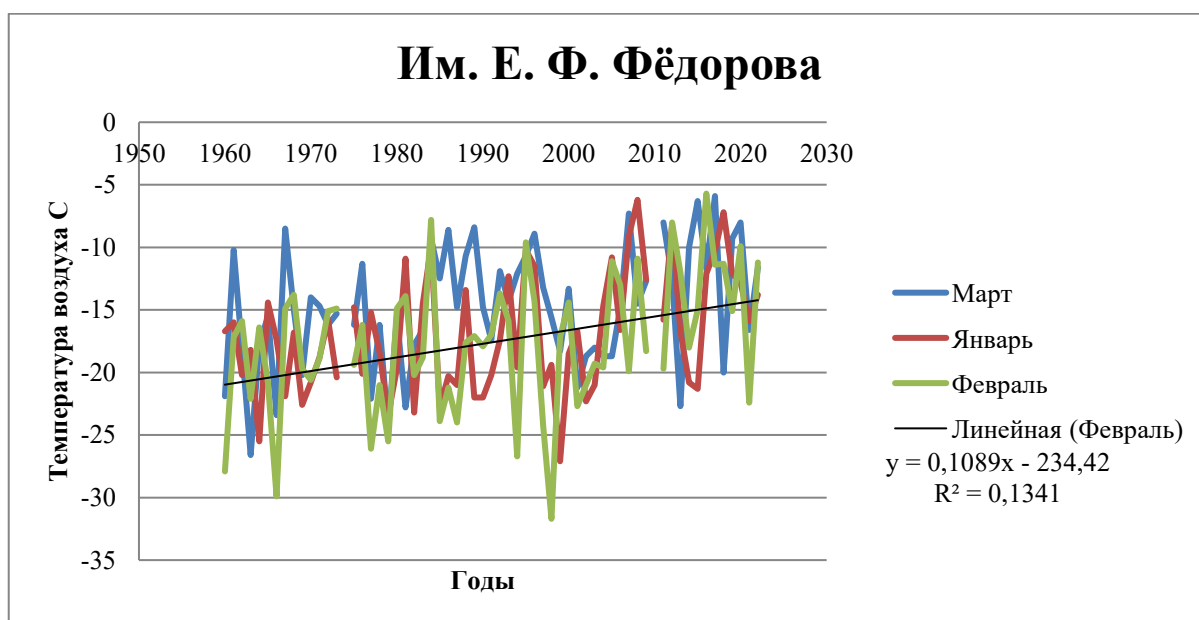


Рисунок. 3.5 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции им. Е. Ф. Фёдорова за период с января по март

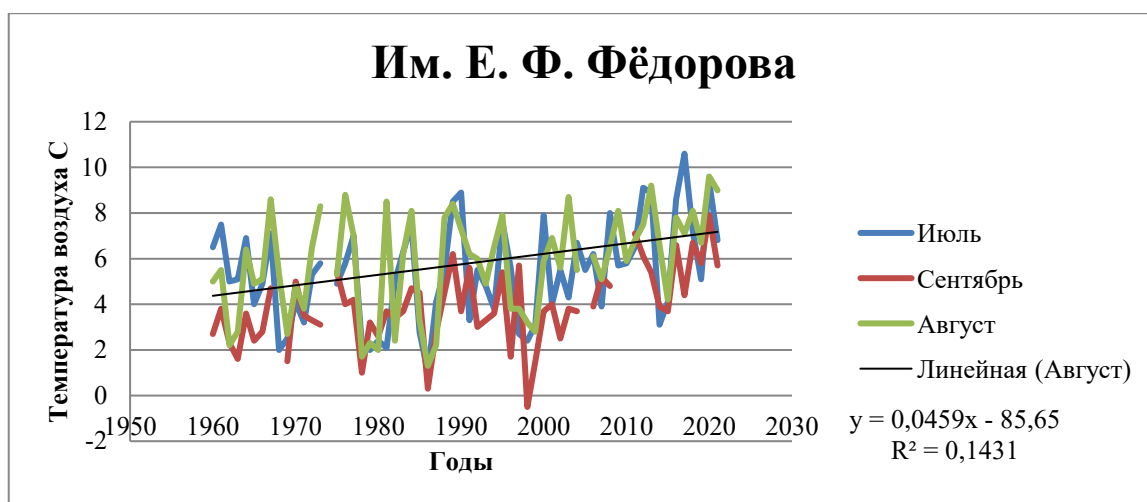


Рисунок 3.6 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции им. Е. Ф. Фёдорова за период с июля по сентябрь

Из рисунка 3.5 видно, что самая низкая среднемесячная температура за холодный период наблюдалась в 1998 году и составила 31.7 °C , а самая высокая в 2016 и составила - 5.7°C. Так же из рисунка 3.6 заметно что за теплый период минимальные значения наблюдались в сентябре 1998 года - 0,5°C и максимальное июле 2017г 10, 6 °C , а наиболее теплым месяцем является август.

Таблица 3.2 – Оценка значимости изменения температуры на станции Им. Е.Ф. Фёдорова

ЯНВАРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-14,1	22,50	506,05
2 период	-10,3	18,93	358,46
Весь период	-12,8	23,25	540,55
Изменение	3,8		
Ошибка	4,24		
Значимость	Не значимо		

ИЮЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	5,5	0,68	0,46
2 период	6,4	1,01	1,02
Весь период	6,0	1,11	1,23
Изменение	1,0		
Ошибка	0,20		
Значимость	Значимо		

ФЕВРАЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-14,7	12,23	149,56
2 период	-11,0	15,04	226,13
Весь период	-12,8	16,88	284,92

АВГУСТ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	4,5	0,37	0,14
2 период	5,5	0,77	0,59
Весь период	5,0	0,79	0,62

Изменение	3,7		
Ошибка	3,08		
Значимость	Значимо		

Изменение	0,9		
Ошибка	0,14		
Значимость	Значимо		

МАРТ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-14,5	16,70	278,88
2 период	-11,3	10,85	117,72
Весь период	-12,7	16,22	263,18
Изменение	3,2		
Ошибка	2,96		
Значимость	Значимо		

СЕНТЯБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	0,5	2,25	5,06
2 период	1,8	1,82	3,31
Весь период	1,2	2,54	6,47
Изменение	1,3		
Ошибка	0,46		
Значимость	Значимо		

АПРЕЛЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-11,4	7,93	62,85
2 период	-8,5	8,76	76,70
Весь период	-9,9	10,11	102,16
Изменение	2,9		
Ошибка	1,85		
Значимость	Значимо		

ОКТАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-4,8	7,95	63,24
2 период	-3,7	6,41	41,12
Весь период	-4,2	7,34	53,91
Изменение	1,1		
Ошибка	1,34		
Значимость	Не значимо		

МАЙ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-4,1	2,00	4,01
2 период	-2,7	2,23	4,98
Весь период	-3,4	2,55	6,49
Изменение	1,4		
Ошибка	0,46		
Значимость	Значимо		

НОЯБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-9,4	11,22	125,79
2 период	-6,1	9,77	95,50
Весь период	-7,7	13,08	171,15
Изменение	3,3		
Ошибка	2,39		
Значимость	Значимо		

ИЮНЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	1,6	1,11	1,23
2 период	2,8	0,49	0,24
Весь период	2,2	1,21	1,46
Изменение	1,2		
Ошибка	0,22		
Значимость	Значимо		

ДЕКАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-12,3	19,19	368,26
2 период	-8,5	8,87	78,66
Весь период	-10,4	17,17	294,80
Изменение	3,8		
Ошибка	3,13		
Значимость	Значимо		

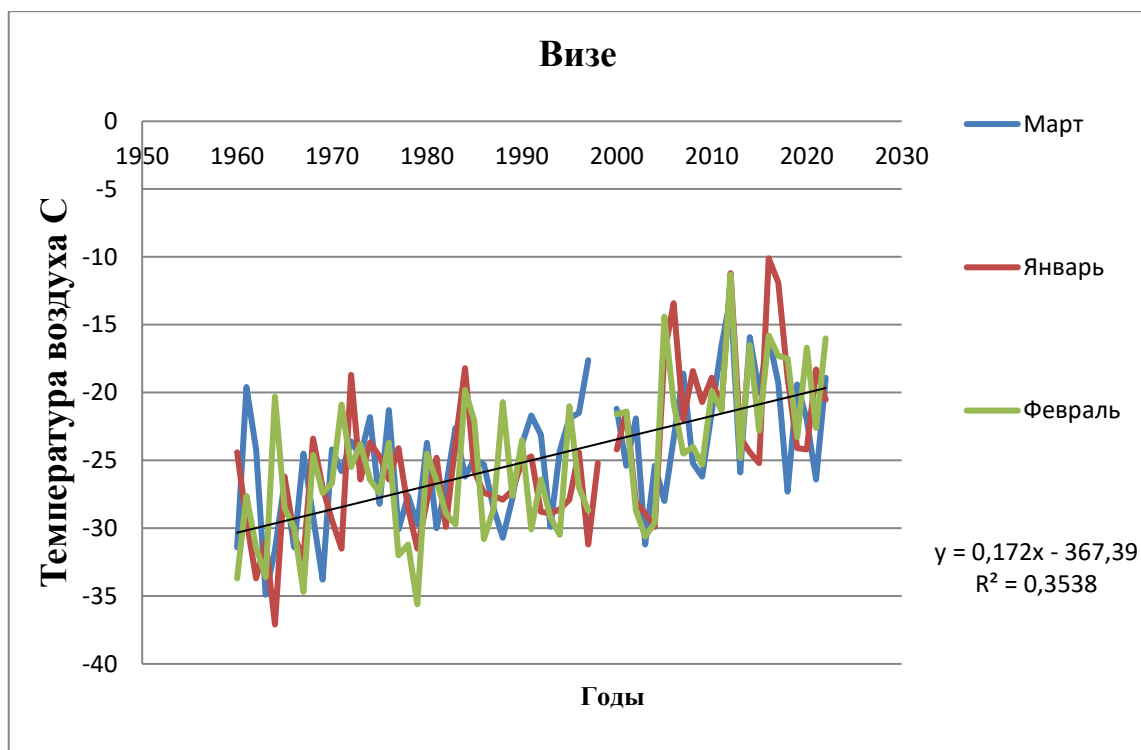


Рисунок 3.7 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции Визе за период с января по март

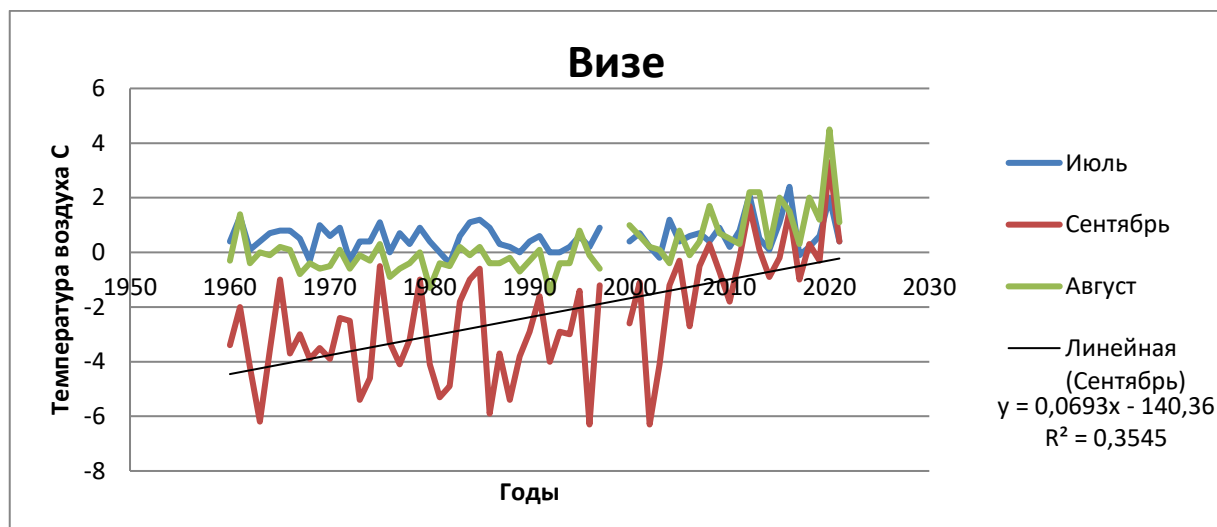


Рисунок 3.8 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции за период с июля по сентябрь

На графике за период январь-март (рис.3.7) видно что самые низкие температуры наблюдали в январе 1964 года и в феврале 1979г, и составили - 37,1°C и -35,6°C соответственно, а наибольшие среднемесячные значения температуры за этот период наблюдались феврале 2012г -11,3°C и январе 2016г -10,1°C. А на графике за период с июля по сентябрь (рис.3.8) положительные среднемесячные температуры в основном наблюдались в июле и августе, максимальное значение было в августе 2020г и составляло 4,5 °C . Наибольший рост среднемесячных температур виден по сентябрю с -3,4°C в 1960г до 0,4 в 2020г. На обоих графиках (рис.3.7 и рис.3.8) есть пропуск в данных по среднемесячной температуре.

Таблица 3.3 – Оценка значимости изменения температуры на станции Визе

ЯНВАРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-27,4	16,21	262,89
2 период	-22,7	33,55	1125,28
Весь период	-25,0	29,51	871,10
Изменение	4,7		
Ошибка	5,39		
Значимость	Не значимо		

ИЮЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	0,5	0,21	0,04
2 период	0,6	0,42	0,18
Весь период	0,6	0,30	0,09
Изменение	0,1		
Ошибка	0,05		
Значимость	Не значимо		

ФЕВРАЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-27,4	16,21	262,89
2 период	-22,7	33,55	1125,28
Весь период	-24,9	29,51	871,10
Изменение	4,7		
Ошибка	5,39		
Значимость	Не значимо		

АВГУСТ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	0,5	0,21	0,04
2 период	0,6	0,42	0,18
Весь период	0,6	0,30	0,09
Изменение	0,1		
Ошибка	0,05		
Значимость	Не значимо		

МАРТ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-27,1	18,08	327,04
2 период	-22,9	29,03	842,67
Весь период	-25,0	28,86	832,75

СЕНТЯБРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-0,3	0,23	0,05
2 период	0,7	1,39	1,92
Весь период	0,2	0,99	0,98

Изменение	4,2		
Ошибка	5,27		
Значимость	Не значимо		

Изменение	1,0		
Ошибка	0,18		
Значимость	Значимо		

АПРЕЛЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-26,8	13,77	189,70
2 период	-22,3	19,22	369,31
Весь период	-24,6	21,59	466,23
Изменение	4,5		
Ошибка	3,94		
Значимость	Не значимо		

ОКТАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-3,4	2,49	6,20
2 период	-1,3	4,64	21,56
Весь период	-2,4	4,53	20,55
Изменение	2,1		
Ошибка	0,83		
Значимость	Значимо		

МАЙ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-20,7	8,31	69,12
2 период	-17,4	14,00	196,01
Весь период	-19,1	13,39	179,39
Изменение	3,3		
Ошибка	2,45		
Значимость	Значимо		

НОЯБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-12,3	14,37	206,62
2 период	-7,8	23,70	561,84
Весь период	-10,1	22,97	527,41
Изменение	4,4		
Ошибка	4,19		
Значимость	Не значимо		

ИЮНЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-10,5	3,00	9,02
2 период	-8,5	2,39	5,70
Весь период	-9,5	3,63	13,20
Изменение	2,0		
Ошибка	0,66		
Значимость	Значимо		

ДЕКАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-20,8	16,43	269,91
2 период	-15,0	30,69	942,03
Весь период	-18,0	30,64	938,53
Изменение	5,8		
Ошибка	5,59		
Значимость	Не значимо		

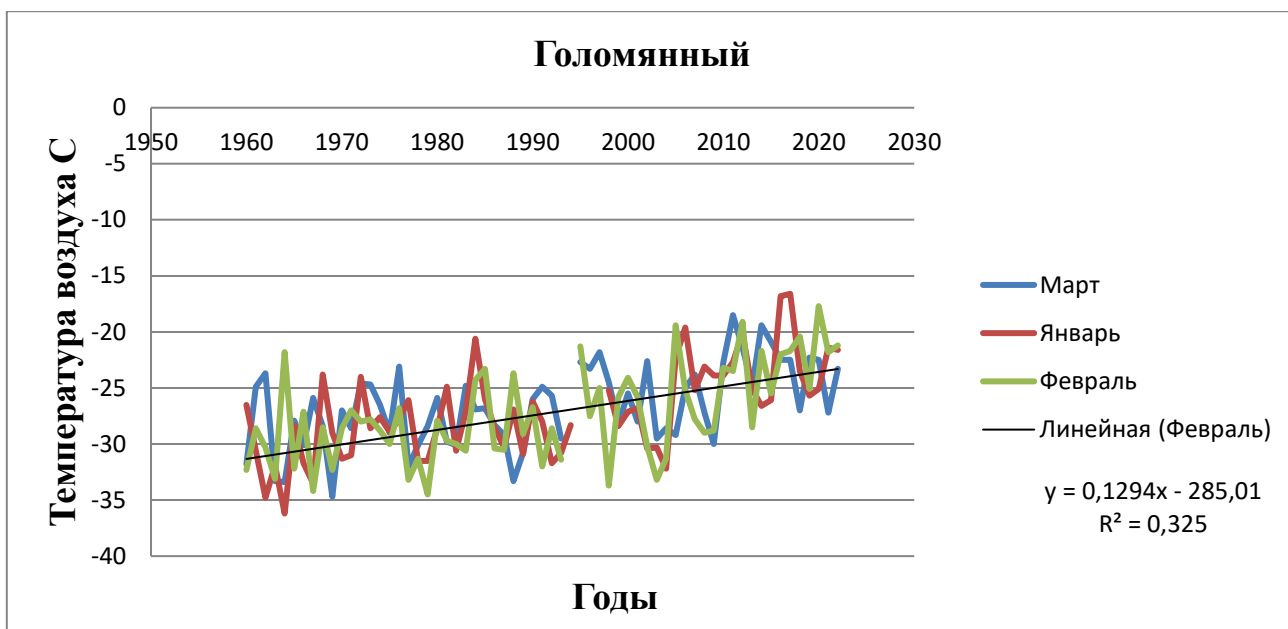


Рисунок 3.9– Годовой ход среднемесячной температуры на станции Голомянный за период с января по март

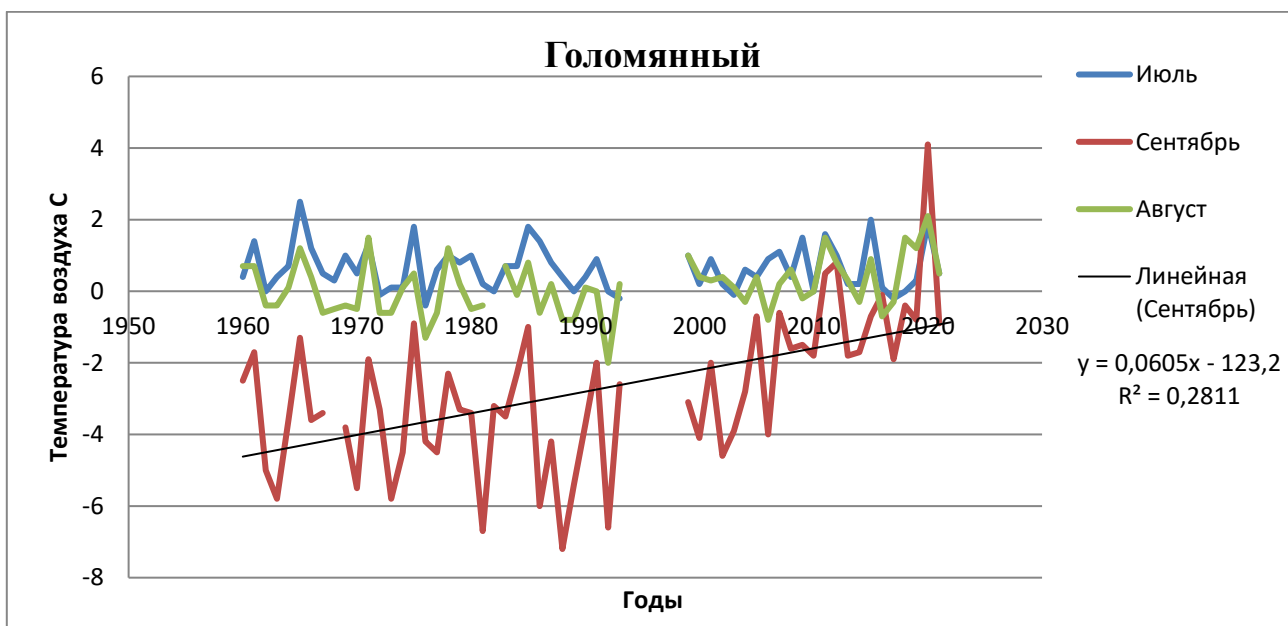


Рисунок 3.10 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции Голомянный за период с июля по сентябрь

За холодный период (рис.3.9) на станции Голомянный с 1960 по 2020 года наименьшие среднемесячные температуры наблюдались в феврале и январе,

самое низкое значение в январе 1964г -36,2 °С. За теплый период (рис.3.10) в тот же срок наблюдений самые высокие среднемесячные температуры наблюдались в июле, а исключением 2020г т.к в этом году самой высокая температура наблюдалась в сентябре и составила 4,1°С. Наибольшие рост показателя среднемесячной температуры наблюдается в сентябре. Есть отсутствующие данные соответственно графики терпят разрыв (рис.3.9 и рис.3.10).

Таблица 3.4 – Оценка значимости изменения температуры на станции
Голомянный

ЯНВАРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-29,0	11,40	130,07
2 период	-25,5	16,36	267,56
Весь период	-27,3	16,92	286,20
Изменение	3,5		
Ошибка	3,09		
Значимость	Значимо		

ИЮЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	0,7	0,43	0,18
2 период	0,7	0,49	0,24
Весь период	0,7	0,44	0,19
Изменение	0,0		
Ошибка	0,08		
Значимость	Не значимо		

ФЕВРАЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-29,0	9,85	97,01
2 период	-25,8	19,40	376,48
Весь период	-27,3	17,60	309,65
Изменение	3,2		
Ошибка	3,21		
Значимость	Не значимо		

АВГУСТ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	0,0	0,48	0,23
2 период	0,3	0,70	0,49
Весь период	0,2	0,60	0,36
Изменение	0,4		
Ошибка	0,11		
Значимость	Значимо		

МАРТ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-28,3	9,48	89,95
2 период	-24,6	10,06	101,28
Весь период	-26,5	12,95	167,77
Изменение	3,6		
Ошибка	2,36		
Значимость	Значимо		

СЕНТЯБРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-3,8	2,76	7,63
2 период	-1,7	4,11	16,87
Весь период	-2,8	4,40	19,34
Изменение	2,1		
Ошибка	0,80		
Значимость	Значимо		

АПРЕЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-21,0	6,65	44,18
2 период	-18,2	10,20	104,12

ОКТАБРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-13,4	9,33	87,08
2 период	-8,4	21,34	455,23

Весь период	-19,6	10,04	100,82
Изменение	2,8		
Ошибка	1,83		
Значимость	Значимо		

Весь период	-11,0	20,69	428,12
Изменение	5,0		
Ошибка	3,78		
Значимость	Не значимо		

МАЙ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-10,9	2,89	8,37
2 период	-8,8	2,43	5,91
Весь период	-9,9	3,64	13,25
Изменение	2,1		
Ошибка	0,66		
Значимость	Значимо		

НОЯБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-22,5	12,25	150,04
2 период	-16,8	23,77	564,88
Весь период	-19,8	24,90	620,22
Изменение	5,7		
Ошибка	4,55		
Значимость	Значимо		

ИЮНЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-1,7	0,37	0,14
2 период	-1,2	0,85	0,72
Весь период	-1,4	0,67	0,45
Изменение	0,5		
Ошибка	0,12		
Значимость	Значимо		

ДЕКАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-25,8	16,47	271,22
2 период	-22,7	18,44	339,87
Весь период	-24,3	18,85	355,30
Изменение	3,0		
Ошибка	3,44		
Значимость	Не значимо		

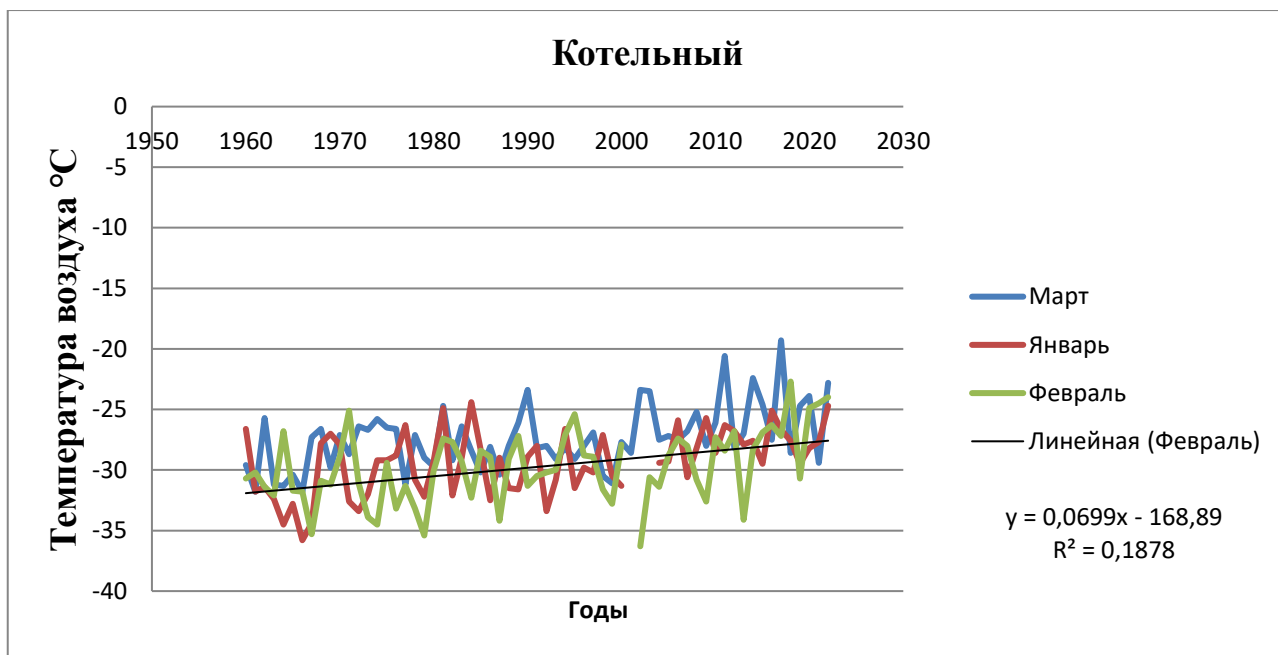


Рисунок 3.11 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции Котельный за период с января по март

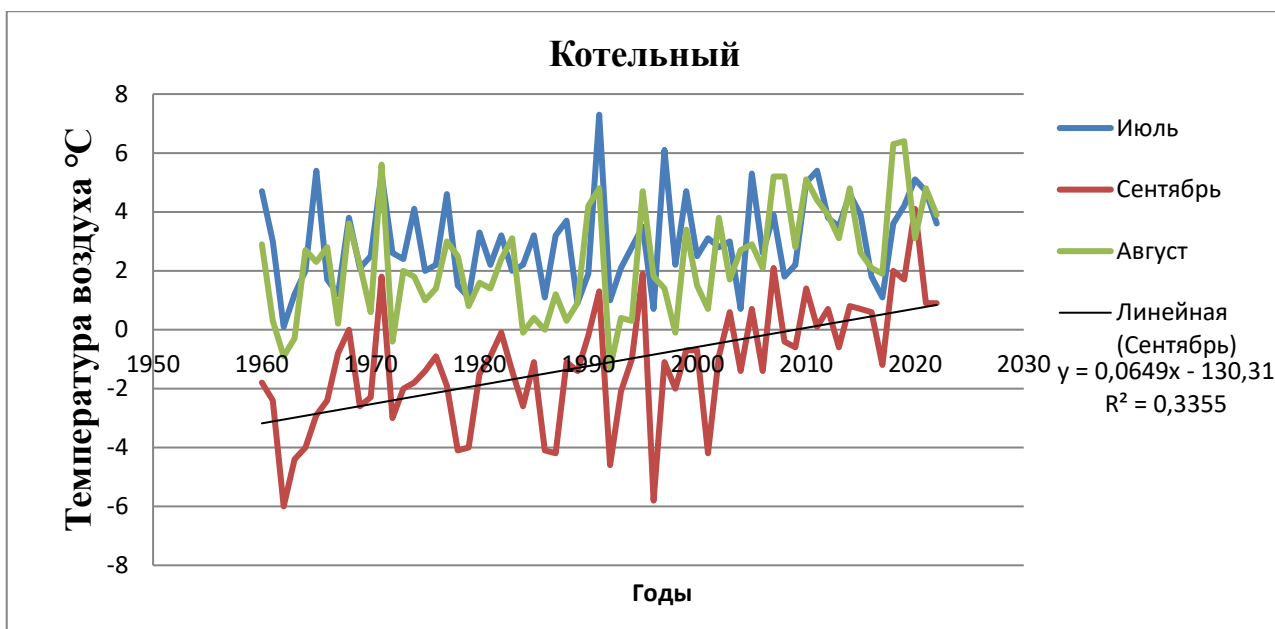


Рисунок 3.12 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции Котельный за период с июля по сентябрь

Из рисунка 3.11 видно что самые низкие среднемесячные температуры за холодный период наблюдались в феврале, самое низкое значение $-36,3^{\circ}\text{C}$ в 2002г. А из графика показывающего годовой ход среднемесячной температуры за тёплый период(рис 3.12) можно заметить что самым тёплым является июль, где самое высокое значение среднемесячной температуры было $7,3^{\circ}\text{C}$ в 1991 г. Так же самый большой ход виден по сентябрю от $-1,8^{\circ}\text{C}$ в 1960г до $0,9^{\circ}\text{C}$ в 2020 г.

Таблица 3.5 – Оценка значимости изменения температуры на станции Остров Котельный

ЯНВАРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-30,4	7,91	62,52
2 период	-28,7	4,52	20,47
Весь период	-29,8	7,10	50,45
Изменение	1,7		
Ошибка	1,30		
Значимость	Значимо		

ИЮЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	2,5	1,64	2,68
2 период	3,3	2,68	7,18
Весь период	3,0	2,29	5,22
Изменение	0,8		
Ошибка	0,42		
Значимость	Значимо		

ФЕВРАЛЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-30,4	7,91	62,52
2 период	-28,7	4,52	20,47
Весь период	-29,4	7,10	50,45
Изменение	1,7		
Ошибка	1,30		
Значимость	Значимо		

АВГУСТ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	2,5	1,64	2,68
2 период	3,3	2,68	7,18
Весь период	3,0	2,29	5,22
Изменение	0,8		
Ошибка	0,42		
Значимость	Значимо		

МАРТ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-30,8	6,83	46,71
2 период	-29,1	8,36	69,81
Весь период	-29,8	8,84	78,12
Изменение	1,7		
Ошибка	1,61		
Значимость	Значимо		

СЕНТЯБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	1,6	2,24	5,00
2 период	2,9	3,72	13,83
Весь период	2,3	3,39	11,50
Изменение	1,4		
Ошибка	0,62		
Значимость	Значимо		

АПРЕЛЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-28,2	5,02	25,23
2 период	-26,6	7,51	56,35
Весь период	-27,4	6,97	48,56
Изменение	1,6		
Ошибка	1,27		
Значимость	Значимо		

ОКТАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-2,1	2,69	7,24
2 период	-0,3	4,34	18,87
Весь период	-1,2	4,21	17,76
Изменение	1,8		
Ошибка	0,77		
Значимость	Значимо		

МАЙ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-21,4	3,19	10,19
2 период	-18,5	8,45	71,39
Весь период	-19,9	7,45	55,46
Изменение	2,9		
Ошибка	1,36		
Значимость	Значимо		

НОЯБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-12,5	5,01	25,12
2 период	-8,7	10,67	113,77
Весь период	-10,5	11,55	133,45
Изменение	3,9		
Ошибка	2,11		
Значимость	Значимо		

ИЮНЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-9,6	3,24	10,50
2 период	-7,8	2,20	4,85
Весь период	-8,6	3,53	12,43
Изменение	1,7		
Ошибка	0,64		
Значимость	Значимо		

ДЕКАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-23,2	6,67	44,51
2 период	-19,6	10,56	111,57
Весь период	-21,4	11,48	131,90
Изменение	3,6		
Ошибка	2,10		
Значимость	Значимо		

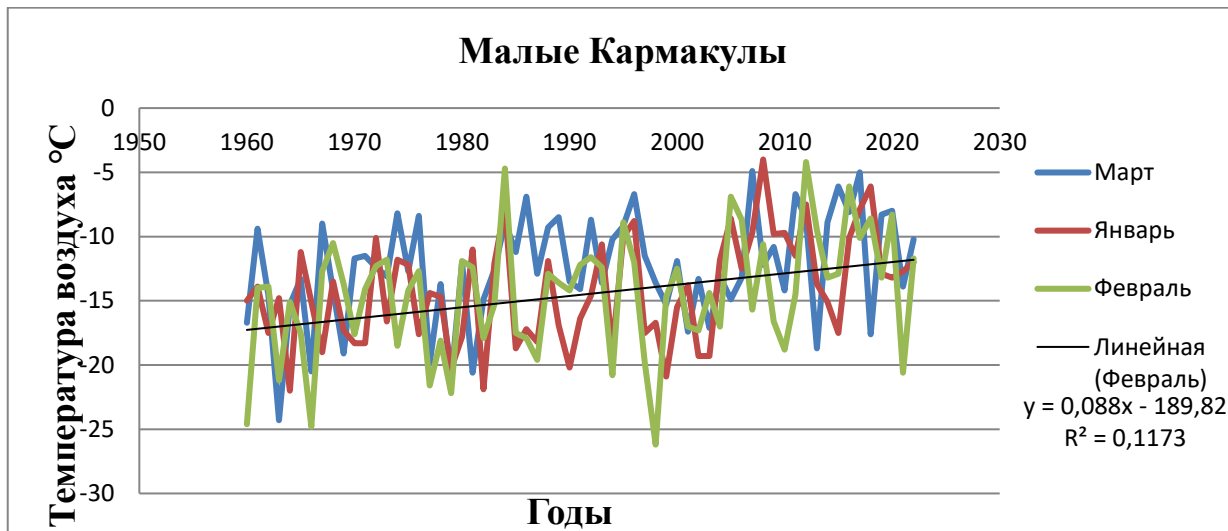


Рисунок 3.13 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции за период с января по март

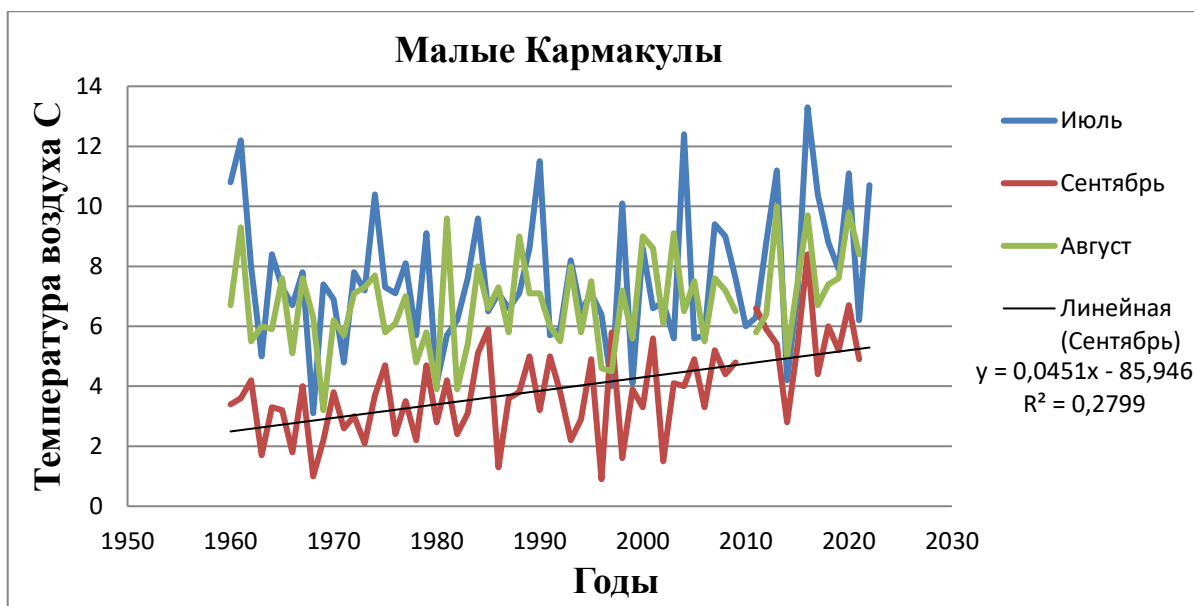


Рисунок 3.14 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции за период с июля по сентябрь

На станции Малые Кармакулы были взяты данные о годовом ходе среднемесячных температур, а так же построены графики за теплый период и холодный (рис 3.13 и 3.14). Из рисунка 3.13 видно то самые низкие среднемесячные температуры наблюдались в феврале самое низкое значение было $-26,2^{\circ}\text{C}$ в 1998 году. Из рисунка 3.14 заметно что самой высокой температурой за весь период наблюдений был июль 2016г, где среднемесячная температура достигла $13,3^{\circ}\text{C}$. На данной станции так же наибольший рост среднемесячных температур отчётливо прослеживается по сентябрю. Так же присутствует разрыв на графике, что говорит об отсуствие данных (рис. 3.14).

Таблица 3.6 – Оценка значимости изменения температуры на станции
Малые Кармакулы

ЯНВАРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-15,7	13,17	173,49
2 период	-12,8	18,46	340,72
Весь период	-14,5	17,02	289,82
Изменение	2,9		
Ошибка	3,11		
Значимость	Не значимо		

ИЮЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	7,4	3,86	14,87
2 период	7,7	5,80	33,65
Весь период	7,6	4,90	24,00
Изменение	0,3		
Ошибка	0,89		
Значимость	Не значимо		

ФЕВРАЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-15,7	13,17	173,49
2 период	-12,8	18,46	340,72
Весь период	-14,2	17,02	289,82
Изменение	2,9		
Ошибка	3,11		
Значимость	Не значимо		

АВГУСТ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	7,4	3,86	14,87
2 период	7,7	5,80	33,65
Весь период	7,6	4,90	24,00
Изменение	0,3		
Ошибка	0,89		
Значимость	Не значимо		

МАРТ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-15,5	16,74	280,10
2 период	-13,2	22,82	520,77
Весь период	-14,5	22,21	493,31
Изменение	2,3		
Ошибка	4,06		

СЕНТЯБРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	6,5	2,31	5,31
2 период	7,0	2,35	5,52
Весь период	6,8	2,34	5,47
Изменение	0,6		
Ошибка	0,43		

Значимость	Не значимо		
------------	------------	--	--

Значимость	Значимо		
------------	---------	--	--

АПРЕЛЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-13,5	19,69	387,78
2 период	-11,4	15,11	228,26
Весь период	-12,5	17,71	313,65
Изменение	2,1		
Ошибка	3,23		
Значимость	Не значимо		

ОКТАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	3,3	1,39	1,93
2 период	4,4	2,85	8,13
Весь период	3,9	2,36	5,57
Изменение	1,2		
Ошибка	0,43		
Значимость	Значимо		

МАЙ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-11,0	9,04	81,81
2 период	-8,1	8,58	73,64
Весь период	-9,4	10,94	119,65
Изменение	2,9		
Ошибка	2,00		
Значимость	Значимо		

НОЯБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-2,9	5,25	27,54
2 период	-1,3	6,64	44,07
Весь период	-2,1	6,49	42,16
Изменение	1,7		
Ошибка	1,19		
Значимость	Значимо		

ИЮНЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-4,6	2,40	5,77
2 период	-2,9	3,83	14,67
Весь период	-3,7	3,77	14,18
Изменение	1,7		
Ошибка	0,69		
Значимость	Значимо		

ДЕКАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-8,7	16,85	283,96
2 период	-6,0	9,35	87,37
Весь период	-7,4	14,29	204,18
Изменение	2,7		
Ошибка	2,61		
Значимость	Значимо		

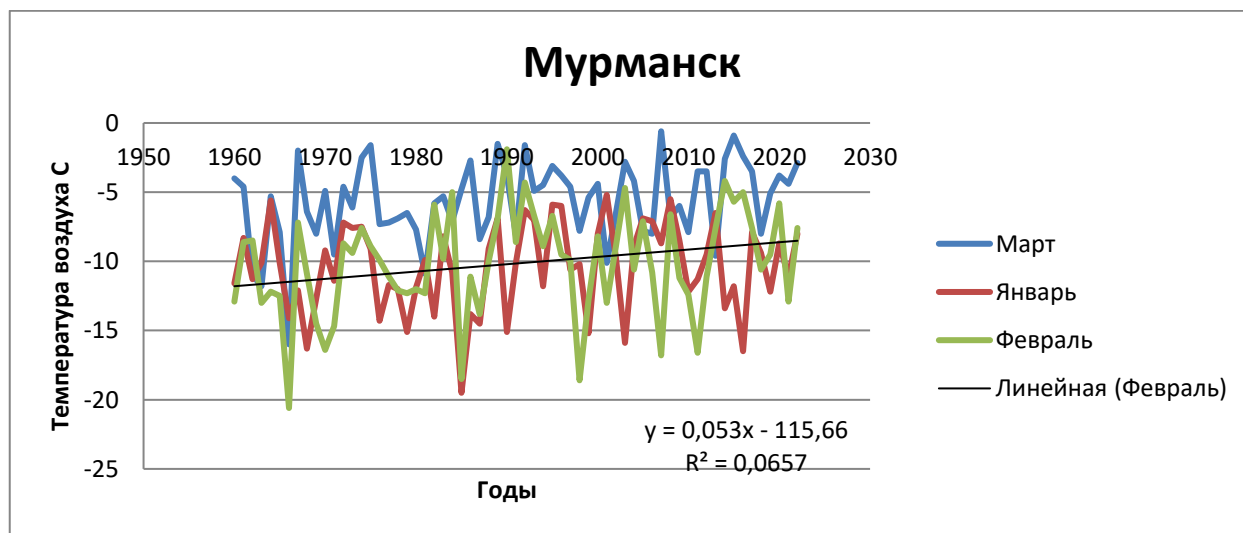


Рисунок 3.15 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции за период с января по март

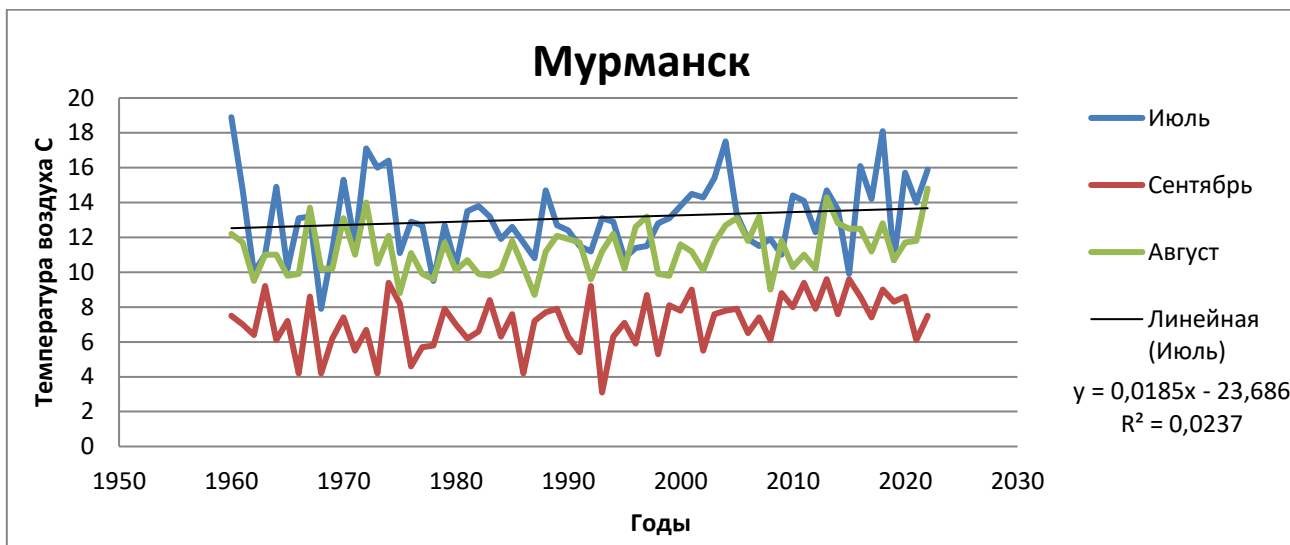


Рисунок 3.16 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции за период с июля по сентябрь

Были взяты данные с метеорологической станции Мурманска в период с 1960 по 2020 года, а так же построены графики за тёплый и холодный периоды. Из графика за холодный период (рис.3.15) видно что самые низкие среднемесячные температуры были в феврале 1966г -20,6 °С и январе 1985г - 19,5°С. Из графика за тёплый период (рис.3.16) понятно, что самые высокие положительные среднемесячные температуры были в июле 1960г 18,9°С и июле 2018г 18,1°С. Рост среднемесячных температур хорошо прослеживается в графике за холодный период (рис.3.15) от - 12,9°С в феврале 1960г до -7,6°С в феврале 2020 г.

Таблица 3.6 – Оценка значимости изменения температуры на станции Мурманск

ЯНВАРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-11,3	10,34	106,97

ИЮЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	12,6	4,55	20,74

2 период	-9,6	9,42	88,74
Весь период	-10,2	10,11	102,26
Изменение	1,8		
Ошибка	1,85		
Значимость	Не значимо		

2 период	13,2	4,10	16,84
Весь период	13,1	4,84	23,44
Изменение	0,6		
Ошибка	0,88		
Значимость	Не значимо		

ФЕВРАЛЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-11,3	10,34	106,97
2 период	-9,6	9,42	88,74
Весь период	-10,4	10,11	102,26
Изменение	1,8		
Ошибка	1,85		
Значимость	Не значимо		

АВГУСТ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	12,6	4,55	20,74
2 период	13,2	4,10	16,84
Весь период	13,1	4,84	23,44
Изменение	0,6		
Ошибка	0,88		
Значимость	Не значимо		

МАРТ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-10,9	15,16	229,94
2 период	-9,3	13,58	184,31
Весь период	-10,2	14,37	206,42
Изменение	1,5		
Ошибка	2,62		
Значимость	Не значимо		

СЕНТЯБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	10,8	1,71	2,91
2 период	11,6	1,66	2,76
Весь период	11,3	1,92	3,69
Изменение	0,7		
Ошибка	0,35		
Значимость	Значимо		

АПРЕЛЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-6,5	10,38	107,84
2 период	-5,1	6,40	40,90
Весь период	-5,7	8,55	73,14
Изменение	1,4		
Ошибка	1,56		
Значимость	Не значимо		

ОКТАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	6,7	2,14	4,58
2 период	7,6	2,30	5,29
Весь период	7,1	2,30	5,30
Изменение	0,9		
Ошибка	0,42		
Значимость	Значимо		

МАЙ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-1,6	3,65	13,33
2 период	-0,3	3,15	9,91
Весь период	-0,9	3,79	14,35
Изменение	1,3		
Ошибка	0,69		
Значимость	Значимо		

НОЯБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	0,9	3,34	11,14
2 период	1,6	4,05	16,38
Весь период	1,2	4,45	19,84
Изменение	0,6		
Ошибка	0,81		
Значимость	Не значимо		

ИЮНЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	3,6	3,59	12,92

ДЕКАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-5,0	6,77	45,89

2 период	4,6	3,60	12,96
Весь период	4,2	3,76	14,15
Изменение	1,0		
Ошибка	0,69		
Значимость	Значимо		

2 период	-4,0	7,71	59,39
Весь период	-4,5	7,23	52,26
Изменение	1,0		
Ошибка	1,32		
Значимость	Не значимо		

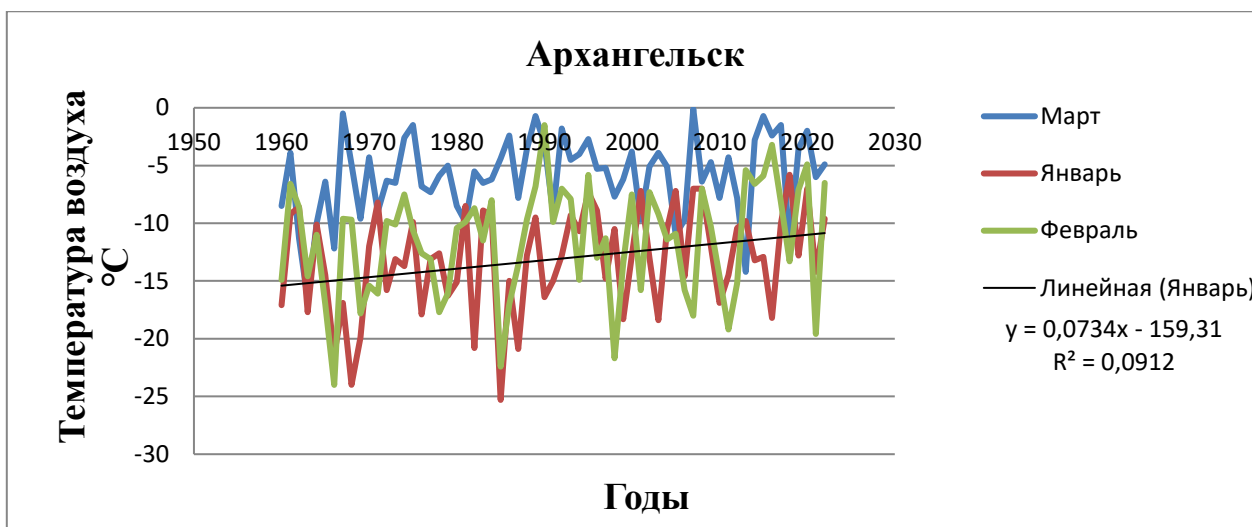


Рисунок 3.17 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции за период с января по март

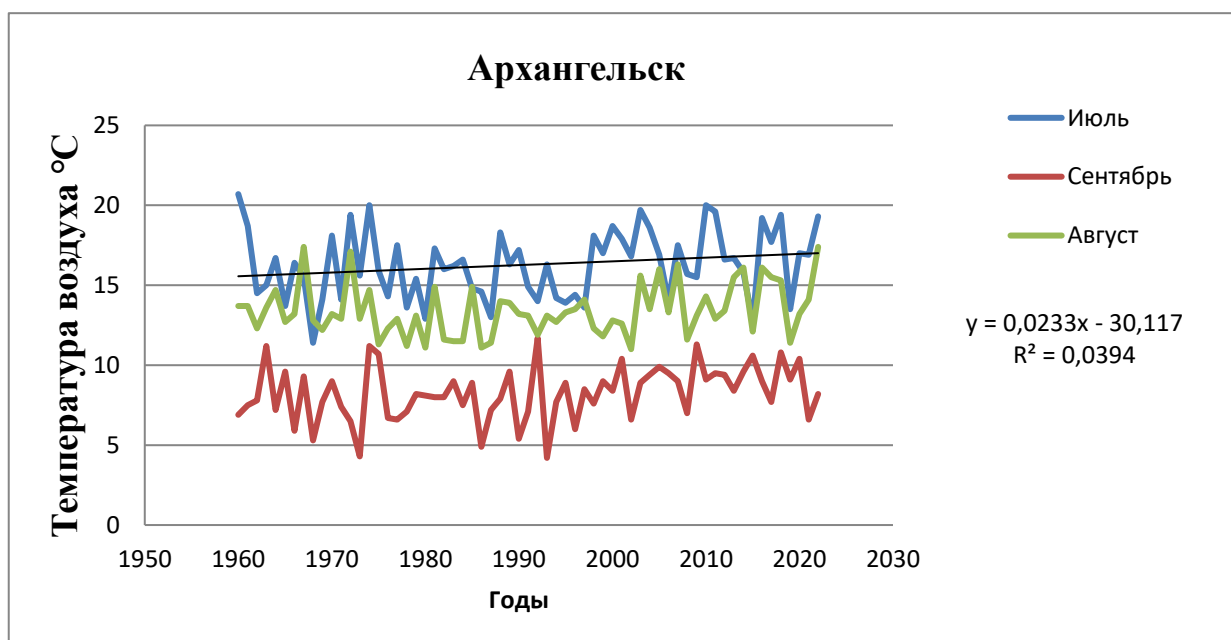


Рисунок 3.18 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции за период с июля по сентябрь

Из данных, взятых с Архангельской метеорологической станции, были построены два графика с годовым ходом среднемесячной температуры за промежуток с 1960 по 2020гг периоды максимального холода и тепла. Из рисунка 3.17 заметно что самые низкие среднемесячные температуры были в январе 1985г и составили $-23,5^{\circ}\text{C}$. Так же из рисунка 3.18 за период максимального тепла видно, что наибольшие температуры приходятся на июль и их максимальные значения были в 1960 и 1974 годах и составляли $20,7^{\circ}\text{C}$ и $20,0^{\circ}\text{C}$.

Таблица 3.7 – Оценка значимости изменения температуры на станции
Архангельск

ЯНВАРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-14,6	23,47	550,87
2 период	-11,6	13,45	180,89
Весь период	-11,6	19,85	394,17
Изменение	3,0		
Ошибка	3,62		
Значимость	Не значимо		

ИЮЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	15,8	4,06	16,51
2 период	16,5	4,49	20,20
Весь период	16,3	4,63	21,41
Изменение	0,8		
Ошибка	0,84		
Значимость	Не значимо		

ФЕВРАЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-12,2	23,54	554,12
2 период	-10,7	21,85	477,25
Весь период	-11,6	23,43	548,85
Изменение	1,5		
Ошибка	4,28		
Значимость	Не значимо		

АВГУСТ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	13,1	2,61	6,82
2 период	13,6	2,42	5,85
Весь период	13,4	2,68	7,16
Изменение	0,5		
Ошибка	0,49		
Значимость	Значимо		

МАРТ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-6,3	12,81	164,07
2 период	-5,5	11,97	143,39
Весь период	-5,9	11,87	140,99
Изменение	0,8		
Ошибка	2,17		
Значимость	Не значимо		

СЕНТЯБРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	7,8	3,00	8,97
2 период	8,8	2,59	6,71
Весь период	8,3	2,95	8,69
Изменение	1,0		
Ошибка	0,54		
Значимость	Значимо		

АПРЕЛЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-0,3	5,09	25,90
2 период	0,8	3,91	15,25
Весь период	0,3	4,67	21,79
Изменение	1,0		
Ошибка	0,85		
Значимость	Значимо		

ОКТАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	1,6	4,91	24,12
2 период	2,5	4,92	24,24
Весь период	2,1	5,23	27,34
Изменение	1,0		
Ошибка	0,95		
Значимость	Не значимо		

МАЙ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	6,5	6,16	37,92
2 период	7,5	5,94	35,24
Весь период	7,0	6,05	36,58
Изменение	1,0		
Ошибка	1,10		
Значимость	Не значимо		

НОЯБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-4,7	9,36	87,66
2 период	-4,2	13,91	193,45
Весь период	-4,5	10,88	118,32
Изменение	0,5		
Ошибка	1,99		
Значимость	Не значимо		

ИЮНЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	12,6	5,20	27,00
2 период	13,1	3,24	10,50
Весь период	12,9	4,30	18,51
Изменение	0,5		
Ошибка	0,79		
Значимость	Не значимо		

ДЕКАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-10,4	17,03	290,05
2 период	-8,2	17,97	322,84
Весь период	-9,3	17,90	320,58
Изменение	2,2		
Ошибка	3,27		
Значимость	Не значимо		

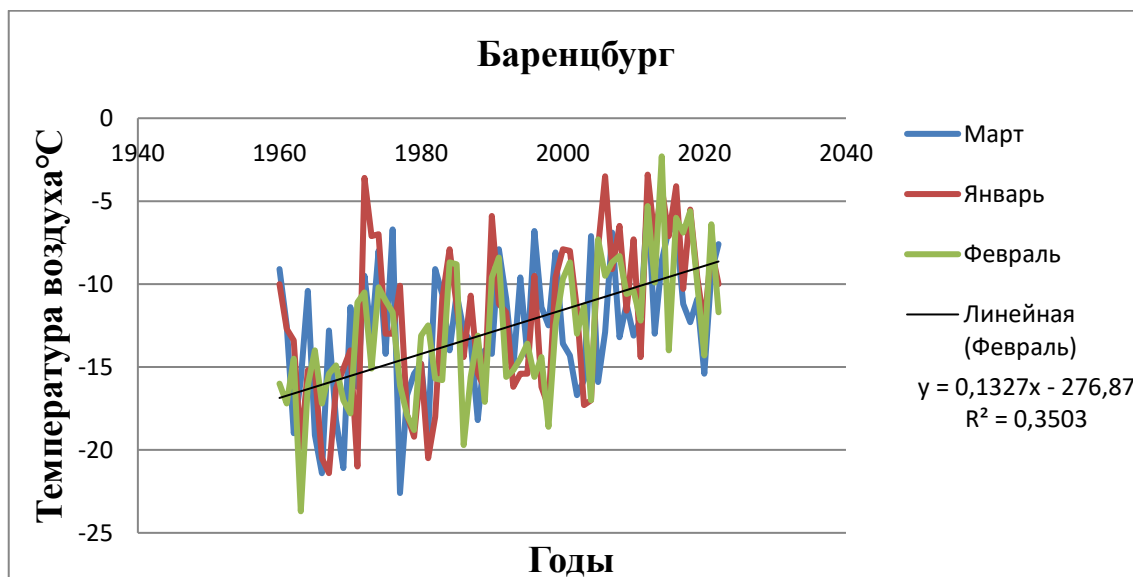


Рисунок 3.19 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции за период с января по март

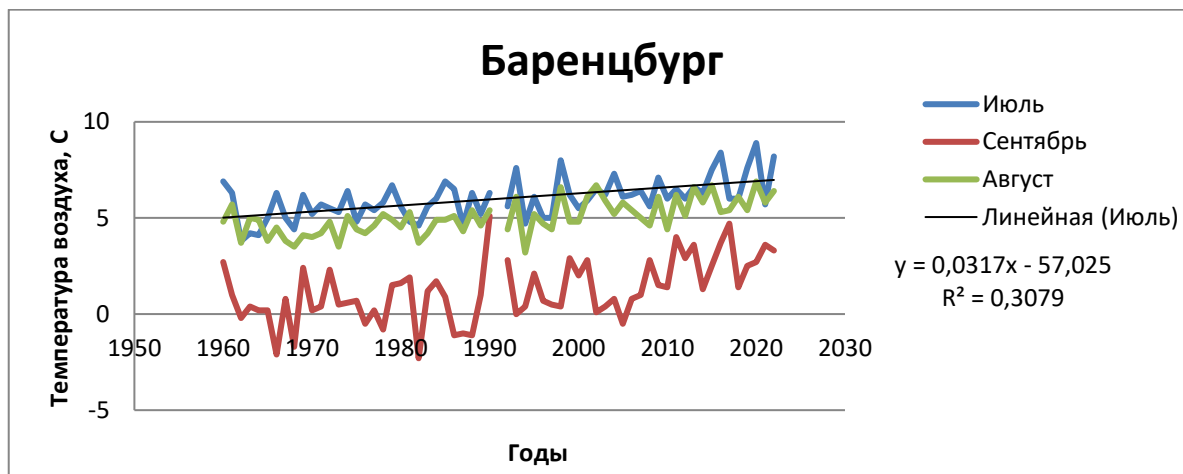


Рисунок 3.20 – Годовой ход среднемесячной температуры на станции за период с июля по сентябрь

Были взяты данные с метеорологической станции Баренцбурга и построены два графика годового хода среднемесячной температуры за периоды с июля по сентябрь и с января по март (рис 3.19 и 3.20). Из рисунка 3.19 самые низкие температуры наблюдались в феврале 1963 -23,7°С . Из графика с рисунка 3.20 прослеживается что максимальные положительные температуры были зафиксированы в июле 2020 г и составляли 8,9 °С. В графике за тёплый период (рис.3.20) есть разрыв в графике, что говорит об отсутствии данных.

Таблица 3.8 – Оценка значимости изменения температуры на станции Баренцбург

ЯНВАРЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-14,1	22,50	506,05
2 период	-10,3	18,93	358,46
Весь период	-12,8	23,25	540,55
Изменение	3,8		
Ошибка	4,24		
Значимость	Не значимо		

ИЮЛЬ			
Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	5,5	0,68	0,46
2 период	6,4	1,01	1,02
Весь период	6,0	1,11	1,23
Изменение	1,0		
Ошибка	0,20		
Значимость	Значимо		

ФЕВРАЛЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-14,7	12,23	149,56
2 период	-11,0	15,04	226,13
Весь период	-12,8	16,88	284,92
Изменение	3,7		
Ошибка	3,08		
Значимость	Значимо		

АВГУСТ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	4,5	0,37	0,14
2 период	5,5	0,77	0,59
Весь период	5,0	0,79	0,62
Изменение	0,9		
Ошибка	0,14		
Значимость	Значимо		

МАРТ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-14,5	16,70	278,88
2 период	-11,3	10,85	117,72
Весь период	-12,7	16,22	263,18
Изменение	3,2		
Ошибка	2,96		
Значимость	Значимо		

СЕНТЯБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	0,5	2,25	5,06
2 период	1,8	1,82	3,31
Весь период	1,2	2,54	6,47
Изменение	1,3		
Ошибка	0,46		
Значимость	Значимо		

АПРЕЛЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-11,4	7,93	62,85
2 период	-8,5	8,76	76,70
Весь период	-9,9	10,11	102,16
Изменение	2,9		
Ошибка	1,85		
Значимость	Значимо		

ОКТАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-4,8	7,95	63,24
2 период	-3,7	6,41	41,12
Весь период	-4,2	7,34	53,91
Изменение	1,1		
Ошибка	1,34		
Значимость	Не значимо		

МАЙ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-4,1	2,00	4,01
2 период	-2,7	2,23	4,98
Весь период	-3,4	2,55	6,49
Изменение	1,4		
Ошибка	0,46		
Значимость	Значимо		

НОЯБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-9,4	11,22	125,79
2 период	-6,1	9,77	95,50
Весь период	-7,7	13,08	171,15
Изменение	3,3		
Ошибка	2,39		
Значимость	Значимо		

ИЮНЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	1,6	1,11	1,23
2 период	2,8	0,49	0,24
Весь период	2,2	1,21	1,46
Изменение	1,2		
Ошибка	0,22		
Значимость	Значимо		

ДЕКАБРЬ

Ряд	Среднее	СКО	Дисперсия
1 период	-12,3	19,19	368,26
2 период	-8,5	8,87	78,66
Весь период	-10,4	17,17	294,80
Изменение	3,8		
Ошибка	3,13		
Значимость	Значимо		

3.3 Изменение ледового покрова Арктического региона и его влияние на популяцию и миграцию белых медведей и моржей

Вследствие глобального потепления в Арктике, вызванного преимущественно деятельностью человека, сокращается площадь морского льда. Это оказывает значительное влияние на популяции моржей и белых медведей. Из-за изменения климата происходят различные изменения в экосистеме, которые по-разному сказываются на разных видах и популяциях. Среди основных изменений – уменьшение толщины и площади ледяного покрова, повышение температуры окружающей среды, миграция, изменения пищевой цепи (кормовой базы, хищников, конкурентов), появление новых заболеваний и изменения поведения животных (фенотипа, генотипа). Эти изменения могут сильно влиять как на отдельные популяции, так и на виды в целом. Поэтому важно изучать особенности изменений в популяциях моржей и белых медведей, связанных с глобальным потеплением, и своевременно принимать меры по сохранению этих видов в условиях угрозы снижения численности их популяций.

Глобальное потепление представляет серьезную угрозу для белых медведей в Российской Арктике, вызывая изменения их среды обитания и влияя на их поведение:

- уменьшение ледяного покрова и увеличение открытой воды;
- сдвиг сроков формирования и взлома льда;
- отступление ледовой границы в глубокие, менее продуктивные районы летом;
- увеличение оттепелей зимой и летних дождей.

Эти изменения в первую очередь затронут Баренцево и Чукотское моря. Они приводят к изменению ареала и привычек миграции белых медведей, к сдвигу предпочтений в отношении местообитаний у медведей и их добычи – пагофильных тюленей, к уменьшению доступности добычи, к подвижности и энергетических затрат белых медведей, к росту риска разрушения родовых берлог в теплые зимы [8,9,10].

Кроме того, трудности с охотой на тюленей в полыньях вынуждают медведей выходить на берег, что делает их более уязвимыми для браконьерской деятельности.

Из данных реанализа было построено распределение морского льда в период с 1960 по 2022 года по месяцам и проанализирован ледовый покров Арктического региона. Максимальная концентрация морского льда наблюдалась в январе-марте т. к. именно этот период является временным промежутком конца полярной ночи.

В следствие анализа ледового покрова было выявлено, что максимальное количество ледового покрова было в марте 1960 года (рис. 3.21).

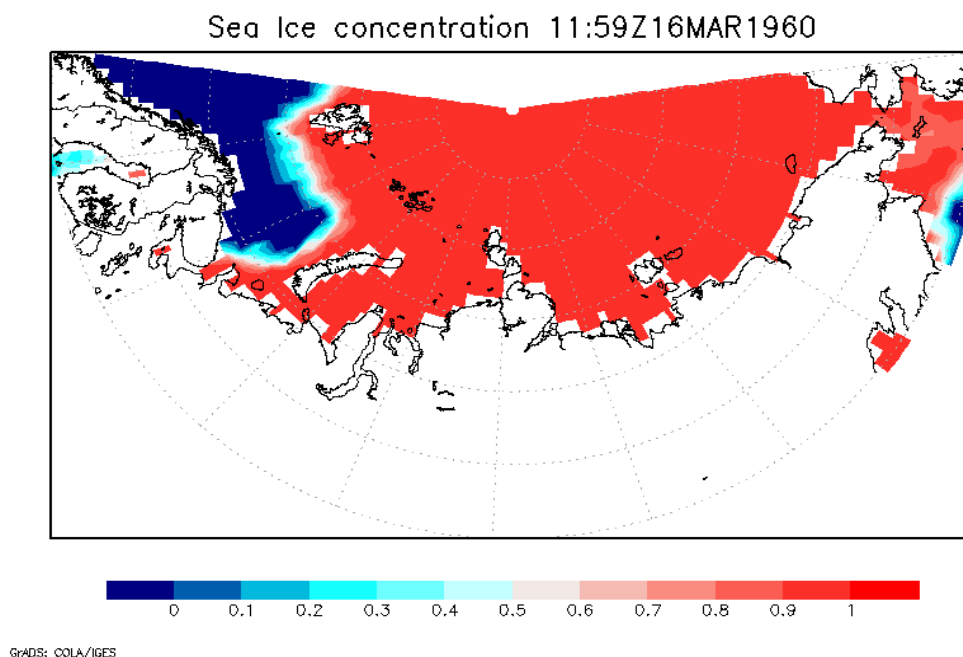


Рисунок 3.21 – Распределение ледового покрова за март 1960 года

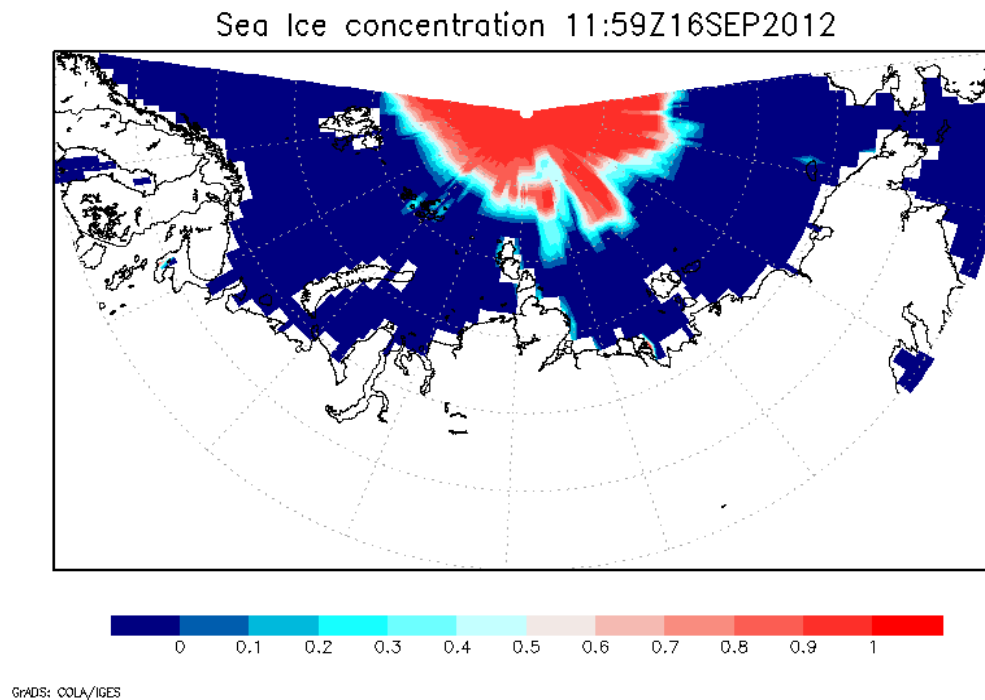


Рисунок 3.22 – Распределение ледового покрова за сентябрь 2012 года

На рисунке 3.22 отображена картина с наименьшим количеством ледяного покрова Арктики, которое наблюдалось в сентябре 2012 года. На сегодняшний день это самая критическая ситуация с ледовым покровом когда-либо случавшихся.

В тех местах, где растет ягель,

Демографическая проблема белых медведей

По тренду в последние годы должно сильно потеплеть.

Потепление с 2000 мигрируют, более хорошее место.

Начинают размножаться болезнетворные бактерии.

Птицы ведущему по потоку мигрируют

Рыбы мигрируют

Заключение

Изменение климата оказывает разрушительное влияние на животный мир Арктики. Это глобальная проблема, которая требует немедленных действий для защиты уникальных экосистем и сохранения биоразнообразия. Нам необходимо понять актуальность проблемы и принять ответственность за будущее Арктики и ее жителей.

Из-за упомянутых изменений, вызванных глобальным потеплением, необходимо отслеживать состояние популяций моржей и белых медведей и оперативно принимать меры по их защите при сокращении численности. Хотя точные последствия глобального потепления сейчас трудно предсказать, требуется постоянный мониторинг, таких как: химический анализ почвы, воды и воздуха; учет роста ледников и пустынь; наблюдение за численностью уязвимых видов животных.

Помимо мониторинга, необходимо внедрять экологически чистые технологии в тяжелой промышленности, увеличивать площади озеленения и выводить сорта растений, адаптированных к изменяющимся условиям окружающей среды. Такие меры обеспечат более плавную адаптацию к глобальным изменениям, сохраняя популяции животных.

Список использованной литературы

1. <https://www.britannica.com/place/Arctic> [Электронный ресурс] (дата обращения 19.02.2024)
2. <http://www.world-globe.ru/regions/arctic/> [Электронный ресурс] (дата обращения 19.02.2024)
3. <https://www.amap.no/documents/download/6887/inline> [Электронный ресурс] (дата обращения 22.02.2024)
4. <https://climate-box.com/ru/textbooks> [Электронный ресурс] (дата обращения 22.02.2024)
5. <https://ru.arctic.ru/climate/> [Электронный ресурс] (дата обращения 22.02.2024)
6. Аристова, А. О. Влияние климатических изменений на освоение северных территорий / А. О. Аристова, В. Н. Гапонова // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2022. – № 2. – С. 107-109. – DOI 10.52419/issn2782-6252.2022.2.107. – EDN KCAAFP.
7. Беликов, С. Е. Использование экосистемного подхода к мониторингу популяций морских млекопитающих, включенных в Циркумполярную программу мониторинга биоразнообразия КАФФ / С. Е. Беликов, П. В. Пестина, Е. В. Мелихова // Морские млекопитающие Голарктики: Сборник научных трудов по материалам X международной конференции, посвященной памяти А.В. Яблокова, Архангельск, 29 октября – 02 2018 года. – Архангельск: РОО "Совет по морским млекопитающим", 2019. – С. 35-46. – DOI 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-35-46. – EDN RQNKQB.
8. Кочнев, А. А. Потепление восточной Арктики и современное состояние популяции тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*) / А. А. Кочнев // Морские млекопитающие Голарктики: Сбор. науч. труд. по матер.

3-й межд. конфер., Коктебель, 11–17 октября 2004 года. – Коктебель: ООО Товарищество научных изданий КМК, 2004. – С. 284-288. – EDN LYKJGZ.

9. Mashkina, D. Trichinosis of Marine Mammals in the Territory of Chukotka / D. Mashkina, L. Bukina// FASEB Journal. – 2022. – Vol. 36. – No S1. – DOI 10.1096/ fasebj.2022.36.S1.R3318. – EDN JFOLLD.Начало формы.

10. Васильев, Р. М. Динамика содержания техногенных радионуклидов в объектах ветнадзора Северо-западного региона / Р. М. Васильев, В. Н. Гапонова // Международный вестник ветеринарии. – 2020. – № 4. – С. 79-83. – DOI 10.17238/issn2072-2419.2020.4.79.

11. <https://arctic-russia.ru/article/unikalnyy-zhivotnyy-mir-arktiki/>
[Электронный ресурс] (дата обращения 22.02.2024)