



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

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

На тему Исследование распределения метеовеличин в Арктическом регионе

Исполнитель Ананьева Елизавета Сергеевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Кандидат физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Симакина Татьяна Евгеньевна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

доктор физико-математических наук, профессор
Кузнецов Анатолий Дмитриевич

«18» мая 2020 г.

Санкт–Петербург

2020

Оглавление

Введение	3
1.Физико-географическая характеристика Арктического региона	5
1.1 Климат Арктики	7
1.2. Обеспеченность арктического региона метеорологической информацией	9
1.3 Полярные станции для изучения метеорологических данных.	12
1.3.1 Полярная станция Остров Визе.	13
1.3.2 Полярная станция Валькаркай.	16
2.Анализ изменчивости метеорологических условий	17
2.1. Создание базы данных метеорологических элементов	17
2.1.2. Методы статистических исследований.	18
2.2. Анализ метеорологических параметров на станции	20
2.2.1. Анализ температуры воздуха.....	20
2.2.2 Анализ атмосферного давления.....	26
2.2.3. Анализ осадков.	34
2.2.4. Анализ влажности.	38
2.2.5. Анализ ветра.	45
3.Сравнительный анализ метеорологических данных между станциями.	49
3.1. Сравнение данных температуры воздуха.....	49
3.2. Сравнение данных атмосферного давления.....	52
3.3. Сравнение данных об осадках.	53
3.5. Сравнение данных ветра.	55
Заключение	56
Список используемых источников.....	58

Введение

Развитие Арктики на сегодняшний день является важным направлением деятельности, и не только для нашей страны. Как известно, в Арктике можно обнаружить практически любой вид природных ресурсов, и добыча полезных ископаемых может вскоре пойти здесь небывалыми темпами. Грамотные стратегии деятельности помогут использовать многие преференции, которые готова сегодня предоставить Арктика.

Под слоем льдов и арктических пустынь сосредоточено до 20% нефтяных и более половины газовых отечественных запасов, месторождения редких металлов, золота, угля и других полезных ископаемых.

Огромную роль в дальнейшем развитии Арктики играет Северный морской путь — единственная магистраль, являющаяся связующим звеном для всех субарктических и арктических районов России.

Необходимо также отметить, что у данной магистрали имеется ряд неоспоримых преимуществ перед другими транспортными маршрутами с востока на запад и с запада на восток. Если прокладывать маршрут по Северному морскому пути, дистанция между портами может оказаться в два раза короче. В связи с нападениями пиратов на грузовые суда в Аденском заливе, возросшими рисками при доставке грузов и растущими расходами судовладельцев на охрану, стали актуальны другие морские маршруты, среди которых Северный морской путь [1].

Стратегия развития рисует достаточно благоприятные перспективы на будущее Арктики. На сегодняшний день можно говорить не только о возобновлении интереса к арктическому региону, но и о реальных шагах, предпринимаемых для выполнения программы организации арктических территорий - восстанавливаются полярные станции, возобновлено строительство портов, строятся новые ледоколы, разработана концепция создания контейнеровозов для круглогодичной навигации в условиях

Северного морского пути, созданы заповедники и национальные парки, в том числе предлагающие туристические маршруты.

На этом пути пока еще немало проблем, но процесс ускоряется растущим интересом к Арктике со стороны государства, бизнеса, науки и общества.

Особое внимание к проблемам развития региона связано с началом глобального потепления. Дело в том, что местные акватории могут освобождаться ото льда на срок от одного до нескольких месяцев, а это, в свою очередь, открывает новые возможности для судоходства.

Увеличение срока безледного перемещения по Северному морскому пути может создать более выгодные условия для круглогодичного движения морского транспорта, не говоря уже о значительной деловой активности в этой части планеты.

Основной задачей успешного освоения нефтегазовых месторождений, строительства различных сооружений, проведения грузовых и транспортных операций является знание гидрометеорологических особенностей Арктического региона.

Цель работы заключается в исследовании изменчивости погодных условий, основанных на метеорологических данных, полученных на станциях Арктического региона.

Основными задачами работы являются:

- Изучить изменчивость метеорологических условий на станциях Арктического региона
- Создание базы метеорологических данных на двух станциях
- Статистический анализ метеорологических параметров на станциях

1. Физико-географическая характеристика Арктического региона

Арктика — единый физико-географический район Земли, примыкающий к Северному полюсу и включающий окраины материков Евразии и Северной Америки, почти весь Северный Ледовитый океан с островами (кроме прибрежных островов Норвегии), а также прилегающие части Атлантического и Тихого океанов. Южная граница Арктики совпадает с южной границей зоны тундры. Площадь — около 27 млн км².

По особенностям рельефа в Арктике выделяют: шельф с островами материкового происхождения и прилегающими окраинами материков и Арктический бассейн. Область шельфа занята окраинными морями — Баренцевым, Карским, Лаптевых, Восточно-Сибирским и Чукотским. Рельеф суши российской Арктики в основном равнинный, местами, особенно на островах, гористый. Центральная часть — Арктический бассейн, область глубоководных котловин (до 5527 м) и подводных хребтов.

Высшая точка Арктики — гора Гунбьёрн (Гренландия).

Особенности природы: низкий радиационный баланс, близкие к 0 °С средние температуры воздуха летних месяцев при отрицательной среднегодовой температуре, существование ледников и многолетнемерзлых пород, преобладание тундровой растительности и арктических пустынь.

Территория Арктики включает в себя: Огромный дрейфующий ледяной шельф находящийся в Северном Ледовитом океане, северные воды двух океанов Тихого и Атлантического, острова и архипелаги, в том числе Гренландию, полярные земли Северной Америки и Евразии, а также множество морей[2].

Официальными государствами-представителями на шельфе являются: Россия, Канада, Дания, Норвегия, США. К РФ относится достаточно большая часть Арктики.

Арктические территории Российской Федерации:

- Сухопутные территории Арктической зоны Российской Федерации определены согласно указу президента Российской Федерации от 2 мая 2014 года № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации». Они перечислены ниже:
- Мурманская область (полностью).
- Ненецкий автономный округ (полностью).
- Чукотский автономный округ (полностью).
- Ямало-Ненецкий автономный округ (полностью).
- Некоторые территории севера Республики Коми
- Некоторые территории севера Республики Карелия (добавлены указом президента РФ от 27 июня 2017 г. № 287)
- Некоторые территории севера Республики Саха — Якутии
- Некоторые территории севера Красноярского края
- Некоторые территории севера Архангельской области
- Земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане, указанные в постановлении Президиума ЦИК от 15 апреля 1926 года «Об объявлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане» и других актах СССР[3].



Рисунок 1.1. Арктические территории Российской Федерации.

1.1 Климат Арктики

Климат Арктики считается суровым и холодным, но в результате появления циклонов, температура может резко вырасти до плюсовых значений.

Средние температуры самого холодного зимнего месяца — января — колеблются от $-2...-4$ °С в южной части Арктического района до -25 °С на севере Баренцева моря, западе Гренландского моря, в морях Баффина и Чукотском и от $-32...-36$ °С; в Сибирском районе, на севере Канадского и в прилегающей к нему части Арктического бассейна до $-45...-50$ °С в центральной части Гренландии. Минимальные температуры в этих районах иногда снижаются до $-55...-60$ °С, только в Арктическом бассейне они не опускаются ниже $-45...-50$ °С. При прорывах глубоких циклонов температура иногда повышается до $-2...-10$ °С. Средние температуры июля в Арктическом бассейне — $0...-1$ °С

Ледовитость морских акваторий — около 11 млн км² зимой и около 8 млн км² летом. Воздух здесь холоднее воды. Температура воздуха сибирского бассейна — минус 50°С, на Чукотском море температура воздуха — минус 36°С. Во время полярной ночи температура воздуха постоянно понижается, потому что ни света, ни тепла не поступает. Когда наступают полярные сутки, большие объемы тепла и света поглощаются снегом и льдом. Районы прилегающие к акваториям Атлантического и Тихого океанов, теплее и там больше осадков, а климат внутренних районов холоднее и более сухой.

Зимой в Арктике усиливаются действия циклонов со стороны Атлантического океана. В это время высокие показатели температуры воздуха, сильные ветра, максимальное количество осадков и облачность. В сибирской части Арктики действуют антициклоны. Ветра здесь незначительные, очень низкие показатели температур, мало осадков.

Температура в арктическом бассейне летом 0-5°С, очень влажно (до 98%), частые туманы, осадки в виде мокрого снега и дождя, умеренные ветра.

Климат Арктики в течение последних 600 лет значительно менялся. За этот период времени произошло не менее трёх или четырёх потеплений, вполне соизмеримых как по масштабам, так и по продолжительности со знаменитым «потеплением Арктики» первой половины XX века.

По данным исследований, температура в Арктике повышается в два раза быстрее, чем в остальном мире. Это может привести к вымиранию многих видов растений и животных в регионе. Также потепление ставит под угрозу существование коренных народов Арктики[4].

Льды Арктики имеют огромное значение для климатической системы Земли. Ледяная шапка отражает солнечные лучи и таким образом не даёт планете перегреться. Кроме того, арктические льды играют большую роль в системах циркуляции воды в океанах.

Общая масса арктического льда, по сравнению с уровнем 1980-х годов, уменьшилась на 70 %. В сентябре 2012 года, по данным Гидрометцентра, площадь ледяной шапки достигла своего минимума за всё время наблюдения, составив 3346,2 тыс. км.

Необходимо учитывать, что и до начала спутниковых наблюдений (1979) также наблюдались очень малоледовитые периоды. По данным американских ученых, исследовавших изменения климата во всех районах Арктики, в последние годы площадь ледяного покрова стремительно убывает. Согласно состоянию на 25 февраля 2015 года этот показатель составил 14,54 млн км². Многие специалисты предполагают, что в XXI веке летом большая часть водного пространства Арктики будет полностью свободна ото льда, а это откроет новые перспективы для морской перевозки грузов [4].

1.2. Обеспеченность арктического региона метеорологической информацией

Деятельность полярных станций в Арктике – основа мониторинга природных процессов в окружающей среде: в океане и на суше. Эти результаты нужны не только для непосредственного использования в текущей деятельности человека в Арктике, но и для накопления и совершенствования базы многолетних наблюдений, которые необходимы для изучения природных процессов, оказывающих влияние на климат, а значит — на перспективы жизни человека на всем земном шаре.

Еще в 1870-х годах стало понятно, что изучение территорий в Арктике силами разрозненных экспедиций не может дать результатов, позволяющих проводить фундаментальные исследования в зоне Северного Ледовитого океана. Одним словом, мысль о создании неких постоянно действующих полярных станций, систематически снимающих показания, витала в воздухе.

Говоря о полярных станциях России в Арктике, чаще всего вспоминают их бурное развитие в советский период. Однако Россия начала их использовать значительно раньше. Во время проведения Первого Международного Полярного года (1882-83 гг.) в исследованиях участвовало две российских станции — Малые Кармакулы на Новой земле и Сагастыр в дельте Лены. В 1913-1915 годах начали работу еще 4 полярные станции — Югорский Шар, о. Вайгач, станция Марре-Сале на п-ове Ямал и на о. Диксон [5].

Из-за суровых климатических условий и достаточно труднодоступного расположения, в арктическом регионе не так часто встречаются метеостанции. В СССР арктическая зона была обеспечена полярными станциями гораздо больше, чем сейчас. Существенно сократилось количество полярных станций Арктики в 90-е годы прошлого века. Недостаток финансирования и отсутствие интереса к этому сектору в России привел к закрытию до 50% станций. На сегодняшний день осталось не так много действующих арктических станций.

Арктические полярные станции в России

- Арктический научно-исследовательский стационар - Лабытнанги, Ямало-Ненецкий автономный округ
- Беломорская биологическая станция МГУ - Посёлок Приморский, Лоухский район, Республика Карелия
- Валькаркай - Чаунский район, Чукотский автономный округ
- Виллем Баренц - Диксон, Красноярский край
- Гидрометеорологическая станция им. М.В. Попова - Остров Белый, Карское море
- Гидрометеостанция Диксона - Посёлок Диксон, Красноярский край
- Енисейская экологическая станция «Мирное» - Деревня Мирное, Туруханского района, Красноярского края
- Известий ЦИК - Остров Тройной, Острова Известий ЦИК, Карское море

- Лена-Норденшельд - Берег Быковской протоки реки Лена, севернее Тикси, Якутия
- Малые Кармакулы - Остров Южный, архипелаг Новая Земля
- Марре-Сале - К северу от мыса Марре-Сале, полуостров Ямал, Ямало-Ненецкий автономный округ
- Мыс Баранова (ранее — Прима) - Мыс Баранова, остров Большевик, архипелаг Северная Земля
- Мыс Желания - Мыс Желания, на Северном острове архипелага Новая Земля
- Обсерватория имени Эрнста Кренкеля - Остров Хейса, архипелаг Земля Франца-Иосифа
- Остров Визе - Остров Визе, Карское море
- Остров Врангеля - Бухта Роджерс, Остров Врангеля
- Остров Голомянный - Остров Голомянный, Архипелаг Седова, в составе архипелага Северная Земля
- Остров Самойловский - Остров Самойловский, дельта реки Лены, Якутия
- Полярная геокосмофизическая обсерватория «Тикси» - Посёлок Тикси, Якутия
- Северо-Восточная Научная Станция - Посёлок Черский, Якутия
- Солнечная - Бухта Солнечная, остров Большевик, архипелаг Северная Земля
- Столбовой - Остров Столбовой, Море Лаптевых
- Столбовой Мыс - Остров Южный, архипелаг Новая Земля
- Челюскин - Мыс Челюскин, Таймыр, Красноярский край.

Так же в Арктике существуют дрейфующие полярные станции.

Россия — первая страна, которая стала использовать дрейфующие полярные станции. Каждая такая станция представляет собой установленный на

дрейфующей арктической льдине комплекс стационарных домиков, в которых живут участники экспедиций, и необходимого оборудования. Впервые такой дешёвый и эффективный способ исследования Арктики предложил в 1929 году Владимир Визе, исследователь, работавший в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте. Благодаря этому созданию дрейфующих станций российские учёные получили возможность исследовать Арктику круглый год.

Первая дрейфующая экспедиция под названием «Северный полюс» была высажена у полюса 21 мая 1937 года.

Данные, получаемые во время экспедиций, расширяют знания учёных о процессах, происходящих в природной среде Центральной Арктики, и помогут объяснить причины глобальных климатических изменений.

1.3 Полярные станции для изучения метеорологических данных.

Погодные условия в разных частях Арктики достаточно отличаются. Роль в их изменчивости играют циклоны, таяние ледников, полярные ночи и даже солнечная радиация.

Для выполнения исследования, необходимо создать базу данных, полученную с Арктических станций, чтобы проследить изменения в данном регионе.

Для изучения рассмотрим две полярные станции на территории Российской Федерации: Остров Визе и полярная станция Валькаркай.

Координаты станций:

Станция Валькаркай $70^{\circ}05'06''$ с. ш. $170^{\circ}55'21''$ в. д.

Станция остров Визе $79^{\circ}30'$ с. ш. $76^{\circ}54'$ в. д.

Расстояние между станциями составляет 2 564км.

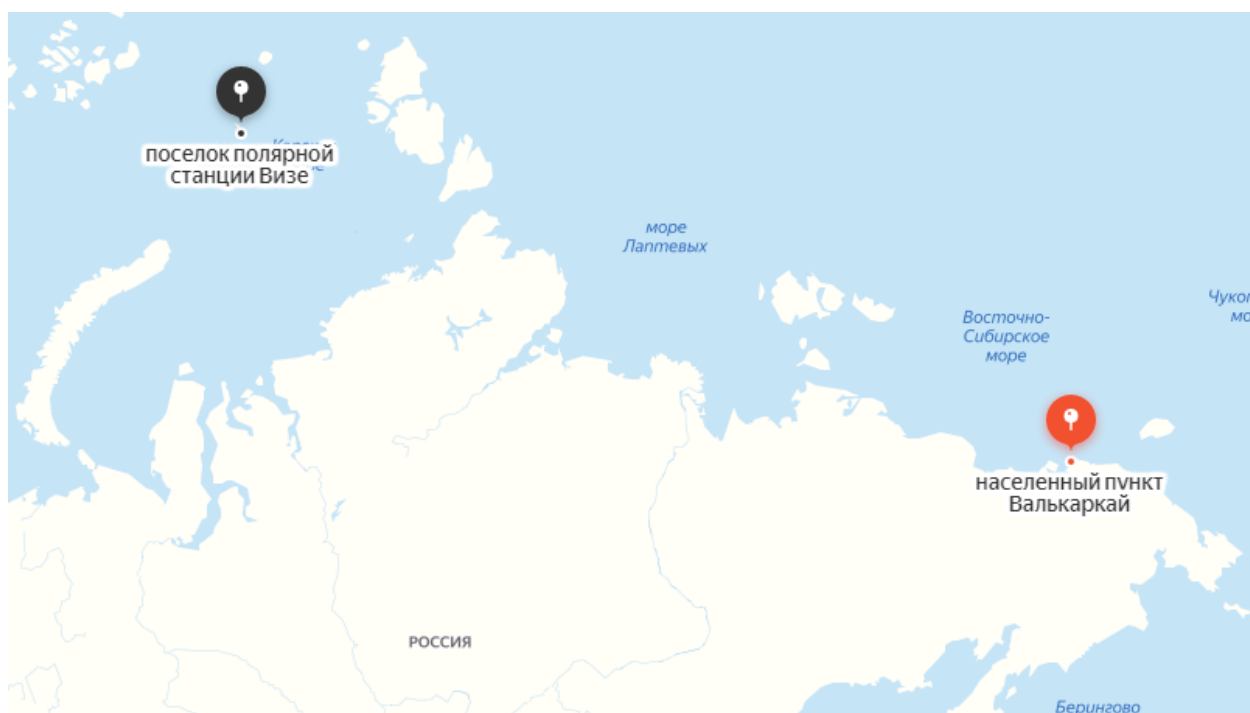


Рисунок 1.2. Полярные станции Валькаркай и остров Визе на географической карте России.

1.3.1 Полярная станция Остров Визе.

Остров Визе находится в северной части Карского моря, вытянутый с юго-востока на -северо-запад на 22,5 км остров имеет ширину 5,5 км. Береговая черта острова изрезана весьма незначительно. Его берега пологие и лишь у самого моря, преимущественно в северо-западной части, местами образуют невысокие песчаные обрывы. Восточный мыс находится в 10 км от станции, западный (поворотный), на котором установлен навигационный знак, . в 2 км. Остров Визе со всех сторон окружает береговой вал из камней и мелкой гальки шириной от 7 до 30 м. Местами вал представляет собой насыпь, местами отдельные нагромождения гальки на различном расстоянии от уреза воды.

Территория острова сплошь покрыта холмами, высота которых достигает 15-30 м. Холмы разделены узкими ложбинами, являющимися в летний период руслами ручьев и речек. Замкнутые ложбины заполняются талой водой, образуя мелководные озера, большинство из которых летом пересыхает, а зимой промерзают до дна. Прибрежные озера, как правило, соленые. В юго-западной и в северо-западной частях острова, на побережье имеются две лагуны. Первая отделена от моря песчано-каменистыми косами, вторая широким перешейком.

Почва песчано-глинистая с включениями битого плитняка. Остров находится в зоне арктической тундры. Растительность почти отсутствует: пятнами произрастает ягель, встречаются отдельные кочки, покрытые лишайниками, немного цветов.

Населенных пунктов на острове нет, завоз необходимых продуктов осуществляется в период навигации судном, при помощи вертолета.

Климат здесь не менее суровый. Погодные особенности определяются островным положением станции. Средняя многолетняя температура воздуха равна -13,6 С. Среднемесячная температура воздуха в самом теплом месяце . июле составляет +0,5 С, в самом холодном . марте -26,9 С. Абсолютный минимум температуры равен -52,0 С. Средняя многолетняя относительная влажность воздуха 90%. В районе станции в течение года выпадает 242 мм осадков. Преобладает юго-восточное направление ветра со среднегодовой скоростью 6,4 м/сек. Устойчивый снежный покров образуется в середине сентября (13 числа), окончательное его таяние происходит в конце июня (26 числа). Лето короткое и холодное.

С 1 ноября 1945 года на южном берегу острова работает гидрометеорологическая полярная станция, одна из самых северных в мире. Полярная станция расположена на южном берегу острова Визе в Карском море.

Морская гидрометеорологическая станция Визе начала свою работу 1 ноября 1945 года. С сентября 1956 года в программу станции включено аэрологическое зондирование атмосферы. С 20 марта 1957 года ведется регистрация продолжительности солнечного сияния по гелиографу. С сентября 1957 года производятся актинометрические наблюдения. 28 октября 1958 года начаты наблюдения над гололедно-изморозевыми отложениями на гололедном станке. В сентябре 1988 года приступили к наблюдениям по вытяжным почвенно-глубинным термометрам ТПВ-50 на глубинах 0,2, 0,4 и 0,8 м. 18 июля 1993 года на станции задействован безртутный барометр БРС-1[6].



Рисунок 1.3.1. Остров Визе на карте Северо-Ледовитого океана.

1.3.2 Полярная станция Валькаркай.

Валькаркай — труднодоступная полярная станция на арктическом побережье Восточно-Сибирского моря, в пределах Чаунского района Чукотского автономного округа России.

На косе расположена одноимённая полярная станция, созданная в 1932 году. Расположена на косе, отделяющей лагуну Валькаркай от акватории моря.

Метеостанция находится за сильно заболоченным перевалом, что крайне затрудняет туда путь. Зимой до неё можно добраться на снегоходе, а летом только на мощном вездеходе типа Трэкол, да и то - без гарантий. Было много случаев, когда автомобиль застревал посередине пути. Впрочем, обитатели станции привыкли существовать автономно и редко ездят в Певек. Но основная сложность в том, что станция находится на берегу Северного Ледовитого океана и её отделяет от Певека Чукотское нагорье, с высотами в этой части до 700-1100 метров. Раз в год на Валькаркай причаливает корабль, который сгружает консервы, батарейки и все что нужно для жизни [7].

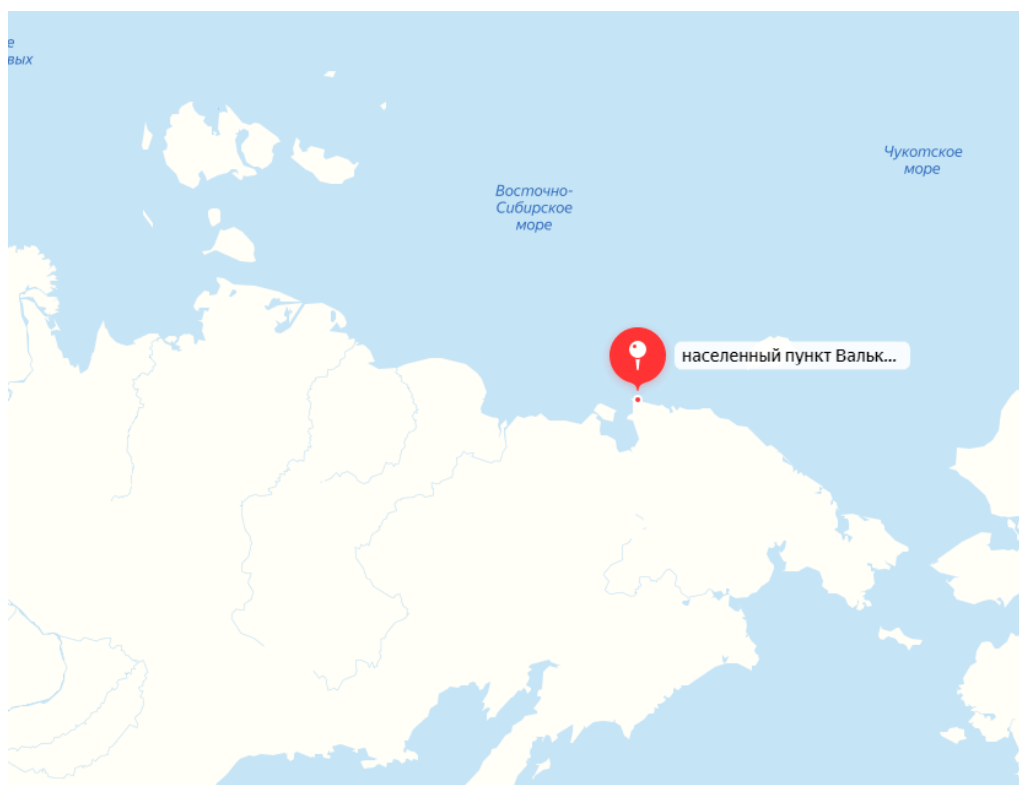


Рисунок 1.3.2. Станция Валькаркай на географической карте России.

2. Анализ изменчивости метеорологических условий

2.1. Создание базы данных метеорологических элементов

Для исследования был выбран трехлетний период с 2017 по 2020гг. на станции «Валькаркай» и станции «Остров Визе». В качестве исходных данных были использованы метеорологические данные о температуре воздуха, атмосферном давлении, влажности, количестве осадков и данные о скорости и направлении ветра за каждые сутки, выбранные из интернет-ресурсов /rp5.ru/

Таблица 2.1. Отсортированных данные атмосферного давления на станции Валькаркай за каждый год по месяцам.

март			апрель			май		
2017-2018	2018-2019	2019-2020	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2017-2018	2018-2019	2019-2020
758,6	755,8	772,9	759,7	757,0	757,0	758,9	755,5	760,5
765,6	756,4	763,9	756,7	754,7	755,5	762,8	754,6	763,4
761,2	757,0	763,0	755,8	755,8	754,9	763,0	752,3	766,3
761,7	756,1	759,4	758,4	756,5	751,0	757,0	754,3	765,3
762,7	758,5	743,2	762,0	752,7	753,6	754,7	758,7	761,2
762,0	759,0	741,1	764,3	754,1	760,8	757,4	762,4	756,7
761,0	751,6	757,8	767,5	756,2	761,5	758,5	761,3	757,1
765,2	746,8	759,1	769,0	761,2	764,8	762,4	757,6	756,6
761,8	753,2	762,1	769,0	764,7	768,4	761,2	759,1	758,4
763,0	759,5	769,6	767,2	765,0	770,4	757,5	759,9	768,1
764,0	767,9	770,2	768,5	762,1	764,5	756,7	758,5	767,9
764,9	772,0	769,6	769,5	758,2	764,0	756,2	762,5	762,6
762,1	765,0	757,3	763,8	753,8	759,1	756,6	763,5	763,3
765,7	766,3	751,5	762,3	751,0	768,7	757,0	761,9	764,2
764,1	770,9	756,2	758,0	752,4	760,4	754,6	763,0	759,8
762,4	770,8	761,0	757,3	759,1	762,1	753,1	760,2	762,8
769,5	765,1	759,5	756,1	764,4	763,3	754,6	759,4	765,1
768,1	763,3	761,8	755,8	769,0	761,0	757,9	755,8	768,7
771,7	761,4	764,8	770,3	772,2	758,9	764,0	761,8	765,3
771,1	759,1	766,6	767,1	768,1	757,3	765,3	760,0	758,3
758,8	763,5	764,9	763,1	761,5	758,0	765,2	759,5	756,4
747,7	771,4	757,9	758,8	754,9	758,4	761,5	761,2	760,0
755,6	767,5	754,4	763,6	764,8	761,2	758,8	757,7	766,2
759,1	761,8	754,1	761,9	769,3	765,1	759,1	759,7	768,4
770,4	765,5	757,3	758,2	773,0	766,0	761,8	760,8	759,7
776,8	765,9	761,5	754,0	774,1	762,8	763,2	766,6	763,0
778,4	764,1	760,6	754,1	773,9	762,1	764,1	764,0	763,0
775,9	768,2	755,1	756,1	773,9	763,9	762,2	760,2	762,2
770,3	761,7	762,8	756,6	775,0	767,6	758,8	757,0	761,2
773,7	746,5	759,7	754,6	771,7	769,0	758,1	760,8	761,8
776,7	758,5	750,2				759,9	761,1	761,1

2.1.2. Методы статистических исследований.

Для исследования особенностей временной изменчивости в работе были использованы следующие методы анализа временных рядов.

Среднее арифметическое и стандартное отклонение.

Среднее арифметическое значение статистического ряда (\bar{X}) характеризует точку ее равновесия при различных колебаниях.

Рассчитывается по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i$$

Стандартное (или среднее квадратическое) отклонение (σ) характеризуют среднее рассеяние значений ряда от среднего арифметического значения. Стандартное отклонение связано с дисперсией (D).

Рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \sqrt{D}$$

Где D – дисперсия

$$D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

границы доверительного интервала среднего значения, в случае с - 95%:

$$x - 1.96 \times \sigma / n$$

в случае с +95%:

$$x + 1.96 \times \sigma / n$$

Корреляционный анализ

Коэффициент корреляции R представляет собой степень тесноты линейной зависимости двух случайных величин, при возрастании одной из которых, другая имеет тенденцию возрастать (убывать) по линейному закону[8].

Также, между точками со средними значениями можно рассчитать корреляцию по следующей формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

И определена значимость корреляции, на основании расчета стандартной случайно погрешности:

$$\sigma_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n - 1}}$$

2.2. Анализ метеорологических параметров на станции

2.2.1. Анализ температуры воздуха

Рассмотрим данные о температуре воздуха в период с марта по февраль на двух станциях с 2017 по 2020гг.

В таблице 2.2.1 представлены расчетные данные о средней температуре, минимальной и максимальной температуре, среднеквадратическом отклонении температуры за каждый месяц рассматриваемого периода на станции Валькаркай.

Таблица 2.2.1 Расчетные данные о температуре воздуха на станции Валькаркай.

	Среднее °С	СКО	Min °С	max °С
		2017-2018		
март	-14,4	6,9	-29,6	3,4
апрель	-9,5	6,2	-23,4	2,2
май	-2,8	3,2	-13,4	5,5
июнь	1,7	2,8	-2,7	16,7
июль	6,9	3,9	1,2	20,3
август	7,2	4,1	-1,3	20,2
сентябрь	2,5	2,2	-2,2	12,1
октябрь	-3,5	4,6	-14,5	7,7
ноябрь	-9,0	6,3	-23,8	3,6
декабрь	-15,7	6,7	-30,8	-2,7
январь	-21,1	8,1	-34,1	3,1
февраль	-16,2	3,1	-23,4	-8,0
		2018-2019		
март	-24,5	7,1	-37,6	-3,0
апрель	-10,8	4,3	-20,2	0,3
май	-6,6	5,2	-20,5	2,1
июнь	1,2	2,5	-5,8	12,2
июль	5,0	5,8	-0,9	23,3
август	3,6	4,4	-2,4	20,0
сентябрь	6,8	4,2	-1,1	19,5
октябрь	-3,4	6,6	-18,6	13,4

	Среднее °С	СКО	Min °С	max °С
ноябрь	-16,9	5,9	-31,1	-5,4
декабрь	-26,5	6,9	-36,4	-5,3
январь	-25,3	3,5	-34,1	-12,0
февраль	-24,6	5,6	-38,2	-5,2
		2019-2020		
март	-22,0	6,1	-36,9	-8,7
апрель	-14,3	7,0	-28,3	2,5
май	-5,2	4,0	-15,8	4,8
июнь	2,6	3,7	-2,8	16,9
июль	5,5	4,2	-0,8	21,9
август	4,4	2,9	-1,0	14,5
сентябрь	1,6	2,2	-4,1	9,4
октябрь	-4,2	4,0	-17,2	1,7
ноябрь	-11,6	6,3	-27,2	0,1
декабрь	-19,0	6,5	-32,9	-5,9
январь	-23,9	5,8	-35,7	-0,5
февраль	-28,6	6,1	-39,8	-11,3

Исходя из данных, самая низкая температура воздуха была зафиксирована в феврале 2020г и составила -39,8°С, а самая высокая в июле 2018г и составила 23,3°С. Необходимо отметить, что за трехлетний период на станции Валькаркай самые низкие температуры отмечались чаще всего в феврале, а самые высокие температуры в июле.

Представим графически минимальные, максимальные и средние значения температуры воздуха на станции Валькаркай и проведем линию тренда (рисунок 2.2.1 а, б, в).

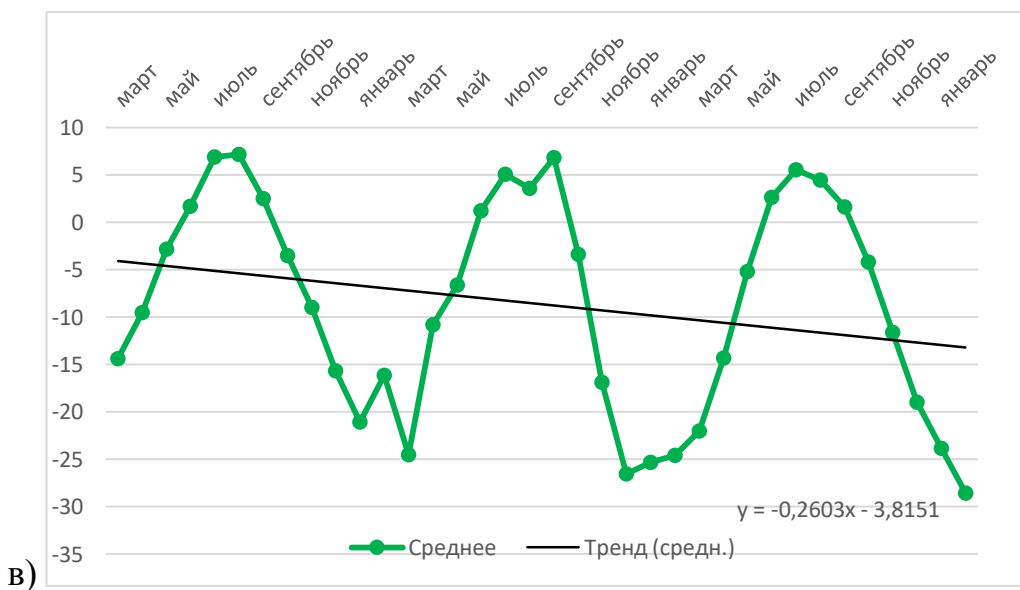
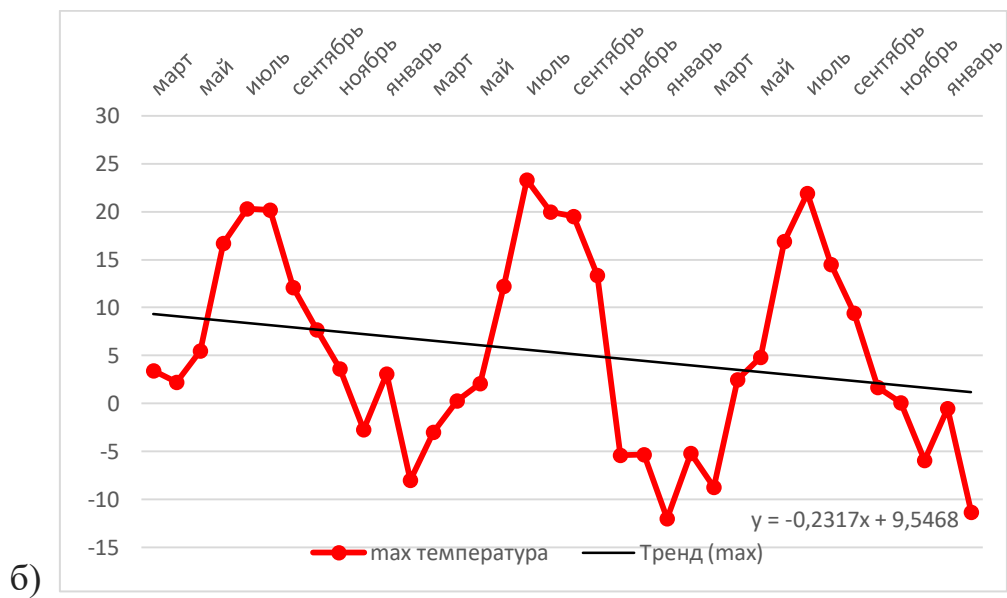
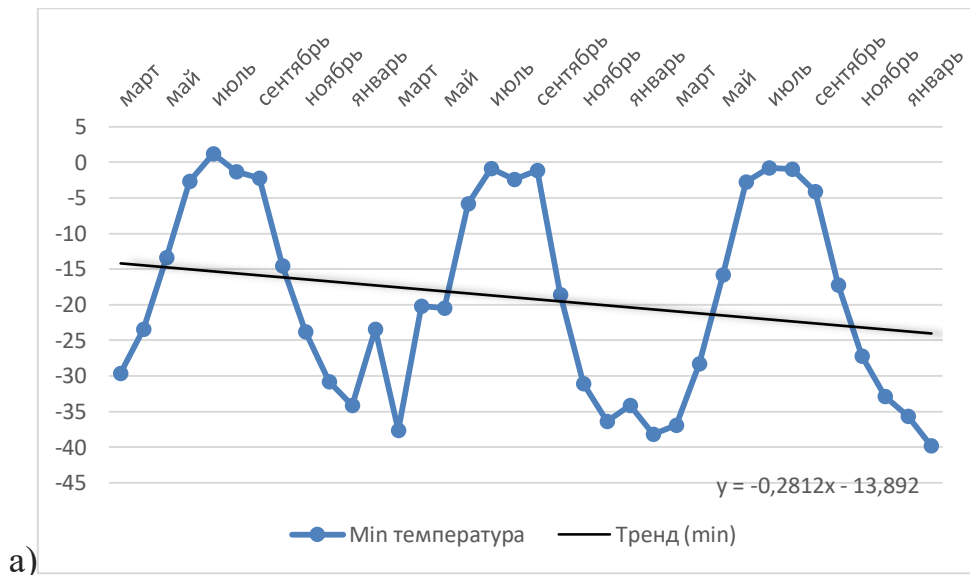


Рисунок 2.2.1 Минимальные, максимальные и средние значения температуры воздуха на станции Валькаркай, °С

Выполнив анализ полученных данных из рисунка 2.1 (а, б, в) можно сделать вывод, что во всех случаях угол наклона линии тренда –практически идентичен. Для минимальных температур он составляет 15,71°, для максимальных составляет 13,05°, а для средних он равен 14,59°. Таким образом, во всех случаях вносит вклад в формирование изменчивости исходного ряда.

В таблице 2.2.2 представлены расчетные данные о средней температуре, минимальной и максимальной температуре, среднеквадратическом отклонении температуры за каждый месяц рассматриваемого периода на станции остров Визе.

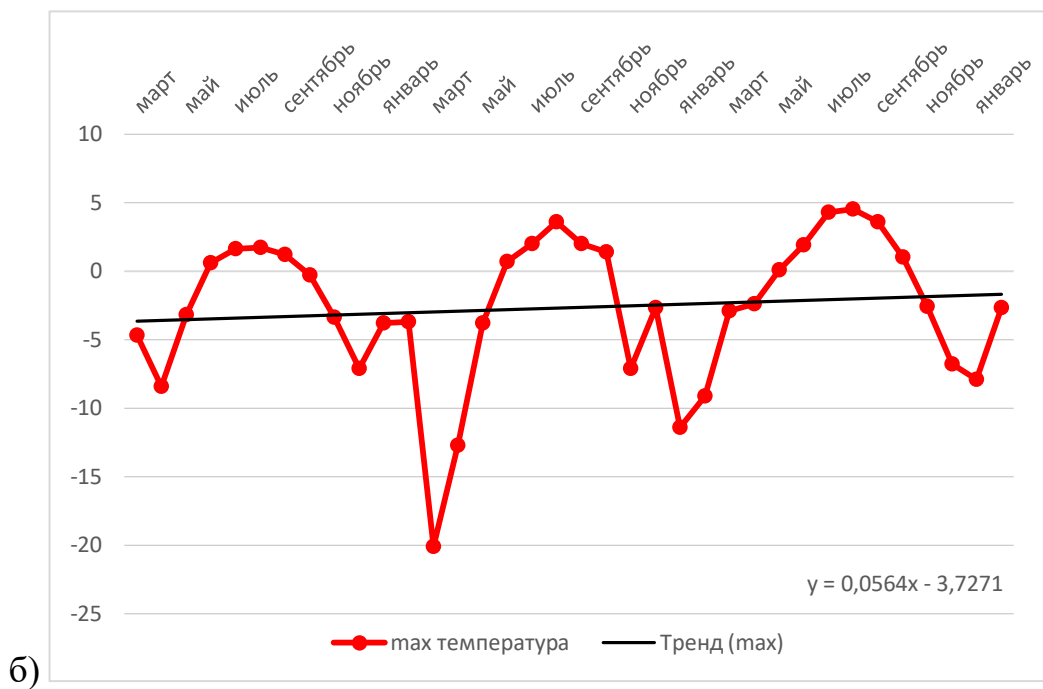
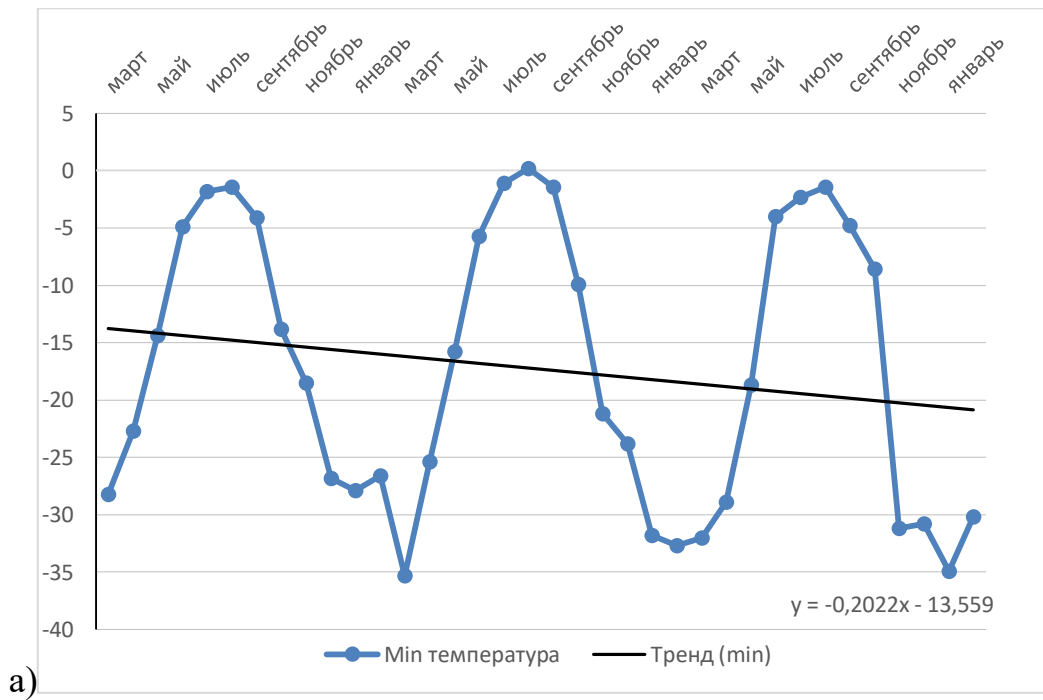
Таблица 2.2.2 Расчетные данные о температуре воздуха на станции остров Визе.

	Среднее °С	СКО	Min °С	max °С
		2017-2018		
март	-19,4	6,8	-28,2	-4,7
апрель	-15,1	3,4	-22,7	-8,4
май	-10,1	3,2	-14,4	-3,2
июнь	-1,7	1,4	-4,9	0,6
июль	-0,1	0,8	-1,8	1,6
август	0,3	0,9	-1,4	1,7
сентябрь	-1,1	1,4	-4,1	1,2
октябрь	-5,5	3,4	-13,8	-0,3
ноябрь	-12,5	4,5	-18,5	-3,4
декабрь	-19,4	4,8	-26,8	-7,1
январь	-18,9	6,1	-27,9	-3,8
февраль	-17,4	6,7	-26,6	-3,7
		2018-2019		
март	-27,4	4,2	-35,3	-20,1
апрель	-19,2	3,2	-25,4	-12,7
май	-7,6	2,9	-15,8	-3,8
июнь	-0,8	1,5	-5,7	0,7
июль	0,2	0,6	-1,1	2,0

	Среднее °С	СКО	Min °С	max °С
август	2,0	1,0	0,2	3,6
сентябрь	0,3	0,9	-1,4	2,0
октябрь	-2,9	3,5	-9,9	1,4
ноябрь	-13,9	3,9	-21,2	-7,1
декабрь	-12,9	6,4	-23,8	-2,7
январь	-24,1	4,9	-31,8	-11,4
февраль	-23,3	6,8	-32,7	-9,1
2019-2020				
март	-19,3	7,9	-32,0	-2,9
апрель	-16,3	6,1	-28,9	-2,4
май	-6,9	4,2	-18,7	0,1
июнь	-0,6	1,0	-4,0	1,9
июль	0,6	1,2	-2,3	4,3
август	1,2	1,2	-1,4	4,5
сентябрь	-0,4	1,5	-4,8	3,6
октябрь	-3,3	2,2	-8,6	1,0
ноябрь	-13,7	7,7	-31,2	-2,6
декабрь	-20,9	4,1	-30,8	-6,8
январь	-24,2	6,5	-34,9	-7,9
февраль	-16,7	7,8	-30,2	-2,7

Исходя из данных, самая низкая температура воздуха была зафиксирована в марте 2018г и составила $-35,3^{\circ}\text{C}$, а самая высокая в августе 2020г и составила $4,5^{\circ}\text{C}$. Необходимо отметить, что за трехлетний период на станции остров Визе самые низкие температуры отмечались чаще всего в марте, а самые высокие температуры в июле-августе.

Представим графически минимальные, максимальные и средние значения температуры воздуха на станции остров Визе и проведем линию тренда (рисунок 2.2 а, б, в).



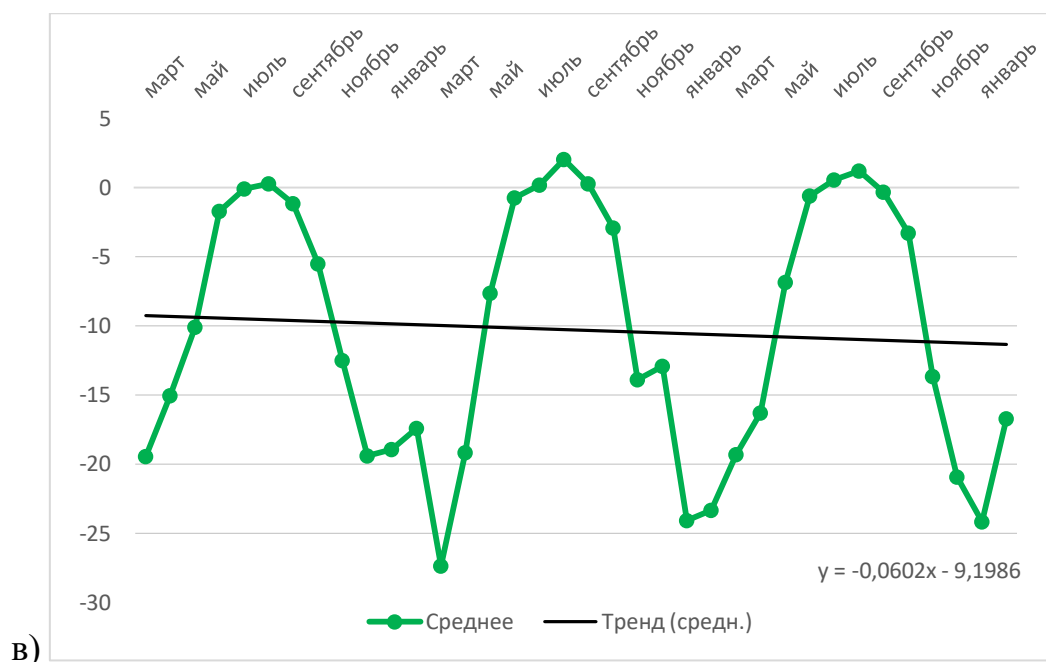


Рисунок 2.2.2 Минимальные, максимальные и средние значения температуры воздуха на станции остров Визе. °С

Выполнив анализ полученных данных из рисунка 2.2 (а, б, в) можно сделать вывод, что линии тренда имеют разные значения угла наклона. Для минимальных температур он составляет $11,43^\circ$, для максимальных составляет $2,86^\circ$, а для средних он равен $3,45^\circ$. В случае с максимальной и средней температурой воздуха угол наклона тренда не значим, а в случае с минимальной, тренд вносит вклад в формирование изменчивости исходного ряда.

2.2.2 Анализ атмосферного давления

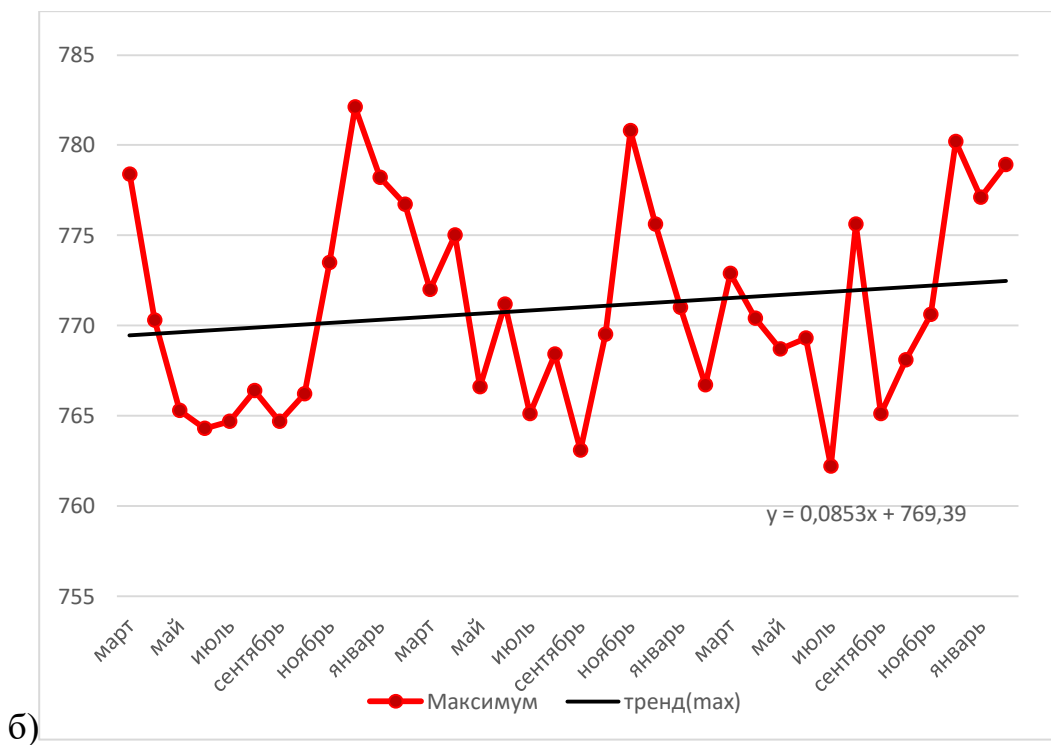
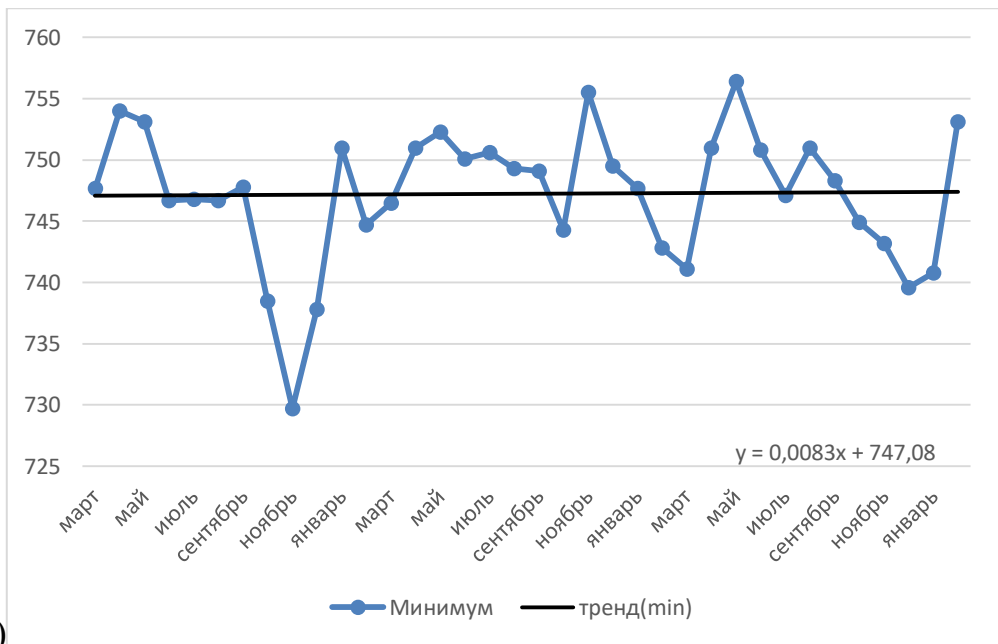
В таблице 2.2.3. расчетные данные об атмосферном давлении – максимальное, минимальное, среднемесячное атмосферное давление и среднеквадратическом отклонении за каждый месяц рассматриваемого периода на станции Валькаркай.

Таблица 2.2.3 Расчетные данные об атмосферном давлении воздуха на станции Валькаркай.

	Среднее (мм.рт.ст)	СКО	Min (мм.рт.ст)	Max (мм.рт.ст)
		2017-2018		
март	765,5	6,8	747,7	778,4
апрель	761,3	5,3	754,0	770,3
май	759,4	3,4	753,1	765,3
июнь	756,8	4,3	746,7	764,3
июль	755,6	4,9	746,8	764,7
август	758,5	5,2	746,7	766,4
сентябрь	756,7	4,6	747,8	764,7
октябрь	757,2	6,5	738,5	766,2
ноябрь	755,4	9,8	729,7	773,5
декабрь	761,9	11,0	737,8	782,1
январь	764,3	7,4	751,0	778,2
февраль	761,6	8,8	744,7	776,7
		2018-2019		
март	761,6	6,7	746,5	772,0
апрель	762,7	7,8	751,0	775,0
май	759,7	3,1	752,3	766,6
июнь	760,0	5,9	750,1	771,2
июль	757,7	3,6	750,6	765,1
август	760,5	4,7	749,3	768,4
сентябрь	758,0	3,8	749,1	763,1
октябрь	759,7	6,2	744,3	769,5
ноябрь	766,1	6,6	755,5	780,8
декабрь	764,2	6,5	749,5	775,6

	Среднее (мм.рт.ст)	СКО	Min (мм.рт.ст)	Max (мм.рт.ст)
январь	763,0	6,3	747,7	771,0
февраль	756,6	6,6	742,8	766,7
		2019-2020		
март	759,6	7,1	741,1	772,9
апрель	761,7	4,8	751,0	770,4
май	762,4	3,6	756,4	768,7
июнь	761,6	4,6	750,8	769,3
июль	755,0	3,9	747,1	762,2
август	763,4	6,0	751,0	775,6
сентябрь	756,7	4,7	748,3	765,1
октябрь	759,1	6,8	744,9	768,1
ноябрь	761,0	6,7	743,2	770,6
декабрь	761,4	9,2	739,6	780,2
январь	762,4	8,7	740,8	777,1
февраль	766,0	6,1	753,1	778,9

Представим графически минимальные, максимальные и средние значения атмосферного давления воздуха на станции Валькаркай и проведем линию тренда (рисунок 2.2.3 а, б, в).



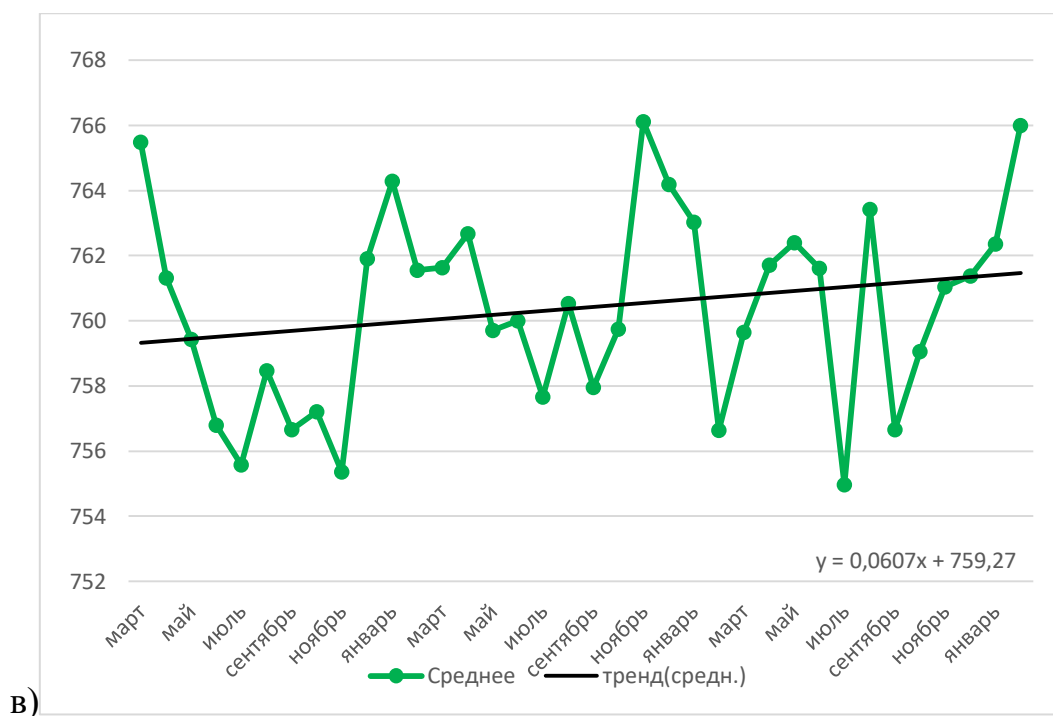


Рисунок 2.2.3 Минимальные, максимальные и средние значения атмосферного давления на станции Валькаркай.

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что самое низкое давление на станции Валькаркай за весь исследуемый период – 729 мм.рт.ст. наблюдалось в ноябре 2017г. Самое высокое давление, было зафиксировано в декабре 2017г. и составляло 782 мм.рт.ст.

Угол наклона линии тренда, во всех случаях – незначительный. Для минимальных значений он составляет $0,48^\circ$, для максимальных $4,86^\circ$, а для средних $3,47^\circ$. Таким образом, в случае с минимальными значениями атмосферного давления тренд не вносит никакого вклада в формирование изменчивости исходного ряда.

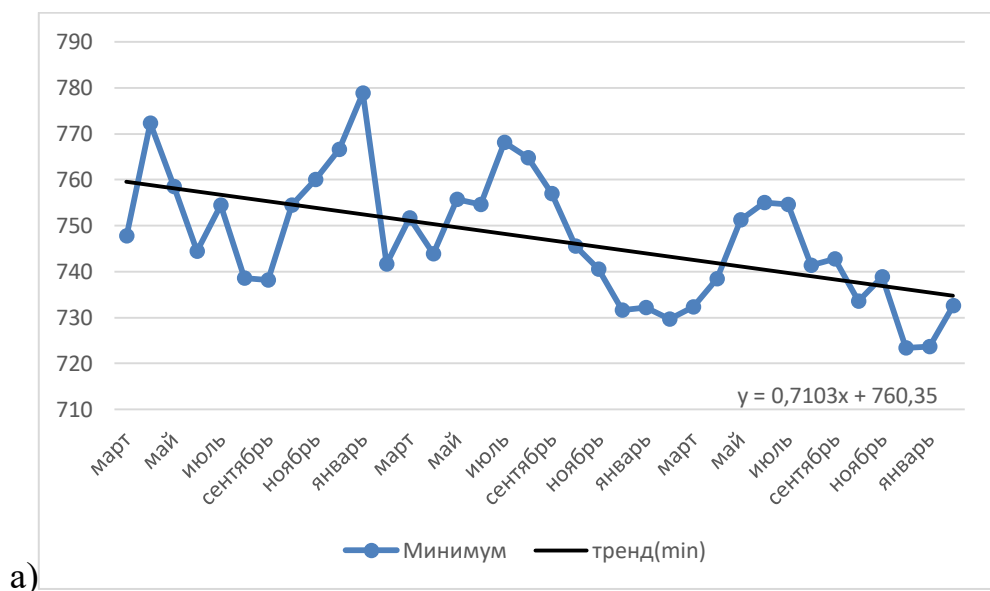
В таблице 2.2.4. расчетные данные об атмосферном давлении – максимальное, минимальное, среднемесячное атмосферное давление и среднеквадратическом отклонении за каждый месяц рассматриваемого периода на станции остров Визе.

Таблица 2.2.4 Расчетные данные об атмосферном давлении воздуха на станции остров Визе.

	Среднее (мм.рт.ст)	СКО	Min (мм.рт.ст)	Max (мм.рт.ст)
		2017-2018		
март	761,1	10,1	747,	776,
апрель	776,1	2,4	772,	778,
май	771,1	6,1	758,	776,
июнь	750,3	4,5	744,	757,
июль	762,2	4,1	754,	766,
август	763,6	8,1	738,	768,
сентябрь	751,3	5,5	738,	759,
октябрь	758,0	2,5	754,	762,
ноябрь	765,6	3,0	760,	770,
декабрь	771,9	3,8	766,	778,
январь	782,2	1,6	778,	784,
февраль	762,6	14,9	741,	782,
		2018-2019		
март	753,3	0,8	751,	754,
апрель	750,8	5,7	743,	763,
май	762,8	4,4	755,	767,
июнь	764,4	4,4	754,	768,
июль	774,1	2,6	768,	777,
август	774,6	5,3	764,	781,
сентябрь	763,1	4,3	757,	769,
октябрь	752,3	5,1	745,	758,
ноябрь	743,8	2,1	740,	746,
декабрь	741,0	5,3	731,	747,
январь	744,9	6,5	732,	754,
февраль	738,0	4,7	729,	747,
		2019-2020		
март	735,9	1,8	732,	737,

	Среднее (мм.рт.ст)	СКО	Min (мм.рт.ст)	Max (мм.рт.ст)
апрель	747,0	3,1	738,	750,
май	755,9	2,0	751,	759,
июнь	760,6	3,1	755,	764,
июль	758,6	2,1	754,	761,
август	752,9	7,2	741,	760,
сентябрь	747,4	1,7	742,	749,
октябрь	743,4	6,7	733,	750,
ноябрь	750,2	5,9	738,	758,
декабрь	733,6	7,2	723,	745,
январь	730,2	5,6	723,	741,
февраль	742,2	4,5	732,	750,

Представим графически минимальные, максимальные и средние значения атмосферного давления воздуха на станции остров Визе и проведем линию тренда (рисунок 2.2.4 а, б, в).



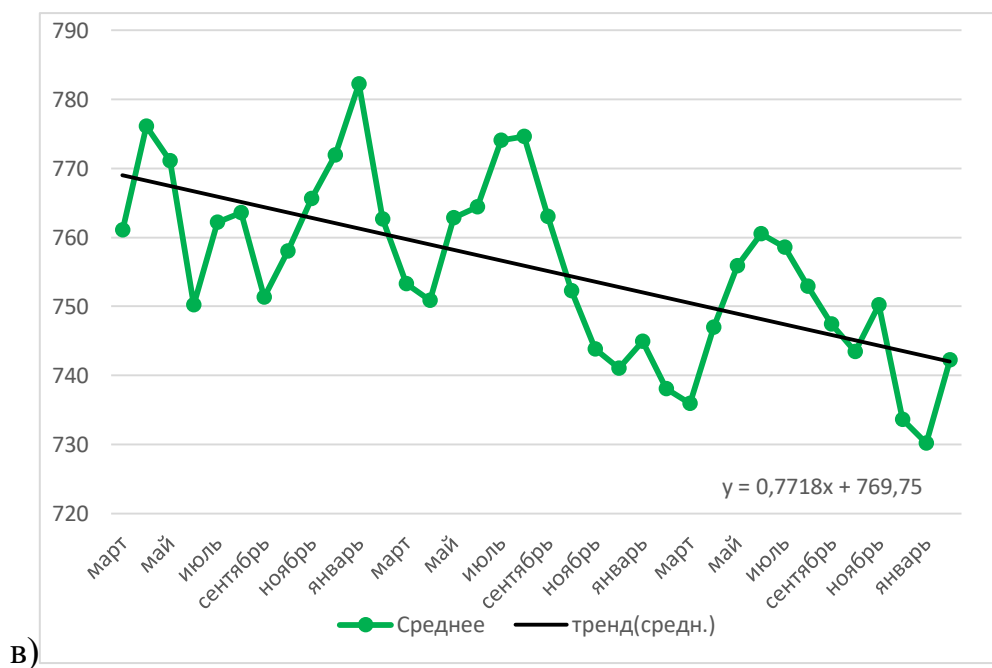
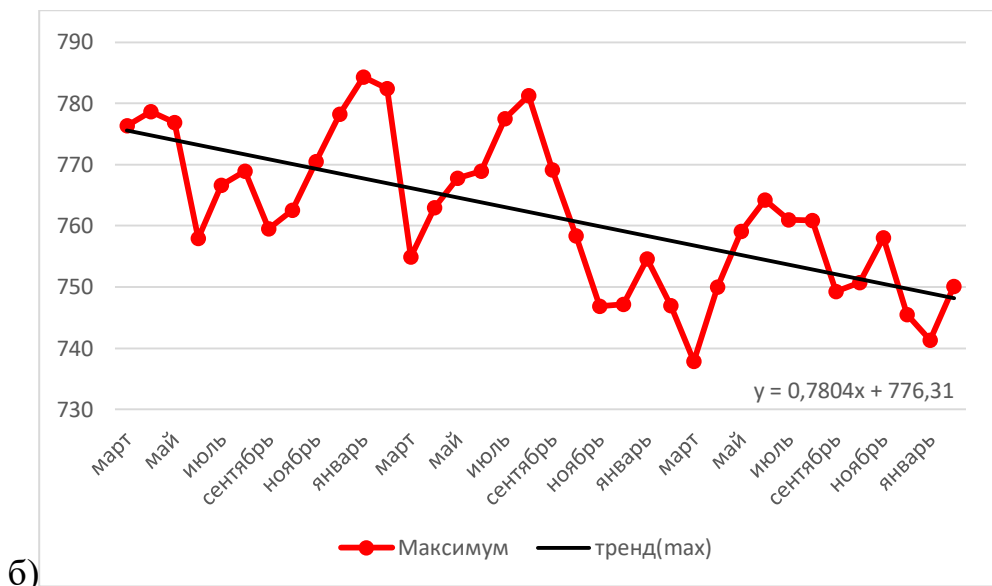


Рисунок 2.2.4 Минимальные, максимальные и средние значения атмосферного давления на станции остров Визе.

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что самое низкое давление на станции остров Визе за весь исследуемый период – 723 мм.рт.ст. наблюдалось в декабре 2019г. Самое высокое давление, было зафиксировано в январе 2018г. и составляло 784 мм.рт.ст.

Угол наклона линии тренда, во всех случаях достаточно большой и значительно влияет на изменчивость исходного ряда. Для минимальных значений он составляет $35,3^\circ$, для максимальных $37,9^\circ$, а для средних $37,6^\circ$. Также стоит заметить, что с каждым годом (за весь исследуемый период) значения атмосферного давления понижались, что очень хорошо видно на графиках.

2.2.3. Анализ осадков.

Таблица 2.2.5. данные о сумме осадков(мм.) за каждый месяц рассматриваемого периода на станции Валькаркай.

	2017-2018	2018-2019	2019-2020
март	2,3	4,3	14,5
апрель	1,8	1	4,4
май	0,5	3,1	4,7
июнь	12,6	0,9	18,5
июль	10,9	14,7	50,5
август	11,3	8,8	35,5
сентябрь	25,5	9,6	29,8
октябрь	35,4	13	10,8
ноябрь	20	22,2	5,1
декабрь	27,1	2,1	10,3
январь	6,6	8,4	10,4
февраль	24,1	11,2	5,1
За год	178,1	99,3	199,6

На рисунке 2.2.5. графически представлена сумма осадков за каждый месяц в период с 2017-2020гг.

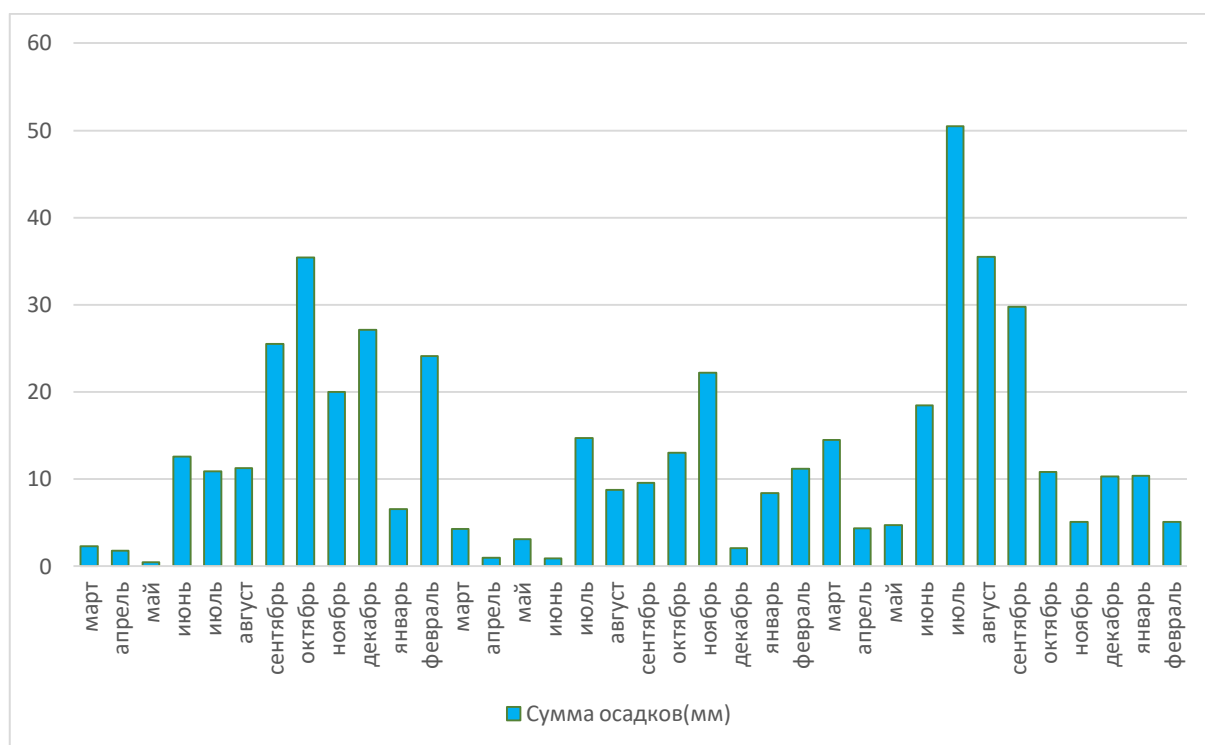


Рисунок 2.2.5 Сумма осадков на станции Валькаркай за каждый месяц.

Самый низкий уровень осадков на станции Валькаркай наблюдался в мае 2017г и составлял всего 0,5 мм. за месяц. Самый высокий уровень осадков, был в июле 2019г, за месяц сумма осадков была 50,5мм.

Проведя анализ, можно сказать, что самыми засушливыми месяцами за весь исследуемый период являются апрель-май, сумма осадков в этот промежуток времени, не превышает 4,7мм. Наибольшее количество осадков выпадает в основном в сентябре-октябре.

Самым засушливым периодом оказался 2018-2019г осадков за год выпало 99.3 мм.

Таблица 2.2.6. данные о сумме осадков(мм.) за каждый месяц рассматриваемого периода на станции остров Визе.

	2017-2018	2018-2019	2019-2020
март	11,6	5	16,5
апрель	11,3	11,4	9,3
май	11,1	10,6	11,8
июнь	13,1	8	31,5
июль	14,2	43,3	18,2
август	108,9	26,9	31,4
сентябрь	18,8	34,8	63,7
октябрь	23,2	29,3	124,3
ноябрь	17,9	25,2	8,9
декабрь	15,6	24,6	27,8
январь	23,1	11,7	8,1
февраль	21	12,6	18,5
За год	289,8	243,4	370

На рисунке 2.2.6. графически представлена сумма осадков за каждый месяц в период с 2017-2020гг.

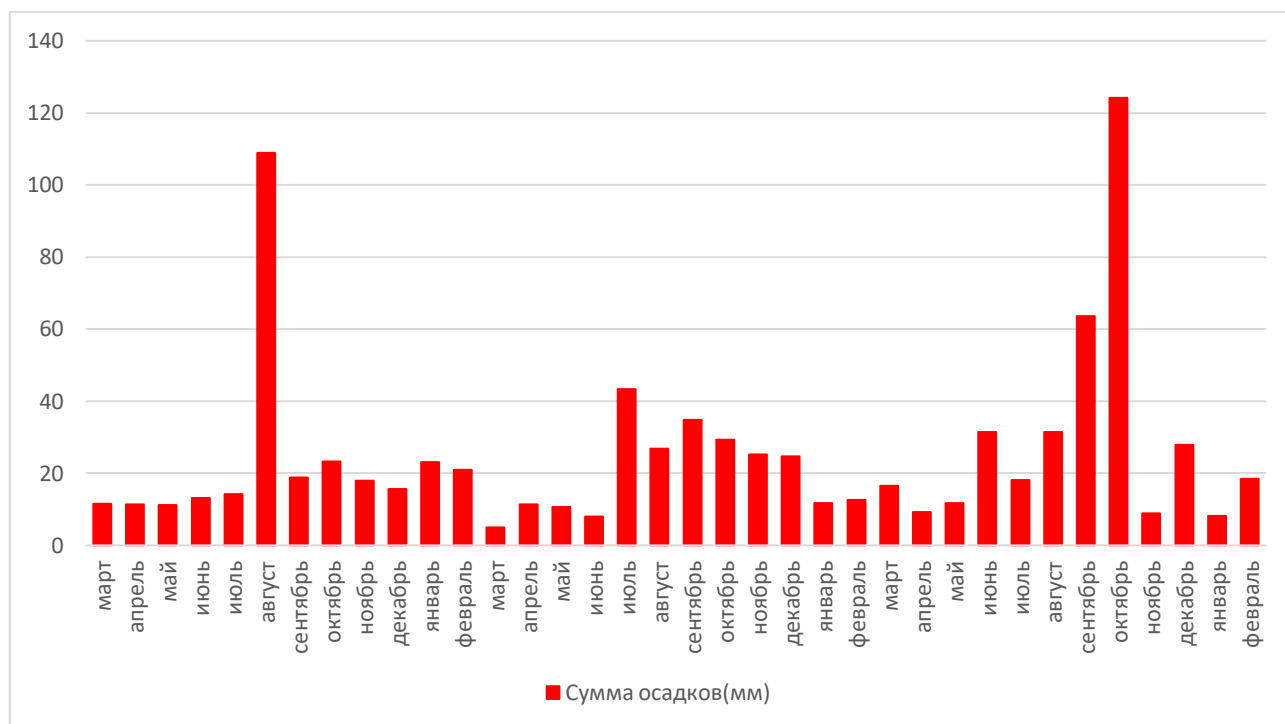


Рисунок 2.2.6. Сумма осадков на станции остров Визе за каждый месяц.

Самый низкий уровень осадков на станции остров Визе наблюдался в марте 2018г и составлял 5 мм. за месяц. Самый высокий уровень осадков, был в октябре 2019г, за месяц сумма осадков была 124,3 мм.

Проведя анализ, можно сказать, что самыми засушливыми месяцами на станции остров Визе за весь исследуемый период являются апрель-май, сумма осадков в этот промежуток времени, не превышает 11,8мм. Наибольшее количество осадков выпадает в основном в августе-октябре.

Самым засушливым периодом оказался 2018-2019г осадков за год выпало 243,4мм.

2.2.4. Анализ влажности.

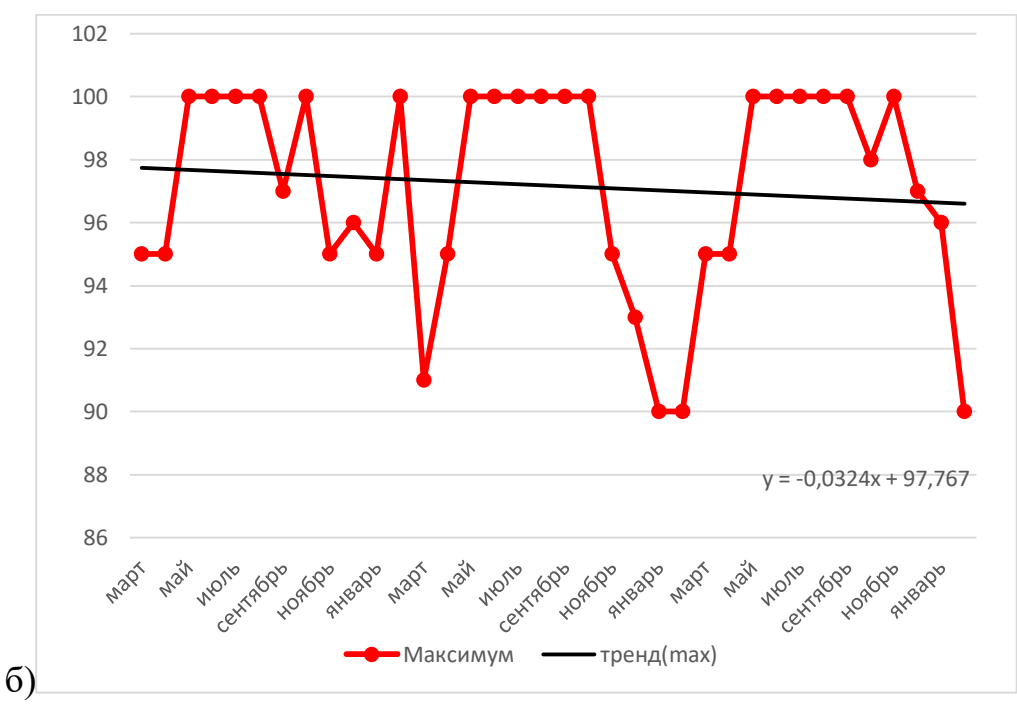
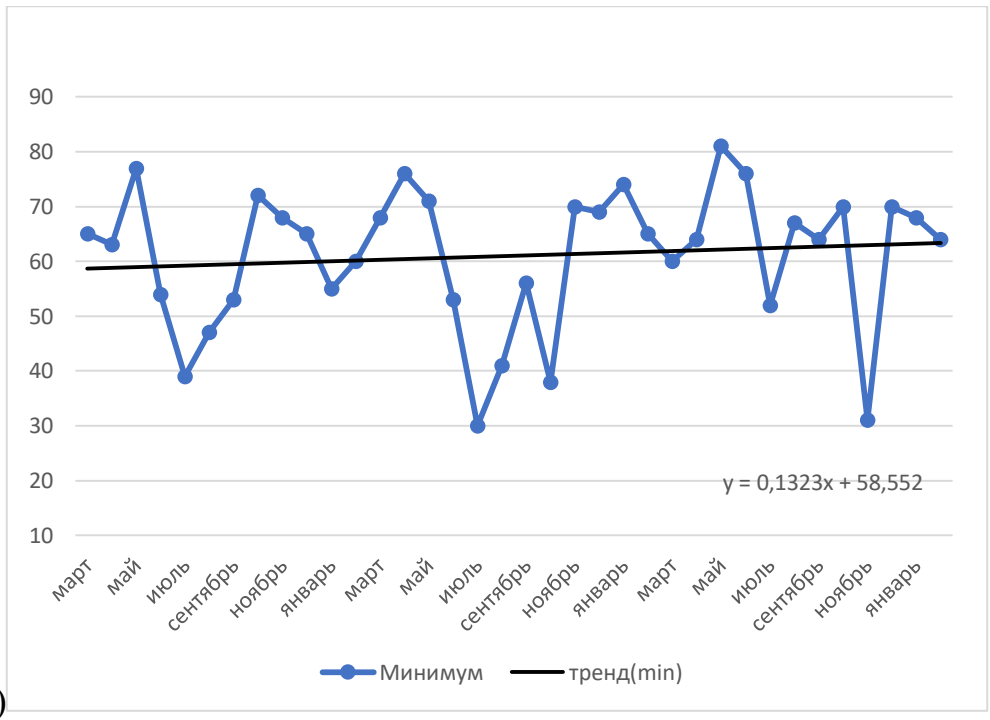
В таблице 2.2.7 расчетные данные об относительной влажности – максимальная, минимальная, среднемесячная влажность и среднеквадратическом отклонении за каждый месяц рассматриваемого периода на станции Валькаркай.

Таблица 2.2.7 Среднемесячные значения относительной влажности на станции Валькаркай.

	Среднее %	СКО	Min %	Max %
		2017-2018		
март	87	8,6	65	95
апрель	87	8,4	63	95
май	92	5,4	77	100
июнь	90	10,5	54	100
июль	81	14,9	39	100
август	81	16,3	47	100
сентябрь	84	10,1	53	97
октябрь	88	7,4	72	100
ноябрь	88	6,8	68	95
декабрь	86	7,6	65	96
январь	83	8,8	55	95
февраль	88	7,8	60	100
		2018-2019		
март	80	6,9	68	91
апрель	89	5,4	76	95
май	90	7,6	71	100
июнь	91	12,3	53	100
июль	84	16,4	30	100
август	90	16,5	41	100
сентябрь	86	14,4	56	100

	Среднее %	СКО	Min %	Max %
октябрь	86	13,1	38	100
ноябрь	85	6,8	70	95
декабрь	79	7,5	69	93
январь	82	4,6	74	90
февраль	80	6,4	65	90
		2019-2020		
март	78	6,8	60	95
апрель	84	6,6	64	95
май	92	4,1	81	100
июнь	92	6,9	76	100
июль	90	11,6	52	100
август	96	6,8	67	100
сентябрь	91	9,1	64	100
октябрь	87	7,1	70	98
ноябрь	83	13,8	31	100
декабрь	84	7,2	70	97
январь	78	6,6	68	96
февраль	73	7,4	64	90

Представим графически минимальные, максимальные и средние значения влажности воздуха на станции Валькаркай и проведем линию тренда (рисунок 2.2.7 а, б, в).



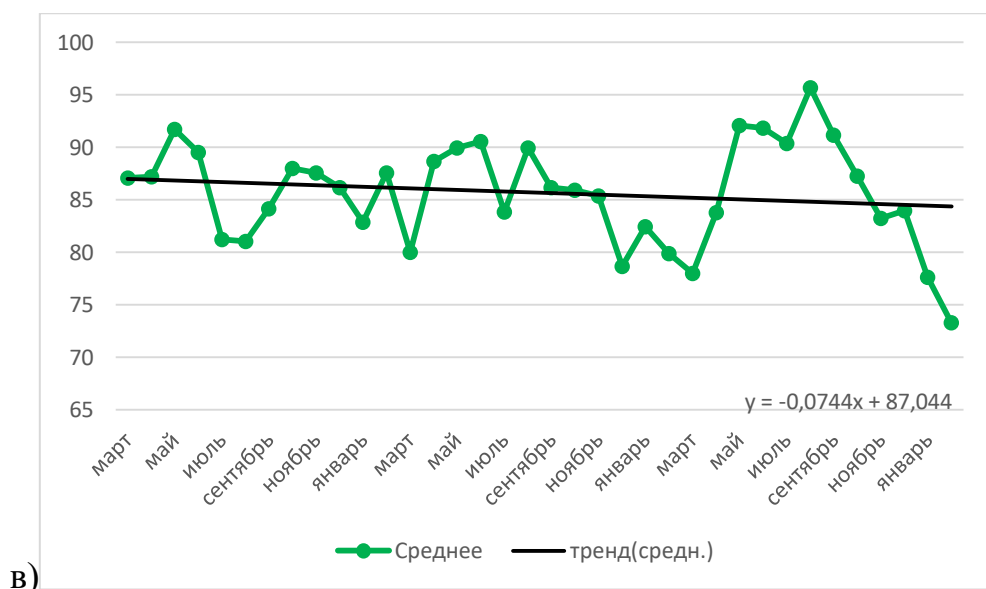


Рисунок 2.2.7 Минимальные, максимальные и средние значения влажности на станции Валькаркай (%).

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что самое низкое значение влажности на станции Валькаркай за весь исследуемый период – 31% наблюдалось в ноябре 2019г. 100% влажность в этом регионе наблюдается в основном в летние месяцы. Угол наклона линии тренда для минимальных значений составляет $7,54^\circ$, для максимальных $1,84^\circ$, а для средних $4,25^\circ$. Следовательно линии тренда максимальных значений не вносят никакого вклада в формирование изменчивости исходного ряда.

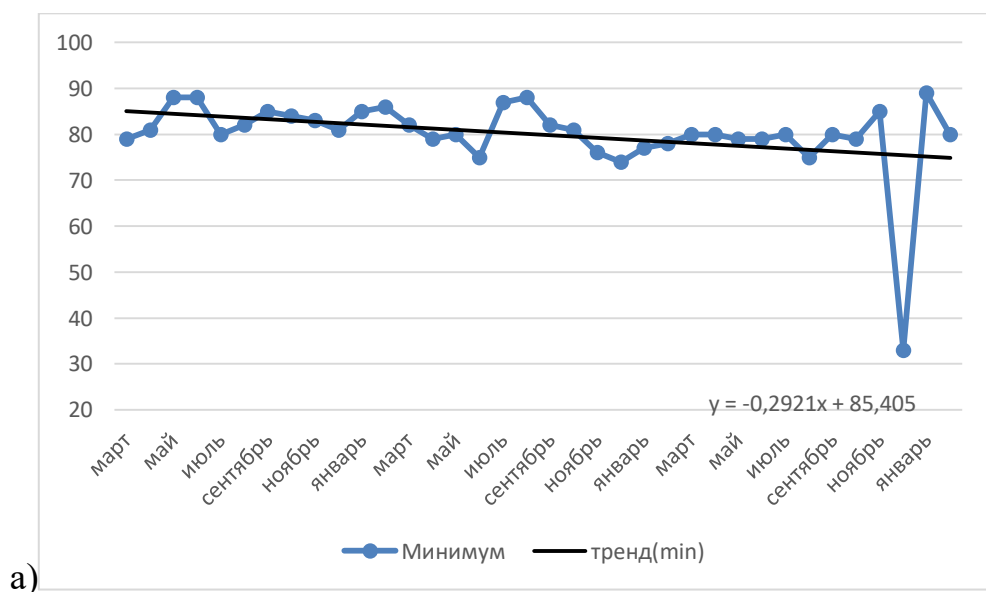
В таблице 2.2.8 расчетные данные об относительной влажности – максимальная, минимальная, среднемесячная влажность и среднеквадратическом отклонении за каждый месяц рассматриваемого периода на станции остров Визе.

Таблица 2.2.8 Среднемесячные значения относительной влажности на станции остров Визе.

	Среднее	СКО	Min (%)	Max (%)
		2017-2018		
март	84	3,4	79	90
апрель	89	7,0	81	100
май	96	3,9	88	100
июнь	92	2,4	88	95
июль	86	4,0	80	94
август	88	4,3	82	100
сентябрь	97	3,7	85	100
октябрь	93	3,3	84	98
ноябрь	88	3,0	83	92
декабрь	87	3,6	81	93
январь	90	3,8	85	96
февраль	96	4,0	86	100
		2018-2019		
март	85	2,4	82	89
апрель	85	3,3	79	90
май	86	4,8	80	96
июнь	83	5,6	75	93
июль	92	4,3	87	100
август	95	3,2	88	100
сентябрь	90	5,1	82	98
октябрь	85	3,3	81	92
ноябрь	80	4,7	76	90
декабрь	80	3,5	74	85
январь	86	6,3	77	100
февраль	84	3,2	78	90
		2019-2020		
март	92	5,6	80	100

апрель	87	3,1	80	91
май	86	3,2	79	91
июнь	83	3,2	79	90
июль	94	4,9	80	100
август	86	5,1	75	100
сентябрь	87	6,1	80	100
октябрь	87	5,6	79	96
ноябрь	92	4,7	85	100
декабрь	91	11,7	33	98
январь	94	3,5	89	100
февраль	91	4,0	80	95

Представим графически минимальные, максимальные и средние значения влажности воздуха на станции остров Визе и проведем линию тренда (рисунок 2.2.8 а, б, в).



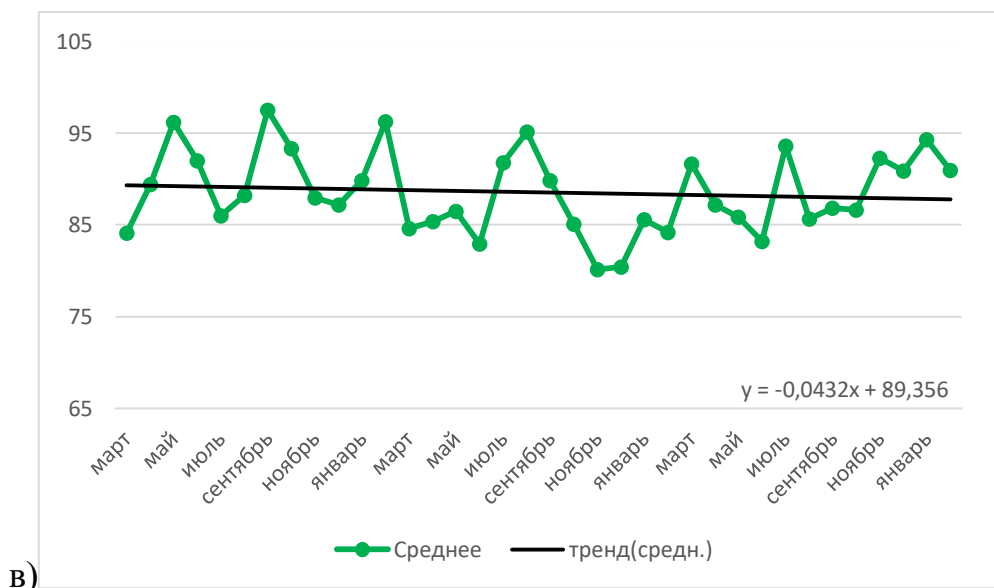
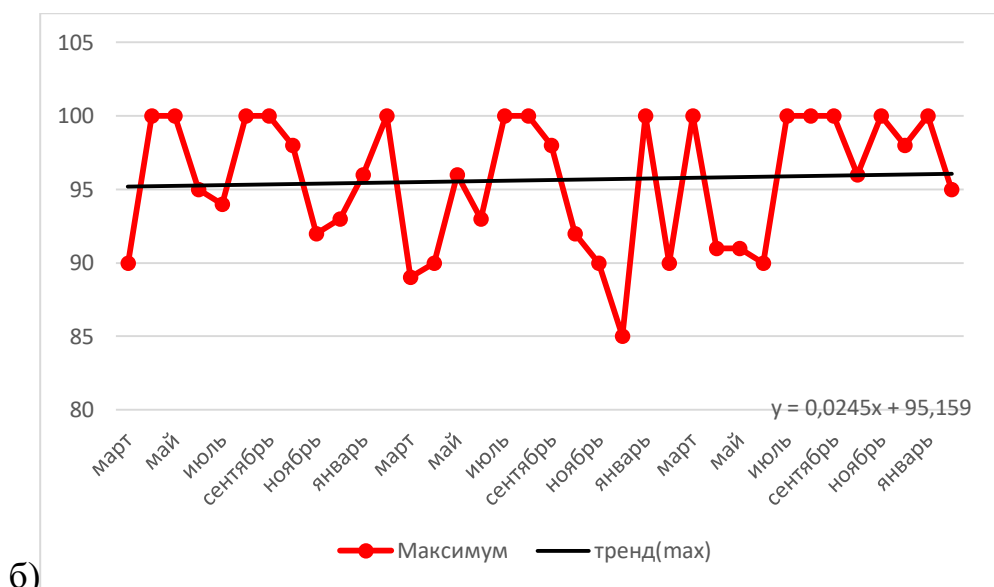


Рисунок 2.2.8 Минимальные, максимальные и средние значения влажности на станции остров Визе (%).

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что самое низкое значение влажности на станции остров Визе за весь исследуемый период – 33% наблюдалось в декабре 2019г. 100% влажность в этом регионе наблюдается практически каждый сезон. Угол наклона линии тренда для минимальных значений составляет $16,2^\circ$, для максимальных $1,4^\circ$, а для средних $2,47^\circ$. Следовательно линия тренда максимальных значений не вносят никакого вклада в формирование изменчивости исходного ряда.

2.2.5. Анализ ветра.

Таблица 2.2.9 максимальные скорости ветра на станции Валькаркай в период с 2017-2020гг.

	2017-2018	2018-2019	2019-2020
март	19	10	12
апрель	10	11	9
май	10	10	13
июнь	12	12	12
июль	12	10	12
август	11	12	10
сентябрь	10	11	13
октябрь	15	12	14
ноябрь	21	7	20
декабрь	13	13	14
январь	16	12	12
февраль	13	19	16

Согласно данным таблицы, самая высокая скорость ветра была зафиксирована в ноябре 2017г и составила 21м/с.

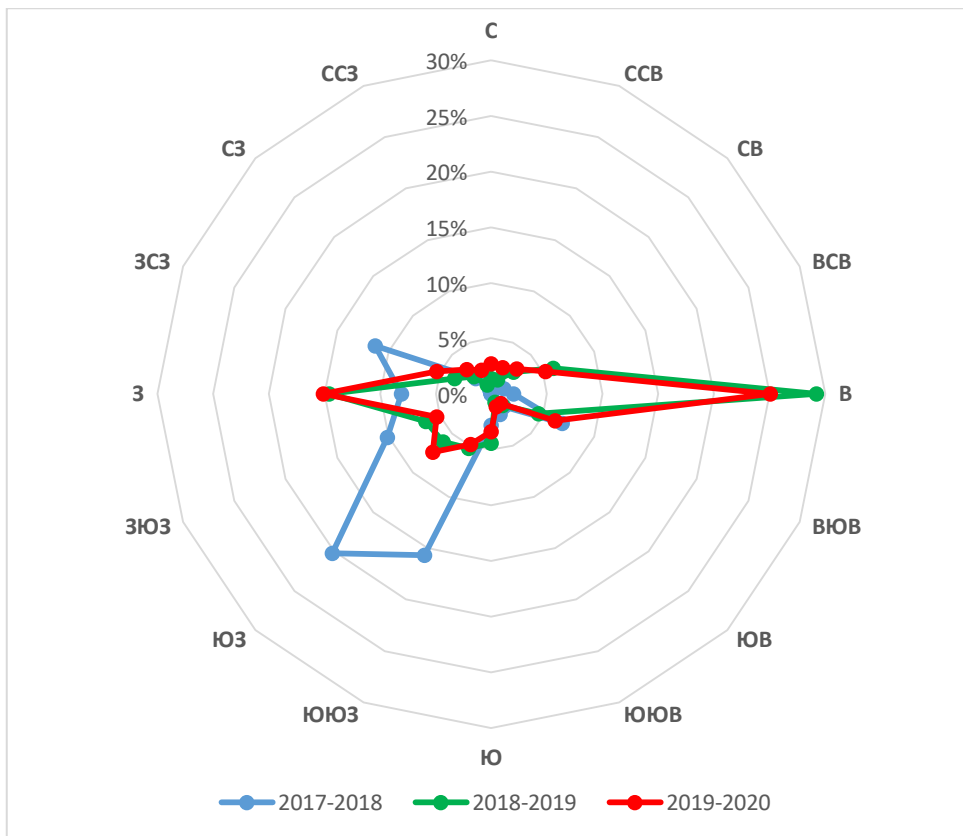


Рисунок 2.2.9 распределение направлений ветра по годам на станции Валькаркай.

Проанализировав розу ветров, можно сделать вывод, что в период с 2017-2018гг. преимущественно наблюдались ветра юго-западного направления, их доля составила 20%. Из диаграммы видно, что в период с 2018-2020гг. на станции Валькаркай преимущественно наблюдались ветра восточного направления, их доля в 2018-2019гг. составила 25%, а с 2019-2020гг. 29%. Так же стоит заметить, что ветра северных направлений практически отсутствуют, их доля не превышает 2,7%.

Таблица 2.2.10 максимальные скорости ветра в м/с на станции остров Визе в период с 2017-2020гг.

	2017-2018	2018-2019	2019-2020
март	12	13	12
апрель	14	11	10
май	11	11	10
июнь	15	15	13
июль	10	16	12
август	13	11	11
сентябрь	15	14	12
октябрь	14	12	12
ноябрь	11	16	12
декабрь	15	15	15
январь	12	12	13
февраль	12	16	17

Согласно данным таблицы, самая высокая скорость ветра была зафиксирована в феврале 2020г и составила 17м/с.

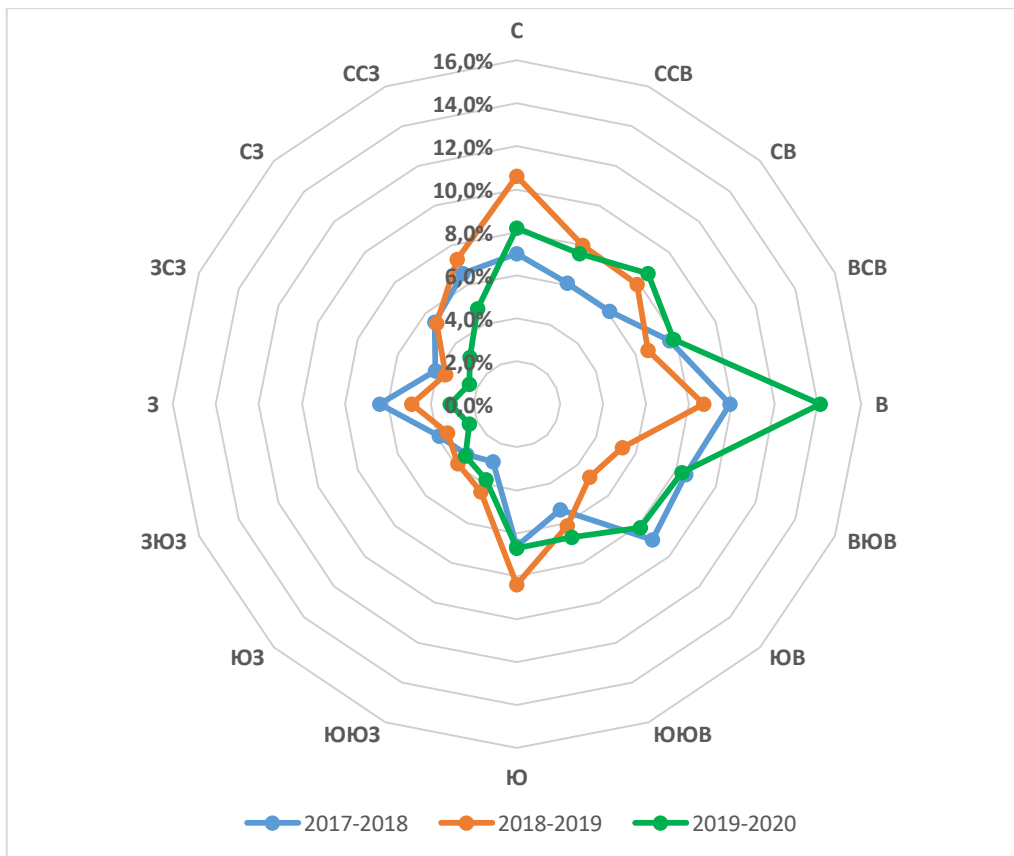


Рисунок 2.2.10 распределение направлений ветра по годам на станции остров Визе.

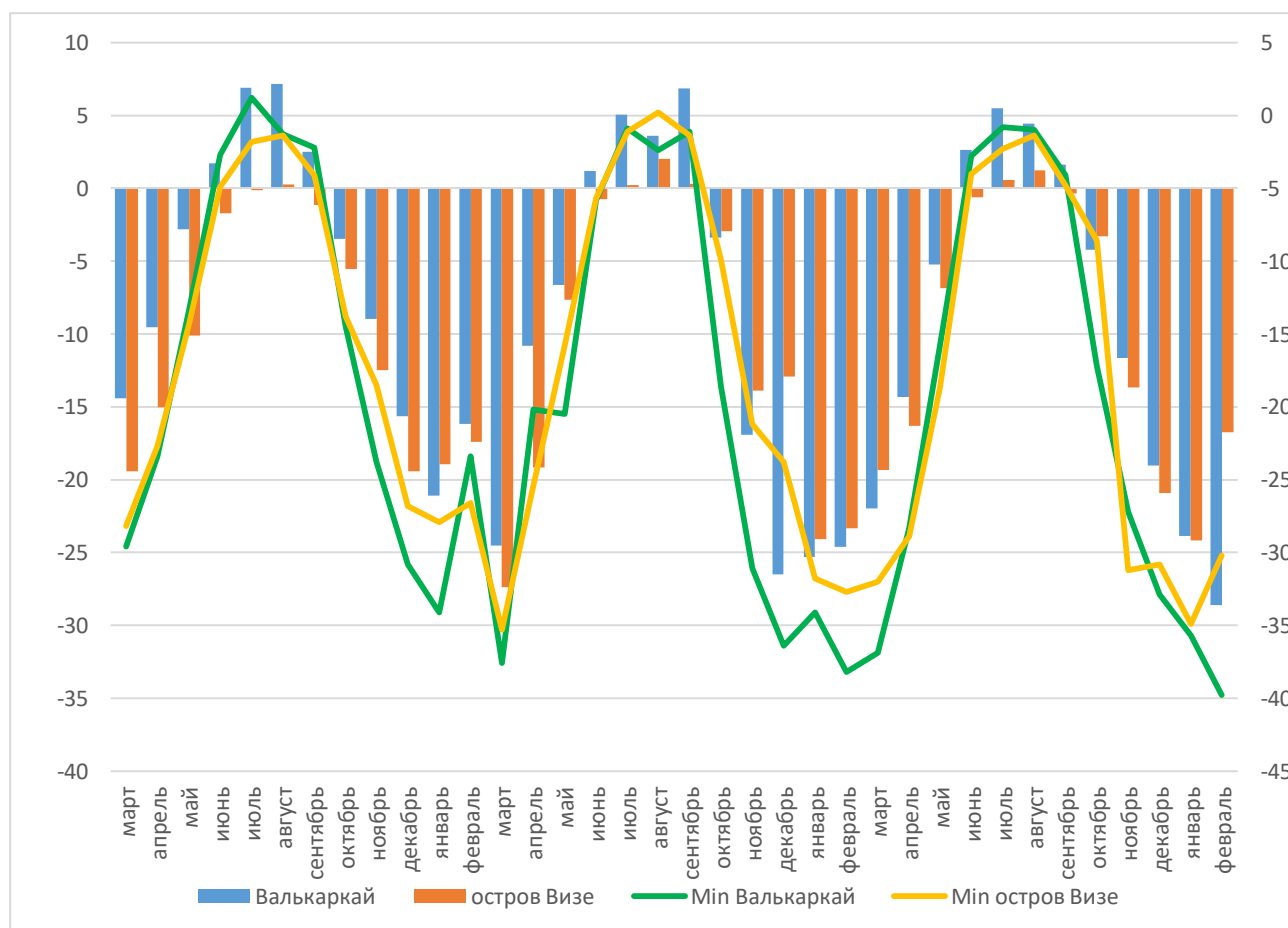
Проведя анализ розы ветров, можно сделать вывод, что направления ветра на станции остров Визе распределены достаточно равномерно, но всё же за весь исследуемый период, в основном преобладают ветра восточного направления. Меньше всего в этом регионе дуют ветра юго-западных направлений их доля не превышает 4,4%.

3. Сравнительный анализ метеорологических данных между станциями.

3.1. Сравнение данных температуры воздуха.

Исследуем полученные результаты температуры воздуха полученные на станциях Валькаркай и остров Визе в период с 2017г по 2020г. На рисунке 3.1.1 (а,б) изображено как меняются среднемесячные температуры, максимальная и минимальная температуры между двумя станциями за весь исследуемый период, по месяцам.

а)



б)

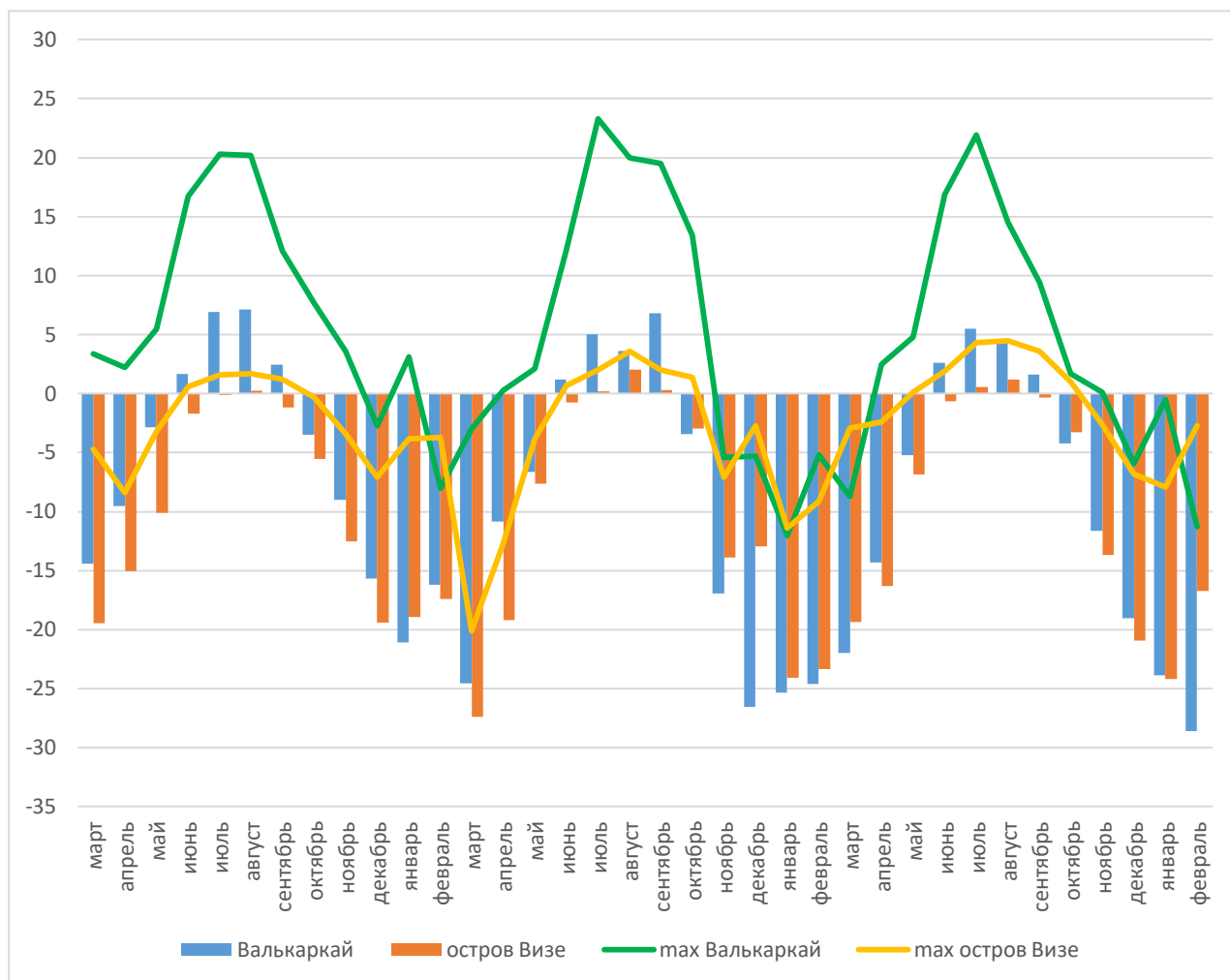


Рисунок 3.1.1 График изменения средних, максимальных и минимальных температур между двумя станциями.

Рассматривая среднемесячные значения температуры одновременно на двух станциях, можно сказать, что самые низкие температуры приходятся на январь-март. Наибольший разброс значений приходится на летние месяцы. На острове Визе максимальная температура в летний сезон не превышала $+3,6^{\circ}\text{C}$, когда на станции Валькаркай максимальная температура в июле каждый год достигала $+20^{\circ}\text{C}$ и выше (максимальная температура на Валькаркай за данный период зафиксирована в июле 2018г. составляла $+23,3^{\circ}\text{C}$).

Стоит отметить, что среднемесячные температуры на станции Валькаркай и станции остров Визе достаточно близки по значениям, это подтверждает расчет коэффициента корреляции который равен 0,96.

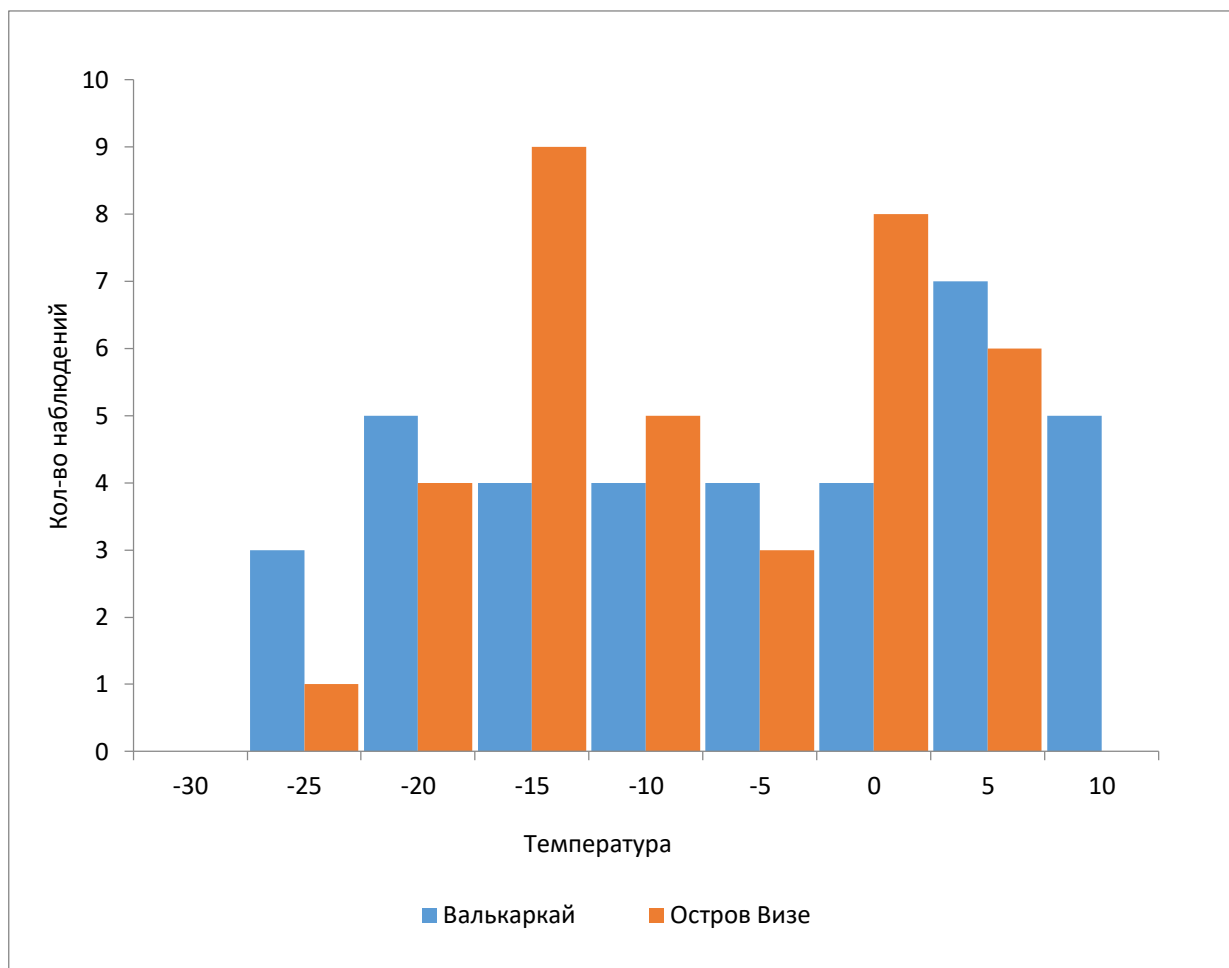


Рисунок 3.1.2. распределение среднемесячных значений температур на двух станциях.

Из приведенных графиков видно, что на станции Валькаркай наибольшее количество среднемесячных значений температуры попадает в диапазон от 0°C до 10°C, на станции остров Визе от -10°C до -20°C. В целом основная масса среднемесячных значений температуры на станции Валькаркай приходится на диапазон от 0°C до -15°C. А на острове Визе достаточно неравномерно распределены среднемесячные температуры.

3.2. Сравнение данных атмосферного давления.

Рассмотрим полученные результаты атмосферного давления воздуха полученные на станциях Валькаркай и остров Визе в период с 2017г по 2018г. На рисунке 3.2. изображено как изменяется атмосферное давление между двумя станциями за весь исследуемый период, по месяцам.

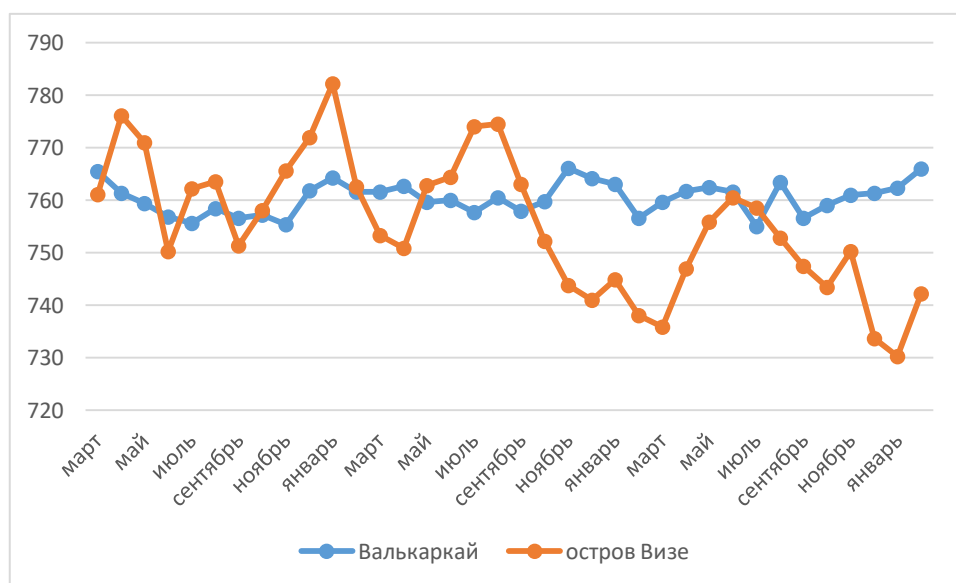


Рисунок 3.2 1 График изменения атмосферного давления между двумя станциями (мм.рт.ст.).

Проанализировав график, можно сказать что на станции Валькаркай значения атмосферного давления более равномерные, не опускаются ниже 750мм.рт.ст. и не превышают 770мм.рт.ст. это свидетельствует о том, что давление в этом регионе находится в пределах нормы.

На станции остров Визе на протяжении всего исследуемого периода, видны большие колебания среднемесячных значений атмосферного давления. Так же стоит обратить внимание, что начиная с середины 2018г давление имеет тенденцию к снижению.

Характер изменчивости атмосферного давления на станции Валькаркай и остров Визе очень разный, об этом так же говорит расчет коэффициента корреляции, который равен $-0,13$, это определяет наличие противоположной связи.

3.3. Сравнение данных об осадках.

На рисунке 3.3. показаны данные двух станций о сумме осадков за каждый месяц в период с 2017 по 2020гг.

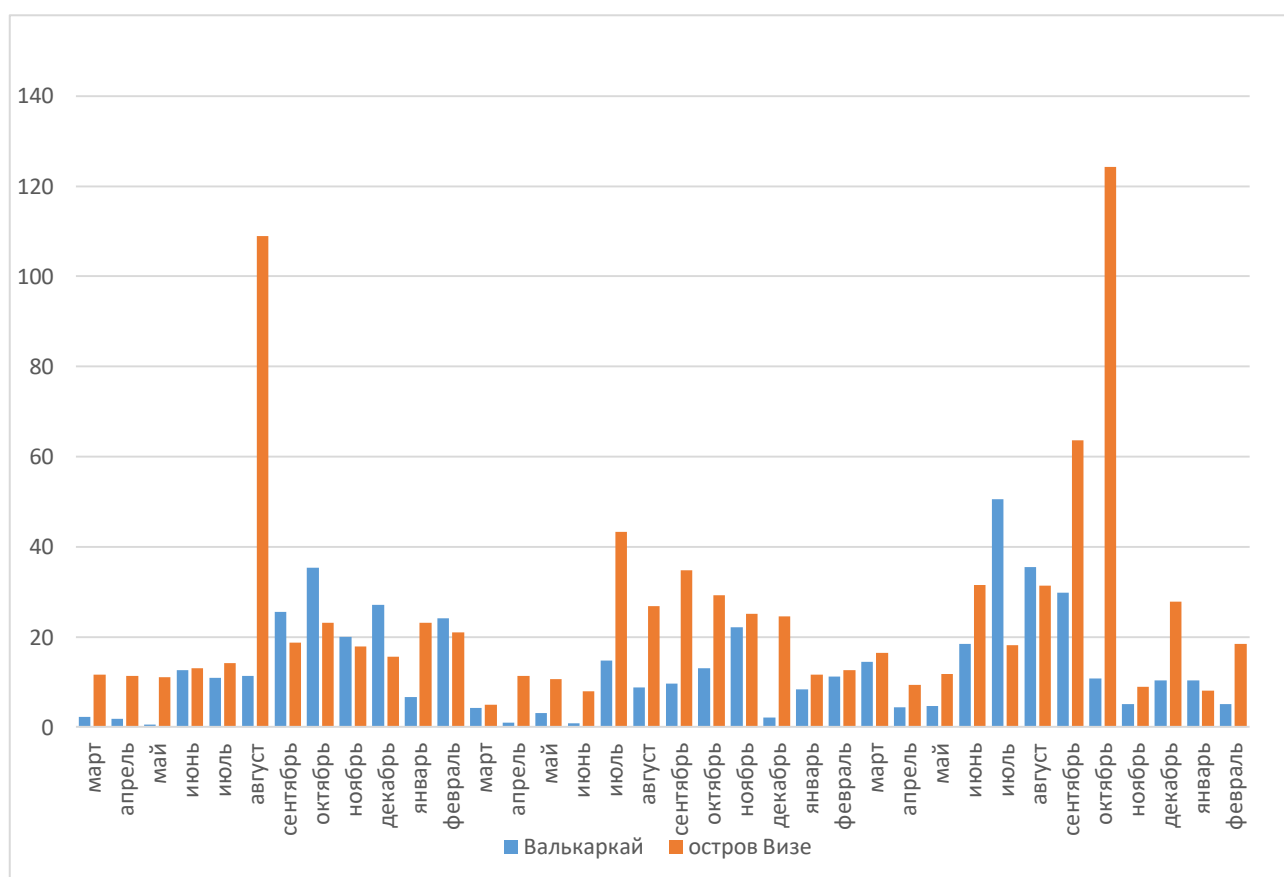


Рисунок 3.3. Сумма осадков за каждый месяц на двух станциях.

Из графика видно, что на двух станциях наибольшее количество осадков выпадает летний и осенний сезон. На острове Визе осадки более обильные, максимальный уровень достигал 124,3мм., минимальный уровень осадков за каждый месяц не опускался ниже 5мм., когда на станции Валькаркай в весенние месяцы уровень осадков не превышает 4,7мм.

На двух станциях достаточно низкий уровень осадков, но на станции Валькаркай более равномерно распределена среднемесячная сумма осадков и более сухой климат. Коэффициент корреляции между станциями равен 0,13, связь между показателями очень слабая.

3.4. Сравнение данных об относительной влажности.

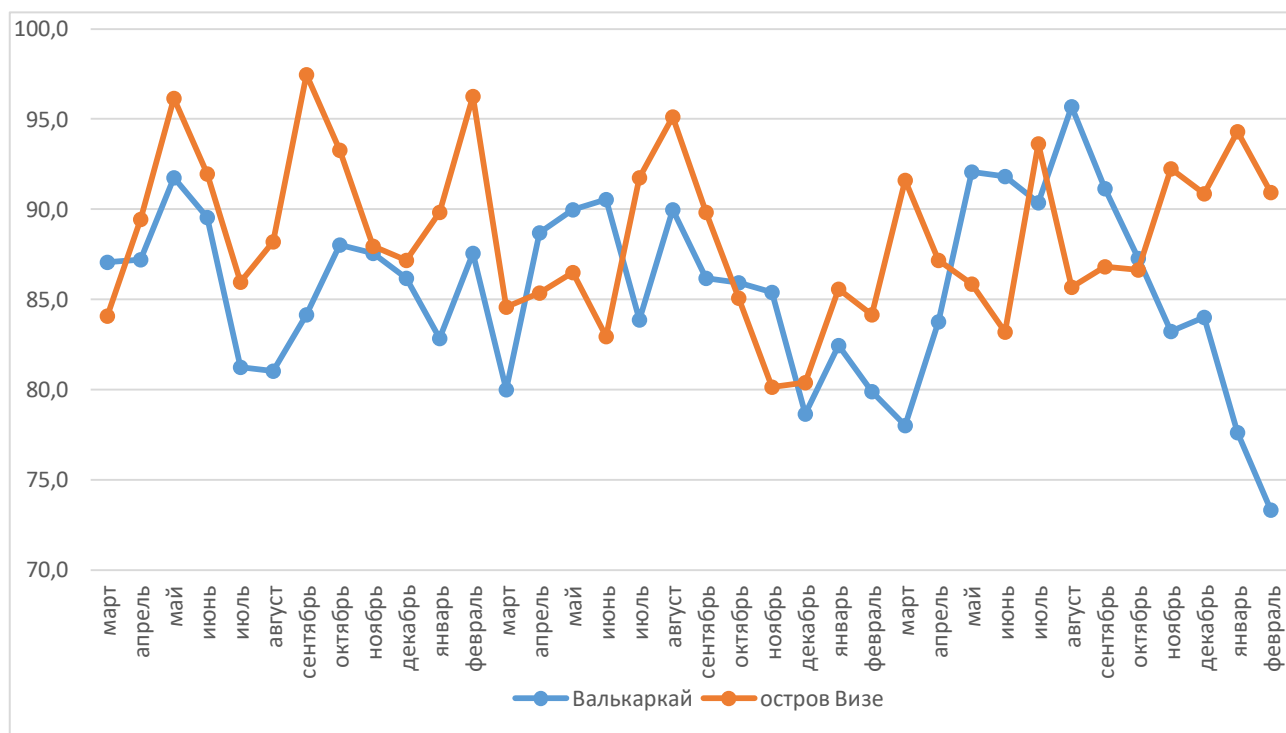


Рисунок 3.4. данные двух станций об относительной влажности за каждый месяц в период с 2017 по 2020гг.

Из графика видно, то на станции Валькаркай влажность за весь период только в августе 2019г. превысила значение 95% , в остальные месяцы она не превышала 92%. Влажность на острове Визе более высокая, это связано с условиями морского климата. Коэффициент корреляции между станциями отрицательный и равен -0,01.

3.5. Сравнение данных ветра

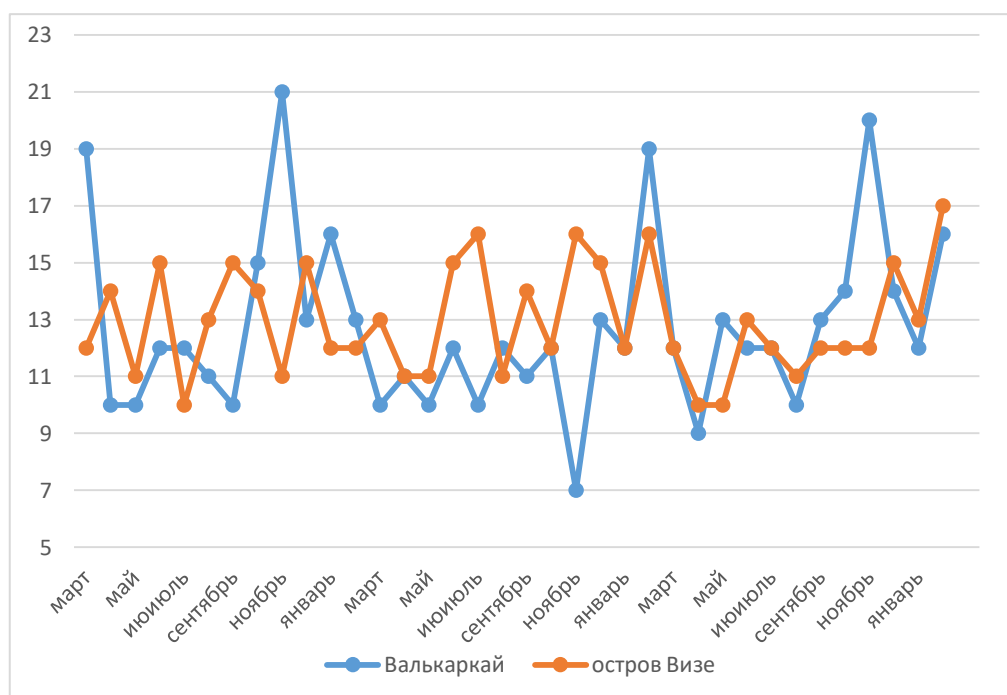


Рисунок 3.5. максимальные скорости ветра на двух станциях в период с 2017 по 2020гг.

Из данных графика, видно, что максимальные скорости на станции Валькаркай достигают 21м/с, когда на острове Визе максимальная скорость не превышает 17м/с. Связь скоростей ветра между станциями незначительная, что подтверждает очень слабая корреляция, коэффициент которой равен 0,005.

Так же стоит отметить, что на станции Валькаркай в основном преобладают ветра восточного направления, а ветра северных направлений наблюдаются очень редко, их доля составляет всего 4% за весь период наблюдений. На острове Визе направления ветра распределены более равномерно, но всё же восточных направлений наблюдалось больше.

Заключение

В процессе работы был проведен расчет исходных данных и выполнен анализ метеорологических характеристик на полярных станциях Валькаркай и остров Визе за период с 2017 по 2020гг.

Согласно анализу были сделаны следующие выводы:

- Самые низкие температуры на двух станциях приходятся на январь-март. Среднемесячное распределение температур за весь исследуемый период на станции Валькаркай более равномерно, чем на острове Визе.
- Давление на станции Валькаркай на протяжении всего исследуемого периода не имеет резких отклонений от нормы. В то время как на острове Визе наблюдаются большие колебания среднемесячных значений атмосферного давления, а также с середины 2018г. идет тенденция к снижению атмосферного давления.
- На острове Визе осадки более обильные, по сравнению со станцией Валькаркай. Так же на станции Валькаркай более низкие среднемесячные значения влажности, чем на острове Визе. Эта разница значений связана с тем, что станция остров Визе находится в Карском море и имеет островной климат, а станция Валькаркай континентальный.
- На двух станциях в основном преобладают ветра восточного направления. Максимальная скорость ветра на станции Валькаркай достигает 21м/с, в отличие от острова Визе, где ветра более слабые.

Подводя итог, можно сказать, что метеорологические условия на двух станциях достаточно различаются. Это связано с местоположением станций и удаленности их друг от друга. В ходе исследования, на

острове Визе можно отметить большой разброс значений температуры воздуха, атмосферного давления и количества осадков, что говорит о том, что метеорологические условия в этом регионе более суровые. Остров Визе располагается далеко от континента почти в самой северной части Карского моря, поэтому погодные особенности в этом регионе определяются островным положением станции. В то время как станция Валькаркай находящаяся на континенте, имеет более благоприятные погодные условия.

Список используемых источников

1. Развитие Арктики [электронный ресурс] - Будущее-Арктики.рф, <https://xn---8sbbmfaxaqb7dzafb4g.xn--p1ai/razvitie-arktiki/>
2. Арктика [электронный ресурс] – Википедия, 2020г. <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Арктика>
3. Арктика и Северный полюс [электронный ресурс] – Севпростор, <https://sevprostor.ru/poleznoe-interesnoe/arctic/542->
4. Климат в Арктике [электронный ресурс] – Гоуарктик,2019г. <https://goarctic.ru/news/klimat-v-arktike-zima/>
5. Полярные станции в Арктике [электронный ресурс] – Будущее-Арктики.рф <https://xn----8sbbmfaxaqb7dzafb4g.xn--p1ai/polyarnye-stancii-v-arktike/>
6. Остров Визе [электронный ресурс] – URL 2009г. <https://land-vise.livejournal.com/485.html>
7. Полярная метеостанция Валькаркай на Чукотке [электронный ресурс] – карху53, 2017г. <https://karhu53.livejournal.com/21696801.html>
8. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика [Текст] / А. И. Кобзарь.- Москва : Физматлит, 2006.- 816 с
9. Источники исходных данных для исследования [электронный ресурс] – Архив погоды на острове Визе https://rp5.ua/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%BD%D0%B0_%D0%BE_%D0%92%D0%B8%D0%B7%D0%B5
[электронный ресурс] – Архив погоды на станции Валькаркай https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%92%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B0%D0%B5