



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 «Временная изменчивость метеопараметров по данным буйковой станции»

Исполнитель

Мальков Сергей Павлович
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

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

Восканян Карина Левановна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

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

Восканян Карина Левановна
(фамилия, имя, отчество)

« 6 » июня 2024 г.

Санкт-Петербург
2024

Содержание

| | | Стр. |
|-----|---|------|
| | Введение | 4 |
| 1 | Буйковые метеостанции | 5 |
| 1.1 | Методы установки буйковых метеостанций | 7 |
| 1.2 | Источник данных буйковых станций | 7 |
| 2 | Район исследования | 10 |
| 2.1 | Буйковая метеостанция Red Dog Dock | 10 |
| 2.2 | Особенности местности на которой расположена станция | 12 |
| 3 | Временная изменчивость метеопараметров по данным станции Red Dog Dock за 2021 год | 16 |
| 3.1 | Давление | 16 |
| 3.2 | Температура воздуха | 19 |
| 3.3 | Температура воды | 21 |
| 3.4 | Скорость ветра | 24 |
| 3.5 | Направление ветра | 26 |
| 4 | Временная изменчивость метеопараметров по данным станции Red Dog Dock за 2022 год | 29 |
| 4.1 | Давление | 29 |
| 4.2 | Температура воздуха | 31 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4.3 | Температура воды | 34 |
| 4.4 | Скорость ветра | 36 |
| 4.5 | Направление ветра | 38 |
| 5 | Сравнительный анализ метеопараметров за 2021 и 2022 года | 41 |
| | Заключение | 46 |
| | Список использованных источников | 47 |
| | Приложение 1 | 48 |
| | Приложение 2 | 49 |

Введение

Тема, о которой далее пойдет речь, является весьма актуальной. Анализ временной изменчивости метеопараметров требуется во всевозможных отраслях для решения множества задач.

В данной работе был проведен анализ метеоданных взятых с буйковой метеорологической станции Red Dog Dock, находящейся на Аляске, и был сделан вывод по поводу временной изменчивости метеопараметров.

Параметры, которые были выбраны для исследования: давление, температура воды, температура воздуха, скорость ветра и направление ветра.

Анализ временной изменчивости помогает: оценивать изменения климата со временем, оптимизировать производственные процессы, планировать маршруты перевозок и многое другое. В целом, анализ временной изменчивости играет очень важную роль в метеорологии.

Цель работы:

Проанализировать временную изменчивость метеопараметров на буйковой метеостанции.

Задачи:

- Изучить буйковые метеостанции
- Ознакомиться с сервисами предоставляющими метеоданные с буйковых метеостанций
- Построить графики и розы ветров по полученным данным
- Проанализировать построенные графики и розы ветров посезонно
- Провести сравнительный анализ метеопараметров за два года
- Сделать выводы по проделанной работе и выявить закономерности и отклонения.

1 Буйковые метеостанции

Буйковые метеостанции – это платформа, размещенная на водной поверхности или пришвартованная рядом с берегом, на которой расположено множество всеразличных датчиков, фиксирующих метеопараметры. Оснащение большинства станций позволяет передавать данные в реальном времени по таким параметрам как: скорость ветра, направление ветра, температура воздуха, температура воды, давление (рис. 1.1).

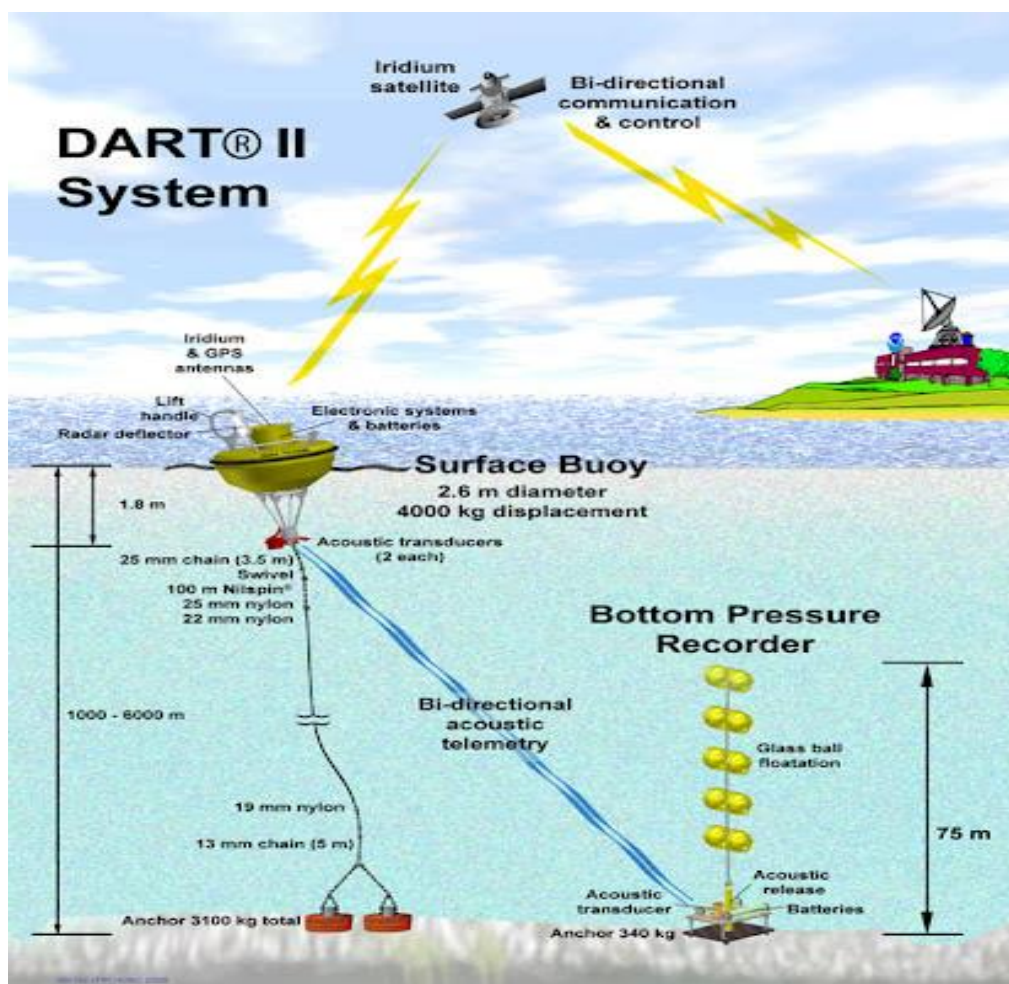


Рисунок 1.1 – Пример комплектации буйковой метеостанции и принцип ее станции

Океанические станции

На некоторых станциях расположены датчики для измерения шумов в океане, солености воды, предупреждения о цунами и прочих бедствиях (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Фотоизображение буйковой метеостанции по предупреждению цунами

Роль в экологии

Немаловажную роль буйковые станции играют и в экологии. Благодаря им можно отслеживать в реальном времени степень загрязнения воды в конкретной местности, что дает возможность контролировать или предотвращать распространение загрязнения.

Роль в мореплавании

Буйковые станции передают важную информацию морским судам по поводу состояния погоды и моря, что помогает предотвращать аварии,

вызванные метеорологическими условиями, а также дает возможность для расчета более экономически эффективных маршрутов морских судов.

Буковые метеостанции очень важны для метеорологических исследований и измерений, они применяются в различных сферах на постоянной основе. [2-7]

1.1 Методы установки буйковых метеостанций

В большинстве случаев метеостанцию доставляют на морском судне до выбранной точки, а после выгружают с судна и фиксируют на якорь, чтоб буюк не уносило далеко от изначальной точки.

Более современные буйковые метеостанции могут быть оснащены двигателем и подруливающим устройством, за счет которых буй в состоянии самостоятельно противостоять ветру и волнам, оставаясь в заданной точке. Преимуществом подобных автоматических буюев является возможность выполнения особых задач, например, такой буй может самостоятельно переместиться в труднодоступное место, в которое буксировка обычного бую невозможна. [4-6]

1.2 Источник данных буйковых станций

Для выполнения поставленных задач был выбран сайт «National data buoy center» (Национальный центр буюевых данных) (рис. 1.3), с которого были взяты все данные участвовавшие в анализе.

Сайт располагает большим функционалом и достаточно прост в освоении. Нам предоставляется выбор буйковых метеостанций по всему миру, желтые – передающие данные в реальном времени, красные – только архивные данные.

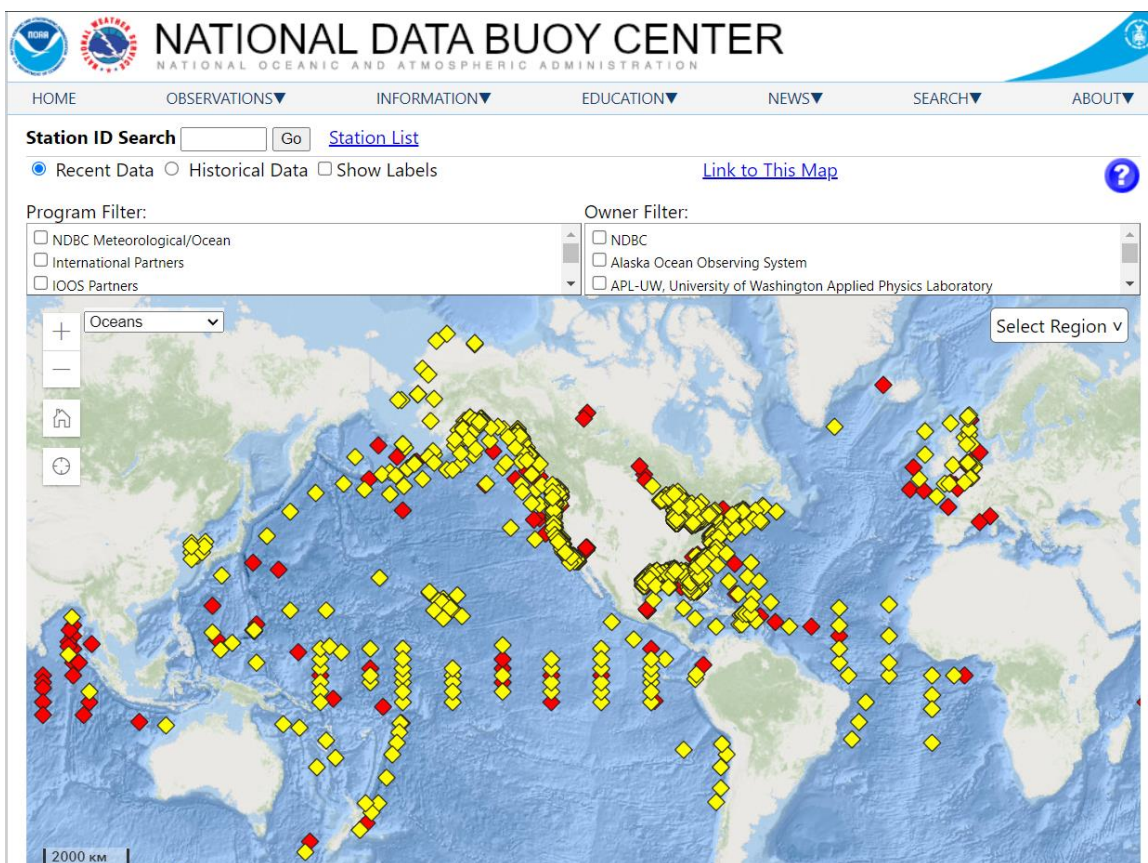


Рисунок 1.3 – Сайт «National data buoy center»

Выбрав нужную станцию можно скачать архив метеопараметров с данной метеостанции за нужный промежуток времени.

Стоит обратить внимание, что данные берутся каждые 6 минут, что с одной стороны позволяет выявлять более тонкие закономерности и проводить более точный анализ, а с другой требует мощное оборудование для обработки такого большого количества данных. Например, данные за год будут занимать примерно 80 тыс. строчек в Excel (рис. 1.4). Для проведения исследования мной были выгружены данные за два года, 2021-ый и 2022-ой.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|------|----|----|----|----|------|------|--------|------|------|
| 1 | #YY | MM | DD | hh | mm | WDIR | WSPD | PRES | ATMP | WTMP |
| 2 | #yr | mo | dy | hr | mn | degT | m/s | hPa | degC | degC |
| 3 | 2021 | 1 | 1 | 0 | 0 | 129 | 8.9 | 1004.3 | -6.6 | -1.8 |
| 4 | 2021 | 1 | 1 | 0 | 6 | 126 | 11.2 | 1004.2 | -6.5 | -1.8 |
| 5 | 2021 | 1 | 1 | 0 | 12 | 125 | 10.6 | 1004.1 | -6.6 | -1.8 |
| 6 | 2021 | 1 | 1 | 0 | 18 | 124 | 10.6 | 1004.1 | -6.6 | -1.8 |
| 7 | 2021 | 1 | 1 | 0 | 24 | 123 | 11.8 | 1003.9 | -6.5 | -1.8 |
| 8 | 2021 | 1 | 1 | 0 | 30 | 127 | 11.3 | 1004 | -6.7 | -1.8 |
| 9 | 2021 | 1 | 1 | 0 | 36 | 123 | 10.6 | 1003.9 | -6.9 | -1.8 |
| 10 | 2021 | 1 | 1 | 0 | 42 | 122 | 12.3 | 1003.7 | -6.9 | -1.8 |
| 11 | 2021 | 1 | 1 | 0 | 48 | 121 | 12.5 | 1003.7 | -6.9 | -1.8 |
| 12 | 2021 | 1 | 1 | 0 | 54 | 120 | 11.8 | 1003.6 | -7 | -1.8 |
| 13 | 2021 | 1 | 1 | 1 | 0 | 124 | 10.5 | 1003.6 | -6.9 | -1.8 |
| 14 | 2021 | 1 | 1 | 1 | 6 | 124 | 10.5 | 1003.6 | -7.1 | -1.8 |
| 15 | 2021 | 1 | 1 | 1 | 12 | 128 | 10.8 | 1003.6 | -6.8 | -1.8 |
| 16 | 2021 | 1 | 1 | 1 | 18 | 129 | 12.4 | 1003.5 | -6.7 | -1.8 |
| 17 | 2021 | 1 | 1 | 1 | 24 | 124 | 11.3 | 1003.7 | -6.9 | -1.8 |
| 18 | 2021 | 1 | 1 | 1 | 30 | 121 | 12.2 | 1003.6 | -7 | -1.8 |
| 19 | 2021 | 1 | 1 | 1 | 36 | 118 | 11.7 | 1003.5 | -7.2 | -1.8 |
| 20 | 2021 | 1 | 1 | 1 | 42 | 116 | 11.4 | 1003.5 | -7.3 | -1.8 |
| 21 | 2021 | 1 | 1 | 1 | 48 | 119 | 11 | 1003.4 | -7.4 | -1.8 |
| 22 | 2021 | 1 | 1 | 1 | 54 | 119 | 11.2 | 1003.3 | -7.4 | -1.8 |
| 23 | 2021 | 1 | 1 | 2 | 0 | 120 | 10.3 | 1003.2 | -7.4 | -1.8 |
| 24 | 2021 | 1 | 1 | 2 | 6 | 120 | 11 | 1003.2 | -7.3 | -1.8 |

Рисунок 1.4 – Фрагмент данных метеопараметров с сайта «National data buoy center»

2 Район исследования

2.1 Буйковая метеостанция Red Dog Dock

Для анализа временной изменчивости метеопараметров на буйковых метеостанциях мной была выбрана станция Red Dog Dock. Станция расположена в США на Аляске вблизи города Кивалина, находится на территории порта (рис. 2.1). 67.575 N 164.067 W (67°34'31" N 164°4'0" W) – координаты станции.[3]



Рисунок 2.1 – Порт и станция с высоты птичьего полета

Свое название станция получила от Red Dog Dock – порта шахты Red Dog Mine, которая в свою очередь была названа в честь собаки Боба Байкера (местного пилота, нашедшего рудники), ирландского терьера (рис. 2.2).[2]

Данная станция и ее оборудование расположены в плавучих ячейках дока порта (рис. 2.3).



Рисунок 2.2 – Порода собаки, в честь которой была названа станция



Рисунок 2.3 – Станция и ячейки с датчиками

Внутри ячеек установлено оборудование для приема, передачи и обработки всей принимаемой информации, включая данные о параметрах воды (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Фотография сделанная внутри станции

2.2 Особенности местности на которой расположена станция

Аляска самый северный и самый большой штат США, расположенный на север-западе Северной Америки. Этот район был освоен русскими исследователями в первой половине 18 века и находился под контролем России до конца 19 века. Официальный переход Аляски под юрисдикцию США

состоялся 18 октября 1867 года в Форте Ситка. В настоящее время эта дата отмечается как государственный праздник "День Аляски".

Ситка, бывший Ново-Архангельск, который являлся "столицей Русской Америки", сейчас является городом, расположенным на острове Баранова в архипелаге Александра. Одним из его исторических памятников является Собор Архангела Михаила, возведенный русскими в первой половине 19 века. Несмотря на реставрацию после пожара в 1970-х годах, собор по-прежнему функционирует.

В настоящее время столицей Аляски является город Джуно с населением около 35 000 человек. К крупнейшим городам штата относятся Анкоридж и Фэрбенкс. Общая численность населения Аляски превышает 700 000 человек, более трети из которых проживают в Анкоридже.

Осадки на Аляске варьируются в зависимости от региона. Юго-восточная Аляска, подверженная влиянию влажных воздушных потоков, получает до 5080 мм осадков в год, в то время как северное побережье залива Аляски получает до 3810 мм. Уровень осадков снижается до 1752 мм на южных склонах Аляскинского хребта и на Алеутских островах. В континентальных внутренних районах количество осадков уменьшается до 305 мм, а в арктической зоне – до 152 мм. Снег также вносит значительный вклад в годовой уровень осадков.

Среднегодовая температура на Аляске колеблется от 4°C на юге до -12°C на северных отрогах хребта Брукса в арктической зоне. Наиболее значительные температурные колебания в течение года наблюдаются в центральных и восточных районах континентальной части. Летом температура здесь может достигать +21°C и даже +32°C. Зимой, из-за отсутствия солнечного света, температура падает до -10°C. Средняя зимняя температура варьируется от -1,1°C до -6,6°C. В морской зоне средняя летняя температура составляет +15°C, а средняя зимняя температура - -6,6°C.

Аляска отличается разнообразием климата, которое можно разделить на пять основных климатических зон:

1) Морская зона. Расположена на юго-востоке Аляски, южном побережье и юго-западных островах.

2) Морская континентальная зона. Включает западный Бристольский залив и западную оконечность центральной зоны.

3) Переходная зона. Простирается по южной части бассейна реки Коппер, заливу Кука и северным границам южной прибрежной зоны.

4) Континентальная зона. Охватывает верховья реки Коппер и ее бассейн, а также внутренние районы Аляски.

5) Арктическая зона. Расположена к северу от Полярного круга.

Исследуемая станция находится в субарктическом климате чуть южнее деревни Кивалина (рис. 2.5). [1]

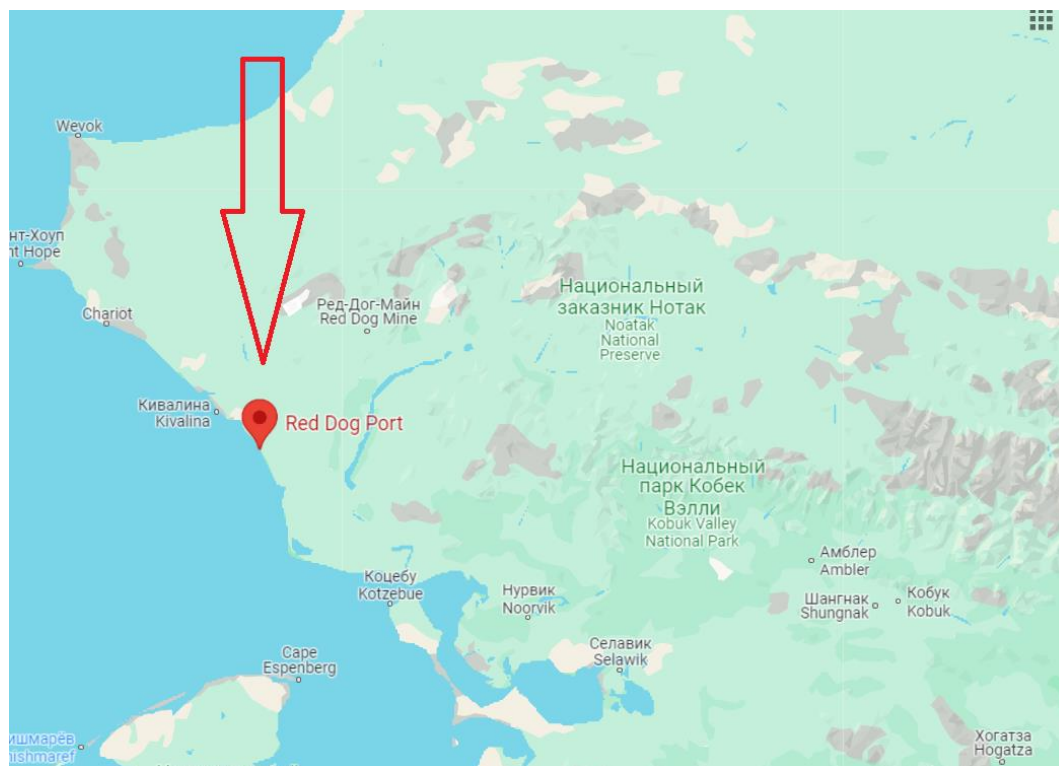


Рисунок 2.5 – Порт с буйковой станцией на карте Аляски

Климат в районе порта Red Dog Dock достаточно суровый с долгой холодной зимой и коротким прохладным летом (табл. 2.1)

Таблица 2.1

Климатические данные порта Red Dog Dock

| Климатические данные для Кивалины, Аляска (Аэропорт Кивалина) (нормальные значения 1991-2020 годов, экстремальные [скрыть] значения 1998- настоящее время) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| Месяц | Янв. | Февраль | Март | Апрель | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | Год |
| Рекордно высокая температура по Фаренгейту (° C) | 47 (8) | 52 (11) | 48 (9) | 62 (17) | 68 (20) | 96 (36) | 94 (34) | 89 (32) | 65 (18) | 58 (14) | 40 (4) | 39 (4) | 96 (36) |
| Средняя максимальная температура по Фаренгейту (° C) | 32.0 (0.0) | 34.4 (1.3) | 28.0 (-2.2) | 38.3 (3.5) | 54.4 (12.4) | 70.6 (21.4) | 72.0 (22.2) | 65.8 (18.8) | 57.5 (14.2) | 44.4 (6.9) | 32.0 (0.0) | 31.8 (-0.1) | 74.4 (23.6) |
| Среднесуточный максимум ° F (° C) | 6.6 (-14.1) | 9.7 (-12.4) | 9.4 (-12.6) | 23.6 (-4.7) | 38.2 (3.4) | 50.0 (10.0) | 56.3 (13.5) | 54.5 (12.5) | 46.2 (7.9) | 30.5 (-0.8) | 17.3 (-8.2) | 10.0 (-12.2) | 29.4 (-1.5) |
| Среднесуточный показатель ° F (° C) | -1.2 (-18.4) | 1.3 (-17.1) | 0.9 (-17.3) | 14.8 (-9.6) | 32.1 (0.1) | 43.9 (6.6) | 50.9 (10.5) | 49.1 (9.5) | 40.6 (4.8) | 25.6 (-3.6) | 11.4 (-11.4) | 2.9 (-16.2) | 22.7 (-5.2) |
| Среднесуточный минимум ° F (° C) | -9.0 (-22.8) | -7.1 (-21.7) | -7.6 (-22.0) | 6.0 (-14.4) | 25.9 (-3.4) | 37.8 (3.2) | 45.5 (7.5) | 43.7 (6.5) | 35.1 (1.7) | 20.6 (-6.3) | 5.5 (-14.7) | -4.1 (-20.1) | 16.0 (-8.9) |
| Средний минимум ° F (° C) | -33.2 (-36.2) | -34.4 (-36.9) | -28.6 (-33.7) | -16.8 (-27.1) | 9.5 (-12.5) | 29.1 (-1.6) | 37.7 (3.2) | 34.6 (1.4) | 23.0 (-5.0) | 5.3 (-14.8) | -15.1 (-26.2) | -27.3 (-32.9) | -39.9 (-39.9) |
| Рекордно низкая температура по Фаренгейту (° C) | -50 (-46) | -54 (-48) | -41 (-41) | -33 (-36) | -9 (-23) | 21 (-6) | 33 (1) | 28 (-2) | 12 (-11) | -8 (-22) | -30 (-34) | -41 (-41) | -54 (-48) |
| Среднее количество осадков, дюйм (мм) | 0.28 (7.1) | 0.44 (11) | 0.18 (4.6) | 0.56 (14) | 0.57 (14) | 0.79 (20) | 1.41 (36) | 2.33 (59) | 1.52 (39) | 0.93 (24) | 0.51 (13) | 0.17 (4.3) | 9.69 (246) |
| Среднее количество дней с осадками (≥ 0,01 дюйма) | 5.3 | 5.3 | 3.0 | 4.7 | 6.4 | 6.1 | 11.7 | 13.0 | 11.5 | 8.1 | 5.7 | 4.1 | 84.9 |

3 Временная изменчивость метеопараметров по данным станции Red Dog Dock за 2021 год

Данные были подогнаны под формат с которым можно работать в Excel, далее по ним были построены графики по сезонам, а также общий годовой ход. Для изображения направления ветра строились розы ветров, которые были сделаны с помощью скрипта.

3.1 Давление

Всю зиму, не считая просадки в начале января, давление стабильно повышается (рис. 3.1а). Минимальное значение было зафиксировано в начале декабря и составило 969.1 гПа. Максимально значение наблюдалось в начале февраля и составляло 1045.7 гПа, что превышает минимальное декабрьское значение на 76,6 гПа. Средние давление на протяжении зимы - 1011 гПа.

Достигая своего максимального значения в начале февраля, давление начинает постепенно понижаться, приобретая средний показатель в районе 1015 гПа, что на 5 гПа больше чем зимой.

Весной, в отличии от зимы, максимальное и минимальное значение не имеет такого большого разрыва и составляет 54.9 гПа (рис. 3.1б). В начале марта давление опустилось до отметки в 985,4 гПа, а в середине апреля поднялось до максимального значения в 1040,3 гПа.

Среднее значение давления летом (рис. 3.1в) составляет 1008,6 гПа, что на 7 гПа меньше чем летом. Анализирую графики и табличные значения, мы можем сделать вывод, что летом давление падает. Минимальное и максимальное значения – 990,3 гПа в конце Июня и 1019,5 гПа в середине Июня.

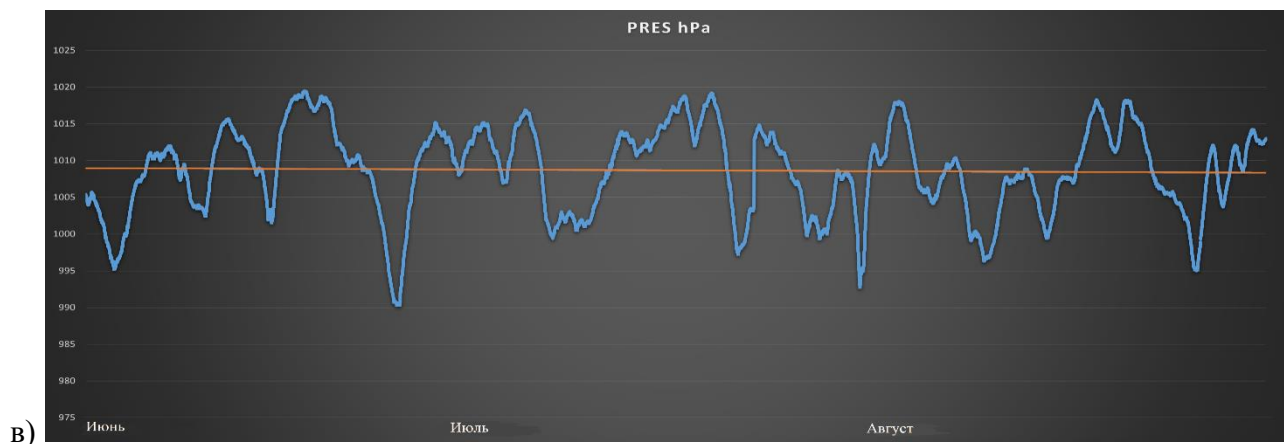
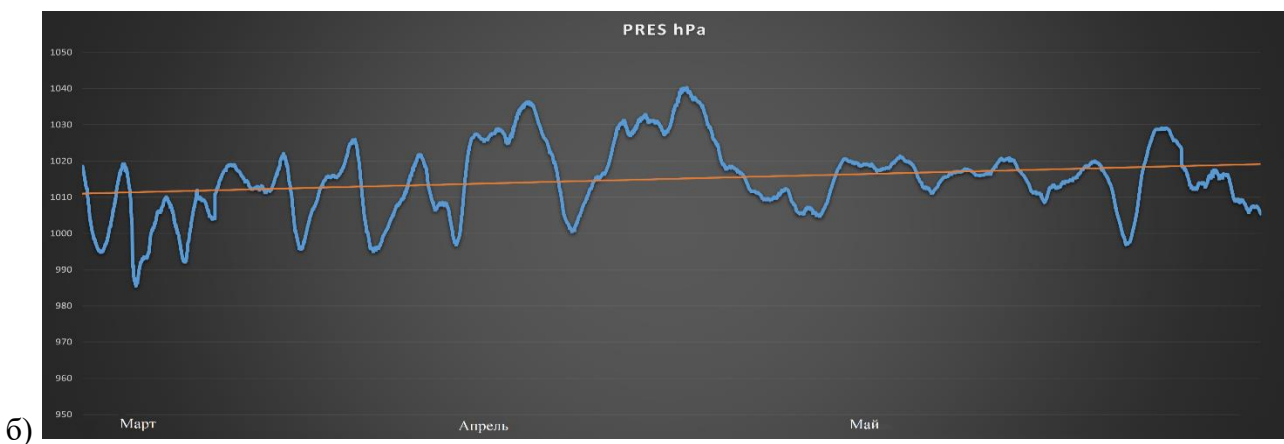
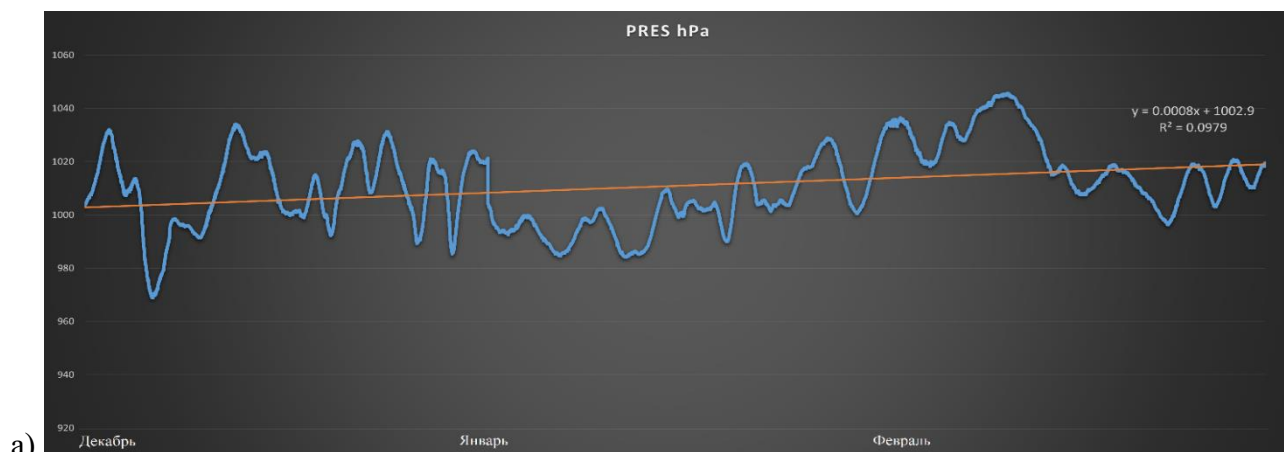


Рисунок 3.1 – График давления за три сезона 2021 г

а) за зиму; б) за весну; в) за лето

В среднем давление осенью (рис. 3.2) держится в районе 1006,8 гПа, что немного меньше чем летом, тем не менее, после достижения своего минимума

990,3 гПа в середине октября, давление начинает стремительно расти и достигает свой максимум 1034,3 гПа в середине ноября. Общий тренд идет на повышение.

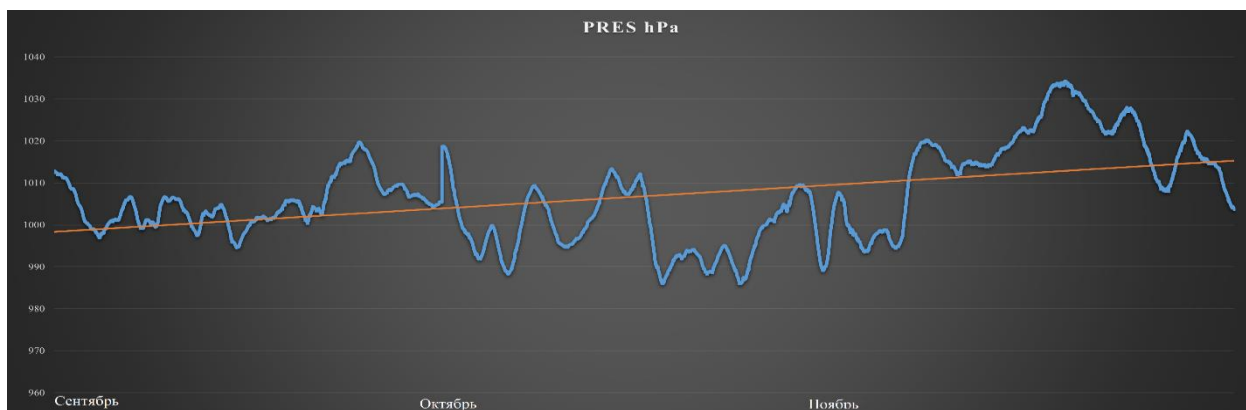


Рисунок 3.2 – График давления за осень 2021 года

Анализируя весь год целиком, мы видим, что зимой и осенью давление принимает свои максимальные значения (рис. 3.3). Интересно, что зимой давление достигает как своего максимум (1045,7), так и своего минимума (969,1). Летом и весной наблюдается понижение давления. Общий тренд за 2021 год идет на понижение.

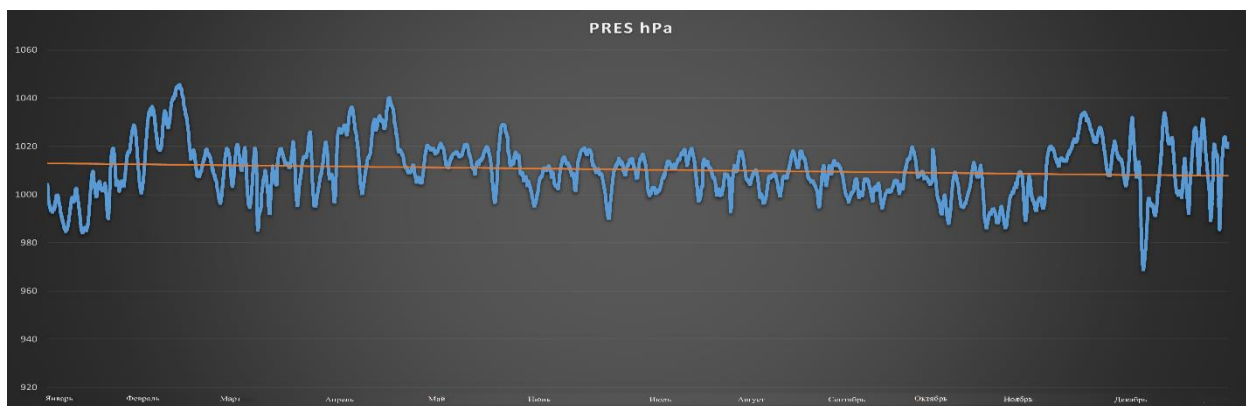


Рисунок 3.3 – График давления за весь 2021 год

3.2 Температура воздуха

Максимальное значение температуры атмосферы зимой (рис. 3.4а) было зафиксировано в конце января и составило 3.3 градуса. Минимально значение было зафиксировано в середине февраля и составило -34.7 градуса. По графику видно, что практически всю зиму температура отрицательна. Средне-сезонное значение температуры -16 градусов. Февраль самый холодный месяц, а декабрь самый теплый. Хотя общий тренд идет на понижение, нельзя сказать, что всю зиму температура понижается, скорее она колеблется, то понижаясь, то поднимаясь.

Весной (рис. 3.4б) виден явный тренд на повышение температуры. Максимальное значение зафиксировано в конце мая и составило 16.4 градуса, что на 13.1 больше чем зимой. Минимальная температура равнялась -30 градусам и была зафиксирована в начале апреля. Среднее значение -6.2 градуса. Весь март температура в среднем составляет -20 градусов, а в начале апреля происходит скачек до 9 градусов и температура уже не опускается так низко, как в марте, до конца весны. С момента скачка температуры она начинает плавно расти до конца мая.

Летом (рис. 3.4в) средняя температура 9 градусов. Максимальное значение зафиксировано в начале августа 25.6 градусов, а минимальная в начале июня -2 градуса. Самый жаркий месяц июль, в этом месяца температура большую часть времени не опускается ниже 10 градусов.

Осенью (рис. 3.4г) наблюдается нисходящий тренд. Среднее значение -3.7 градуса. Минимум зафиксирован в конце ноября -26.9 градуса, а максимум в середине сентября 18.1 градус. На протяжении всех трех месяцев осени температура стабильно падает.

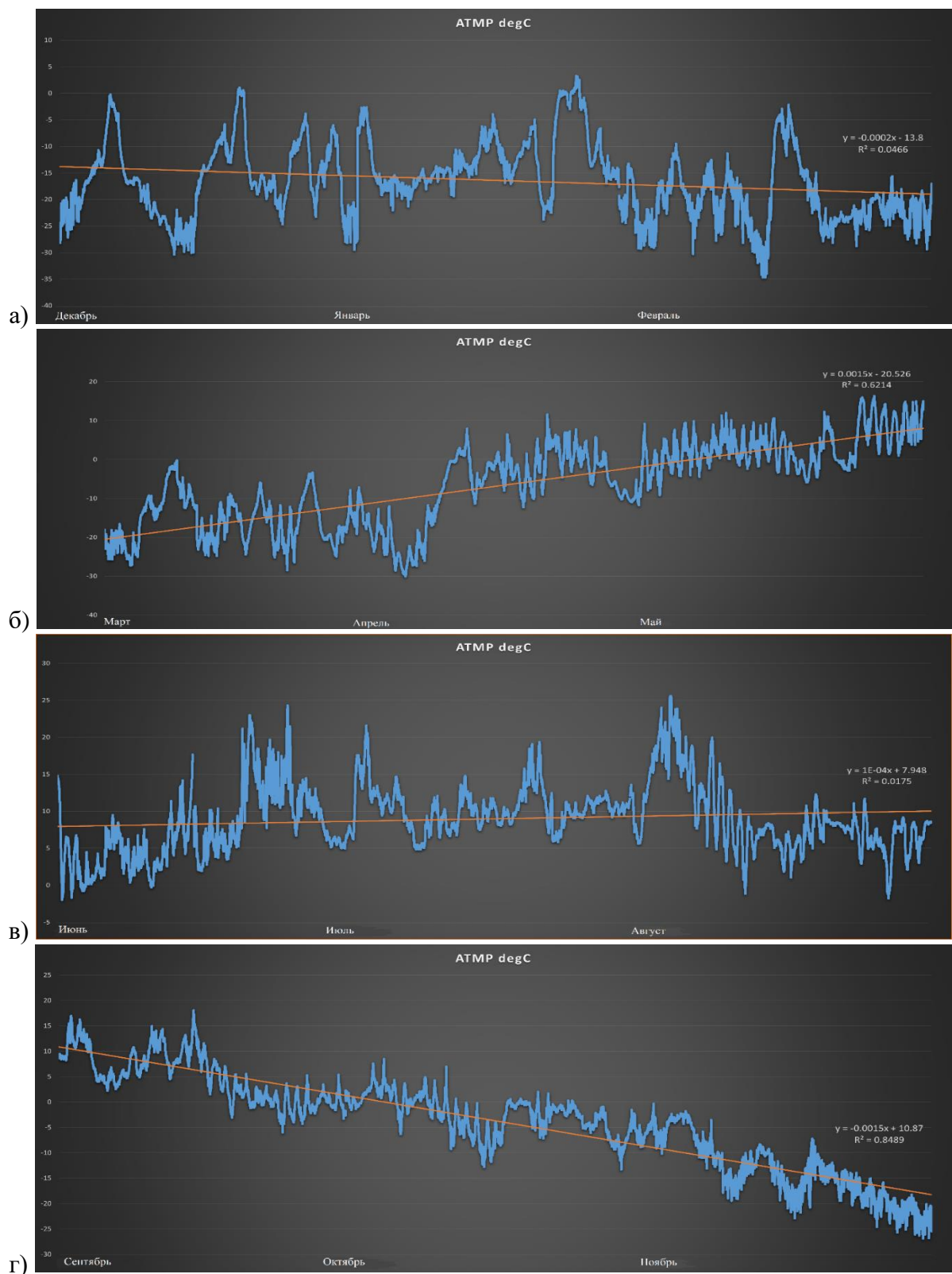


Рисунок 3.4 – График температуры воздуха за четыре сезона 2021 года

а) за зиму; б) за весну; в) за лето; г) осень

На годовом графике (рис. 3.5) видно, что самые холодные сезоны это зима и весна, на них температура практически все время ниже нуля. Зима отмечается большим размахом суточного хода. Четко видны переходы от теплого к холодному времени года.

Самые теплые месяца осень и лето, большую часть времени температура держится положительной, но понижение до отрицательных значений не редко. Максимальная температура за год была зафиксирована летом и составила 25,6 градуса, а минимальная зимой -34.7 градуса. В среднем за год температура отрицательна и составляет -4.1 градус.

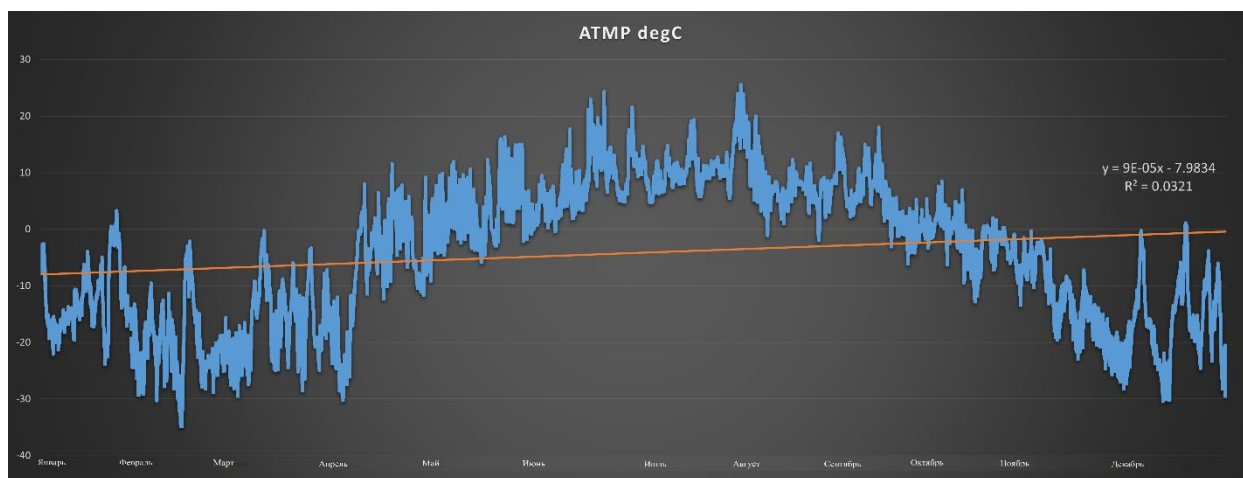


Рисунок 3.5 – График температуры воздуха за весь 2021 год

3.3 Температура воды

Всю зиму (рис. 3.6) вода находится в переохлажденном состоянии и ее температура имеет значение -1.7 градуса. 2 трети весны вода так же имеет переохлажденное состояние, но ближе к концу мая начинается рост и в конце

весны температура достигает своего максимального значения в 1.1 градус по Цельсию

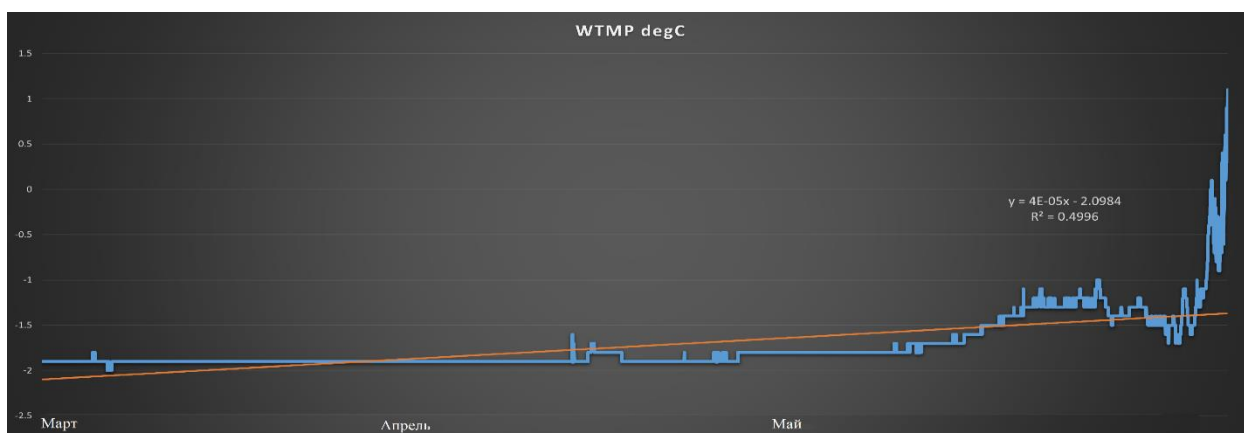


Рисунок 3.6 – График температуры воды за весну 2021 года

Летом (рис. 3.7) продолжается рост, который начался еще весной, начиная с июля вода уже не опускается ниже 0. Максимальное значение было зафиксировано в начале августа – 18 градусов, а минимальное в начале июля – минус 1.4 градуса. В среднем температура воды зимой составляла 7.1 градус.

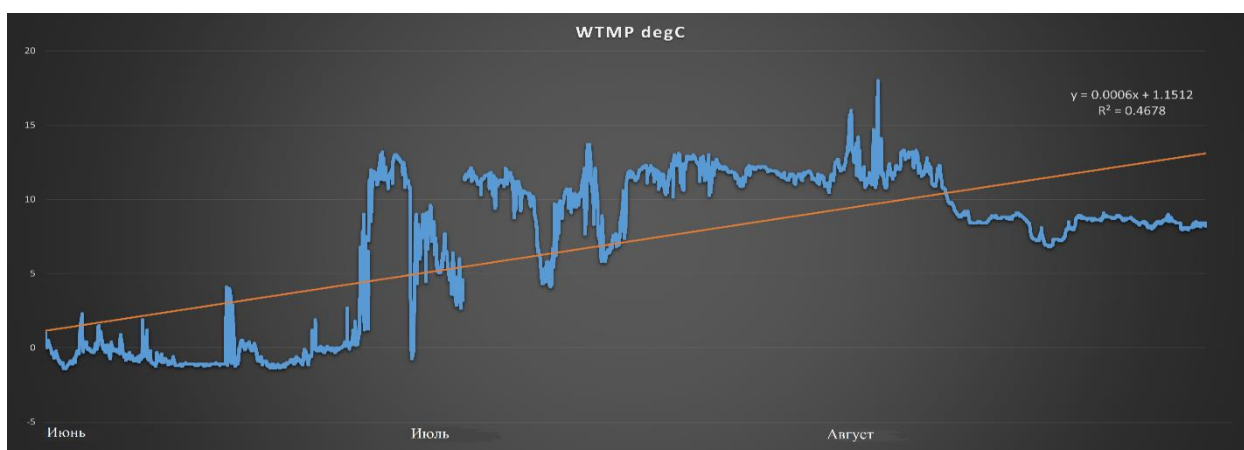


Рисунок 3.7 – График температуры воды за лето 2021 года

Первую половину сентября (рис. 3.8) температура воды еще продолжает расти и приобретает свое максимально значение за осень – 9.4 градуса. Далее, начиная со второй половины сентября, температура начинает падать и продолжает вплоть до конца ноября, когда приобретает свое зимнее значение - - 1.7 градуса. В среднем температура воды осенью имеет положительное значение – 2.9 градуса.

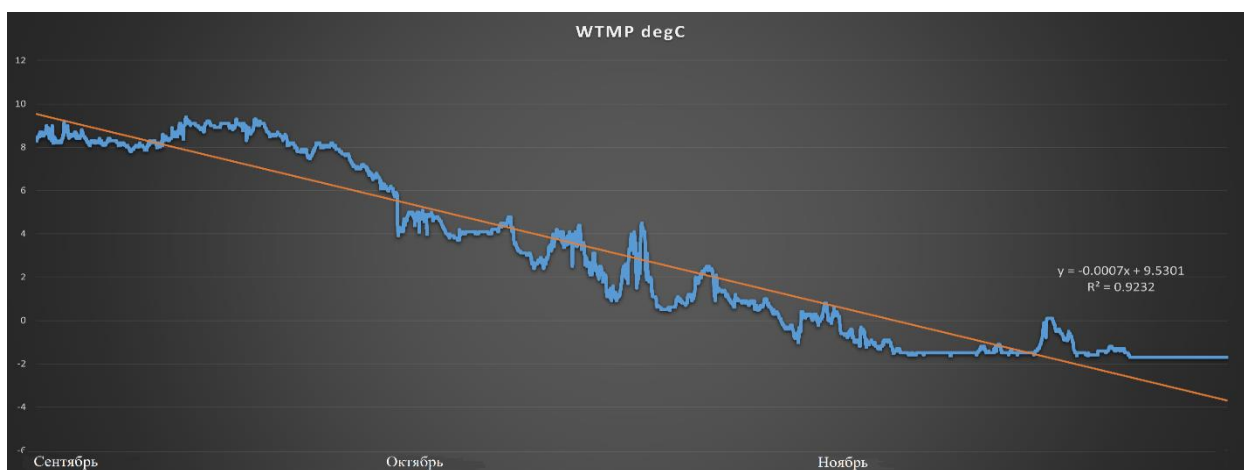


Рисунок 3.8 – График температуры воды за очень 2021 года

По графику (рис. 3.9) видно, что всю зиму и большую часть весны вода находится в переохлажденном состоянии, имея температура -1.7 °С. Начиная с конца мая температура начинает расти, приобретая свое максимальное значение в начале августа – 18°С. Пройдя свой пик, температура идет на понижение и в конце ноября опять опускается до -1.7°С. Минимальное значение в -2°С фиксируется множество раз зимой и весной. Анализируя график, можно сделать вывод, что самым теплым сезоном является лето, на протяжении которого температура практически все время положительная, осень – переходный этап,

первую половину сезона температура тоже положительная, а вторую по большей части отрицательна. Осень и зима самые холодные сезоны.

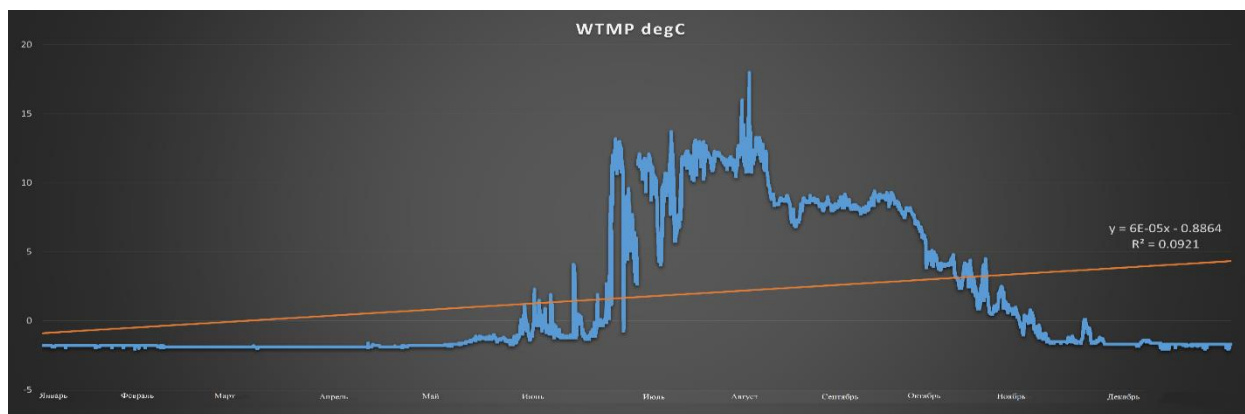


Рисунок 3.9 – График температуры воды за весь 2021 год

3.4 Скорость ветра

Скорость ветра достаточно стабильна на протяжении всего зимнего сезона (рис. 3.10а), не считая двух скачков в начале декабря. Среднее значение 5.1 м/с. Максимальное значение было зафиксировано в начале декабря и составило 31 м/с.

Весенний график (рис. 3.10б) достаточно стабилен, в среднем скорость ветра равнялась 5.2 м/с, что практически равно среднему значению за зиму. Максимальное значение было зафиксировано в начале марта 29 м/с.

Летом (рис. 3.10в) много раз фиксировалась высокая скорость ветра, максимальной быстрый ветер был в конце июня 20 м/с. В среднем скорость ветра была 4.5 м/с.

Осенью (3.10г) ветер достаточно стабилен, не считая двух всплесков: в начале октябре и в начале ноября. Максимальное значение было зафиксировано в начале октября 19.8 м/с. В среднем ветер был 4.3 м/с.

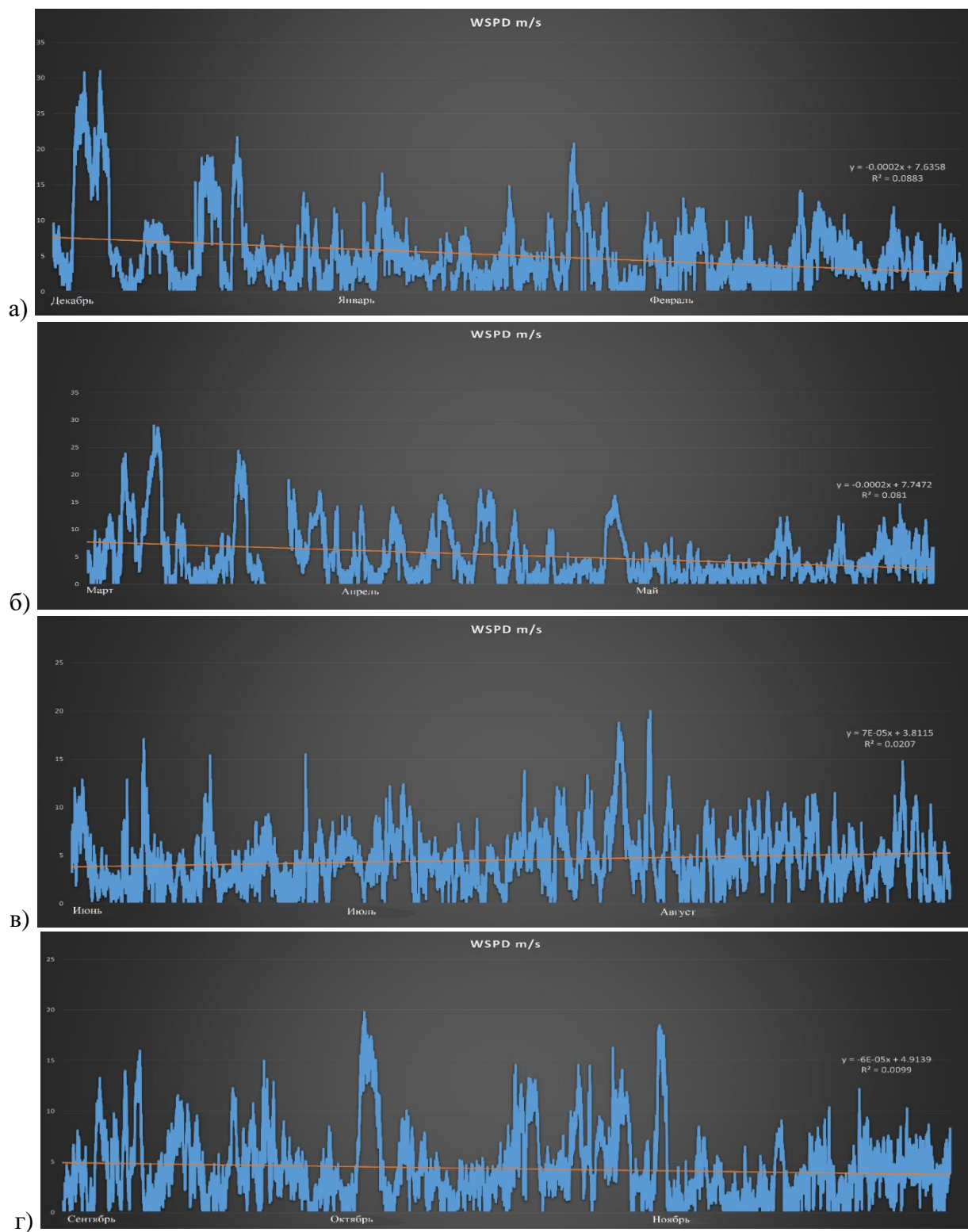


Рисунок 3.10 – График скорости ветра за осень 2021 года

а) за зиму; б) за весну; в) за лето; г) осень

В среднем за год (рис. 3.11) скорость ветра составляла 4.8 м/с. Самые ветреные сезоны это зима и весна, в которые были зафиксированы два случая очень высокой скорости ветра. Максимум был достигнут зимой в начале декабря 31 м/с. Минимальное значение в 0 м/с фиксировалось на протяжении года множество раз каждый сезон.

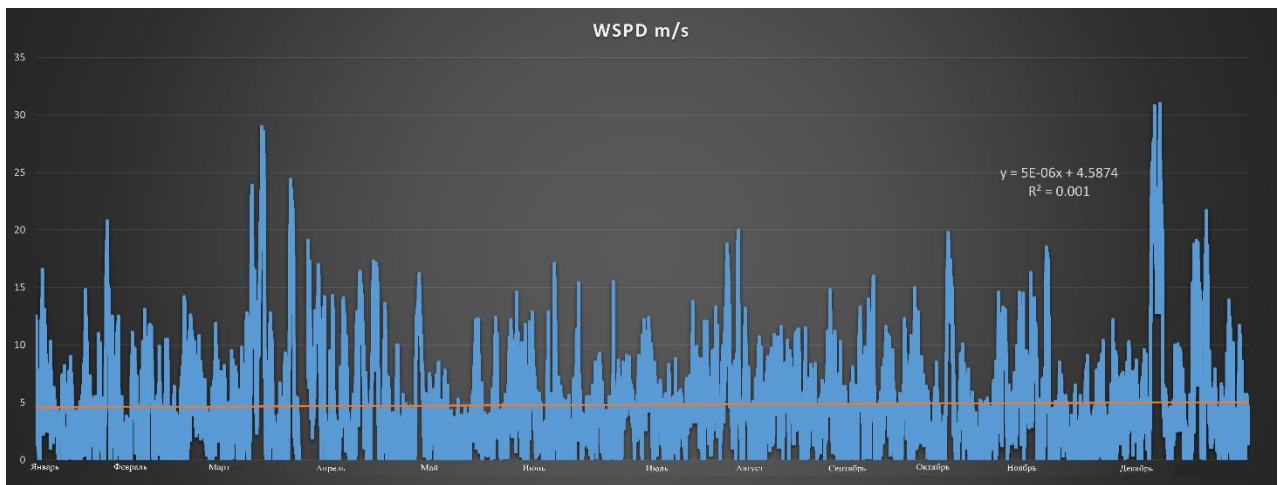


Рисунок 3.11 – График скорости ветра за весь 2021 год

3.5 Направление ветра

Зимой (рис. 3.12а) ветер был преимущественно северный и северо-восточный. Так же фиксировался восточный и юго-восточный. Южный и западный ветер практически не наблюдался.

Весной (рис. 3.12б) ветер в основном был северный, север-западный и юго-восточный. Так же были зафиксированы восточное и северо-восточное направления. Остальные направления незначительные.

Летом (рис. 3.12в) ветер был преимущественно южный, остальные направления несущественные.

Осенью (рис. 3.12г) ветер был северный, северо-восточный и юго-восточный. Так же часто был восточный ветер. Остальные направления несущественные.

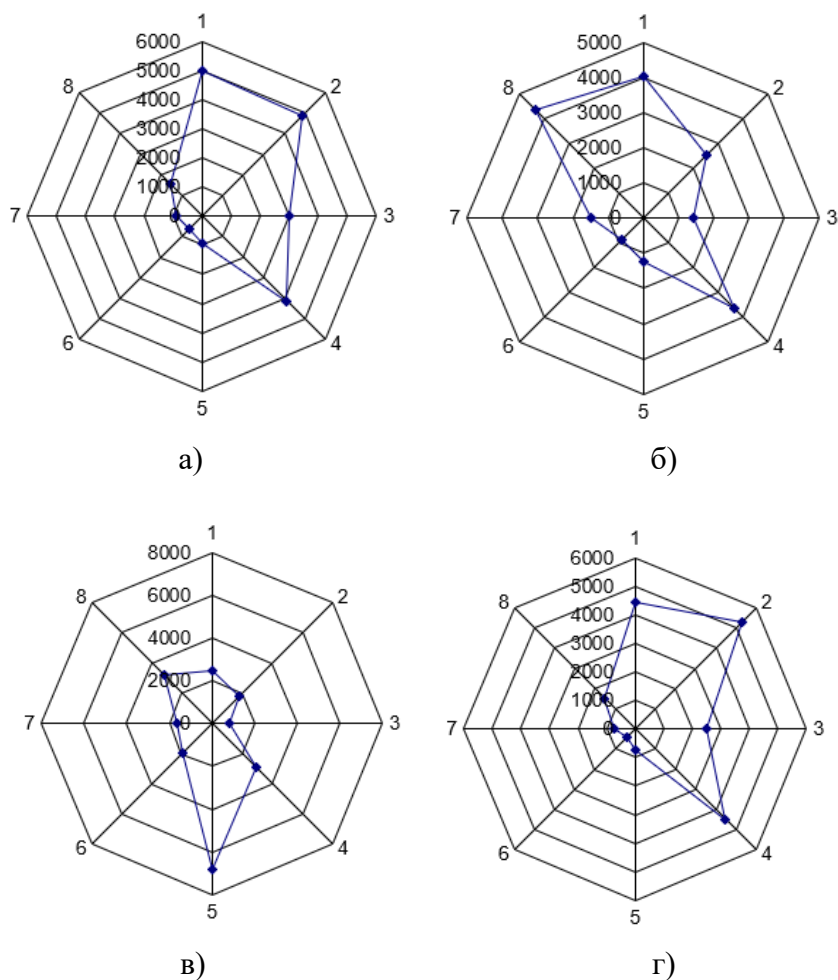


Рисунок 3.12 – Роза ветров за осень 2021 года
а) за зиму; б) за весну; в) за лето; г) осень

Анализируя розу за весь год (рис. 3.13) видно, что чаще всего был северный ветер. Так же очень часто был северо-восточный, северо-западный, юго-восточный и южный ветер. Остальные направления несущественные.

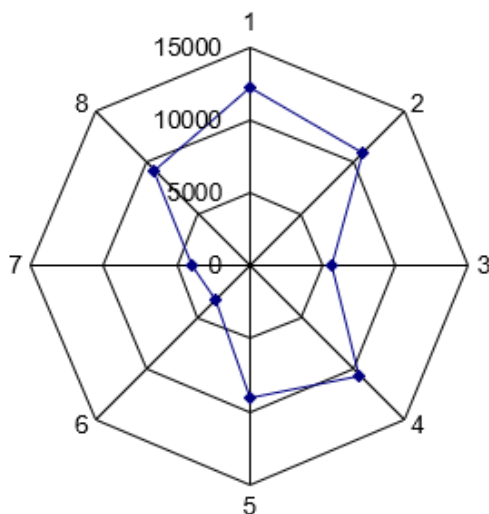


Рисунок 3.13 – Роза ветров за весь 2021 год

Рассчитанные значения средних, максимальных и минимальных значений за каждый сезон и за год приведены в таблицах (Приложение 1).

4 Временная изменчивость метеопараметров по данным станции Red Dog Dock за 2022 год

4.1 Давление

Зимой (4.1а) среднее давление держится в районе 1018.2 гПа. Максимальное значение зафиксировано в начале декабря – 1047.9 гПа, а минимальное в начале января – 985.7 гПа. Общий тренд идет на понижение, хотя он не очень явный. С середины декабря по начало января давление ниже, чем в остальные месяцы сезона.

Весной (4.1б) тренд не имеет какого-то особенного направления, значения давления достаточно стабильны, не считая двух скачков в начале мая и середине апреля. В среднем давление весной – 1015 гПа, что на 3 гПа меньше чем зимой. Максимальное значение зафиксировано в начале марта – 1040.9, а минимальное в начале апреля – 993.8 гПа.

Летом (рис. 4.1в) тренд имеет тенденцию на понижение. В среднем давление на протяжении сезона – 1009 гПа. Максимальное значение зафиксировано в начале августа – 1025.8 гПа, а минимальное в конце июля – 984.2 гПа. Такой резкий подъем с минимальное к максимальному значениям может быть вызван антициклоном.

Осенью (рис. 4.1г) давление имеет незначительный тренд на повышение, в среднем давление имеет значение – 1006.2 гПа, что на 3 гПа меньше чем летом. Максимальное значение зафиксировано в начале ноября – 1039.4, а минимальное в середине сентября – 979 гПа.

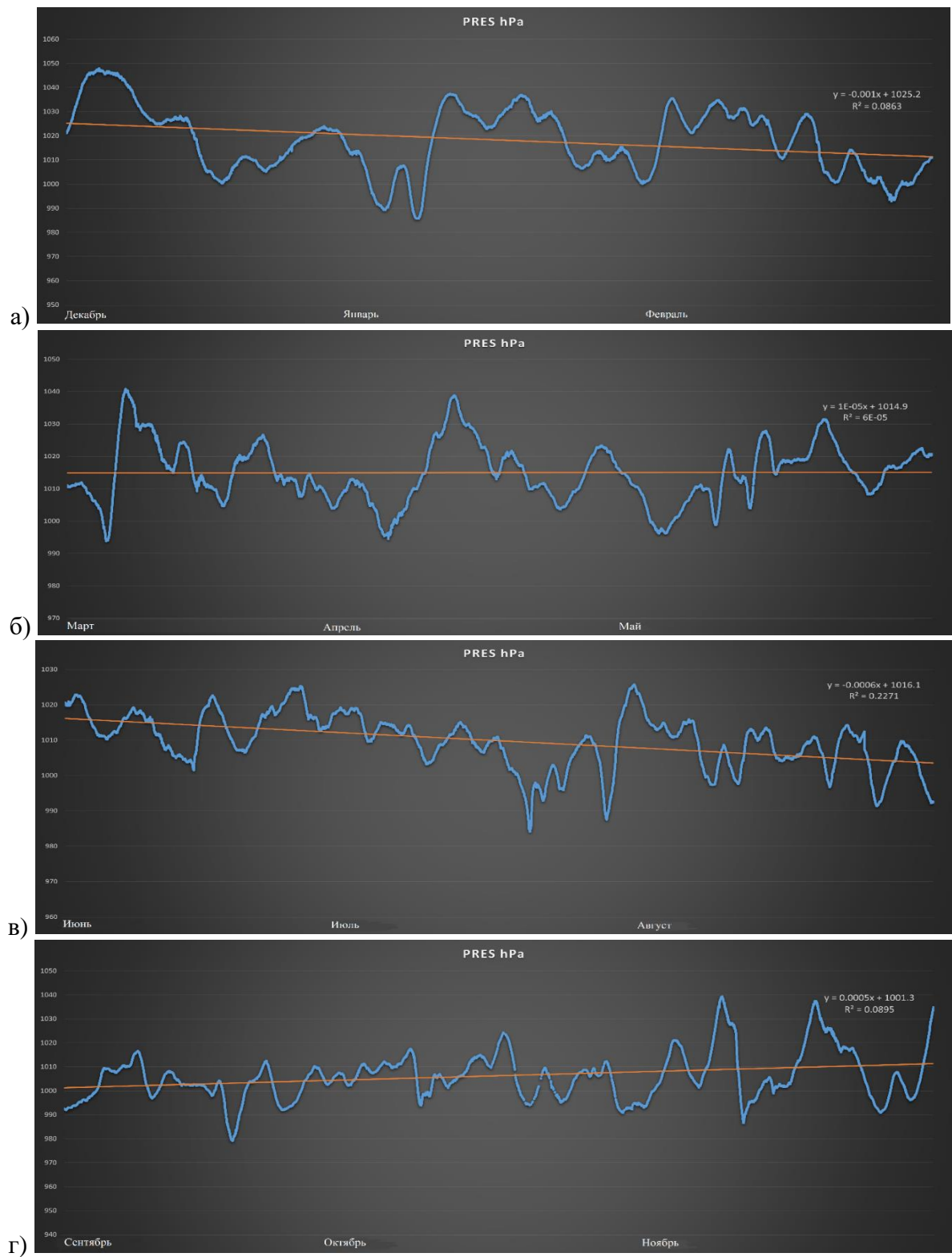


Рисунок 4.1 – График давления за осень 2022 года

а) за зиму; б) за весну; в) за лето; г) осень

Анализирую общий график за год (рис. 4.2), можно сделать вывод, что самое высокое давление фиксируется зимой, тогда же и зафиксировано максимальное значение за весь год – 1047.9. Наименьшее давление фиксируется осенью, тогда же было зафиксировано и самое минимальное значение за весь год – 979.3. Общий тренд за год идет на понижение, на протяжении всего года присутствуют резкие подъемы и понижения давления вызванные циклонами и антициклонами.

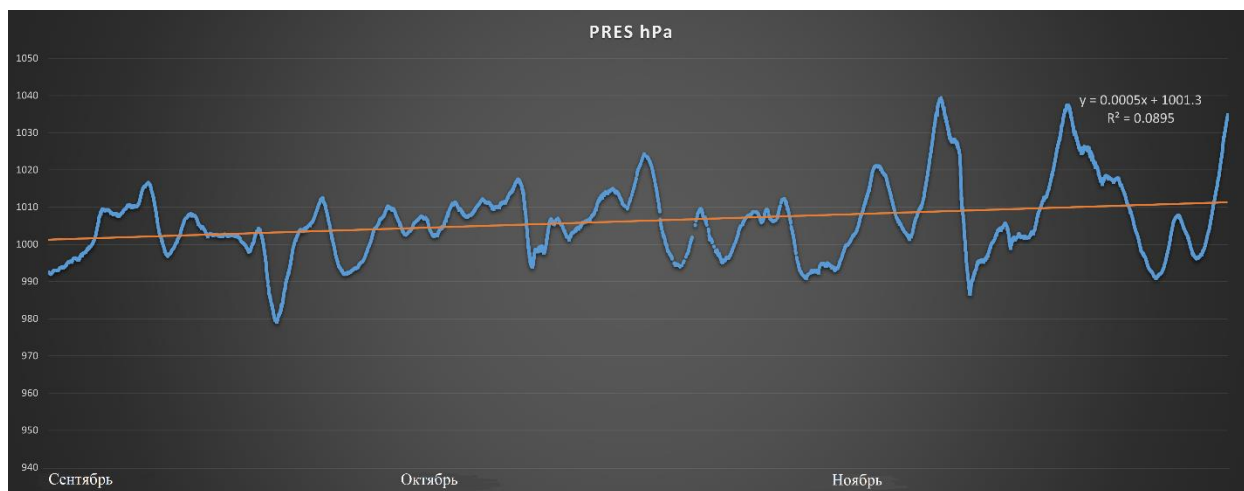


Рисунок 4.2 – График давления за весь 2022 год

4.2 Температура воздуха

Зимой температура (рис. 4.3) все время имеет отрицательное значение, за исключение конца февраля, когда приобретает свое максимальное значение – 6.6°C. Общий тренд идет на повышение, хотя значительно повышаться температура начинает только в середине февраля. Минимальное значение было зафиксировано в начале февраля - - 34°C. В среднем температура держалась на уровне -17.9°C.

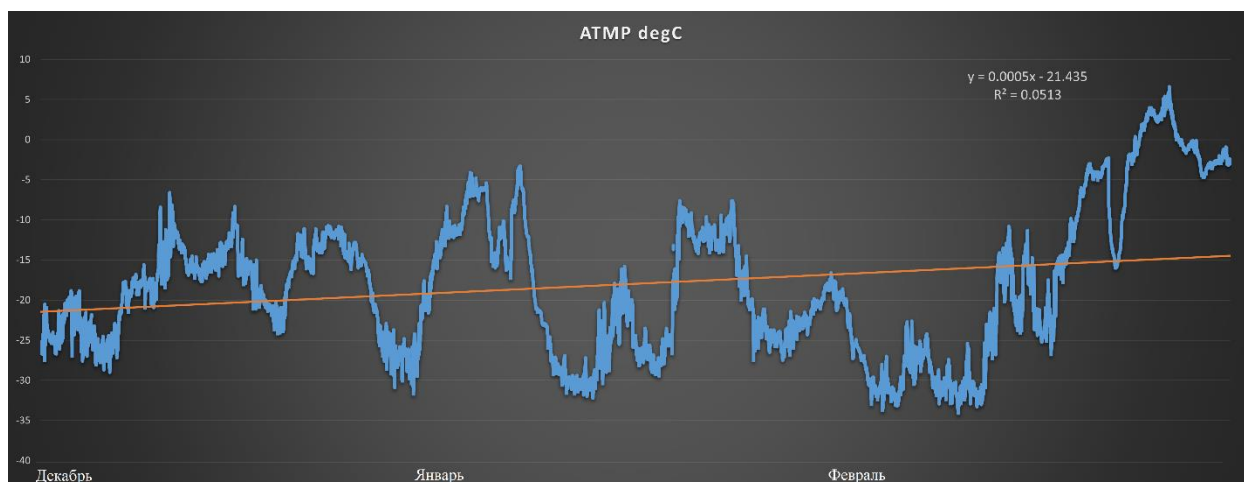


Рисунок 4.3 – График температуры воздуха за зиму 2022 года

Весной (рис. 4.4а) тренд положительный, средняя температура за сезон - 4.9°C. Максимально значение было зафиксировано в конце мая 17.9°C, а минимальное в середине апреля -25.9 °C. В середине апреля происходит резкий скачек температура и она поднимается до положительных значений.

Большую часть лета (рис. 4.4б) температура положительная, за исключением нескольких случаев в июне. Средняя температура летом 8.3 °C. Максимальное значение зафиксировали в начале июля 22.9 °C, а минимальное - 2.2 °C. Общий тренд положительный.

Осенью (рис. 4.4в) виден явный отрицательный тренд, температура падает на протяжении всего сезона. Весь сентябрь температура положительная, но начиная уже с начала октября температура опускается ниже нуля и продолжает падать вплоть до конца ноября. Средняя температура за осень 0.8 °C. Максимальное значение зафиксировали в начале сентября 17.9 °C, а минимальное в конце ноября -18.7 °C.

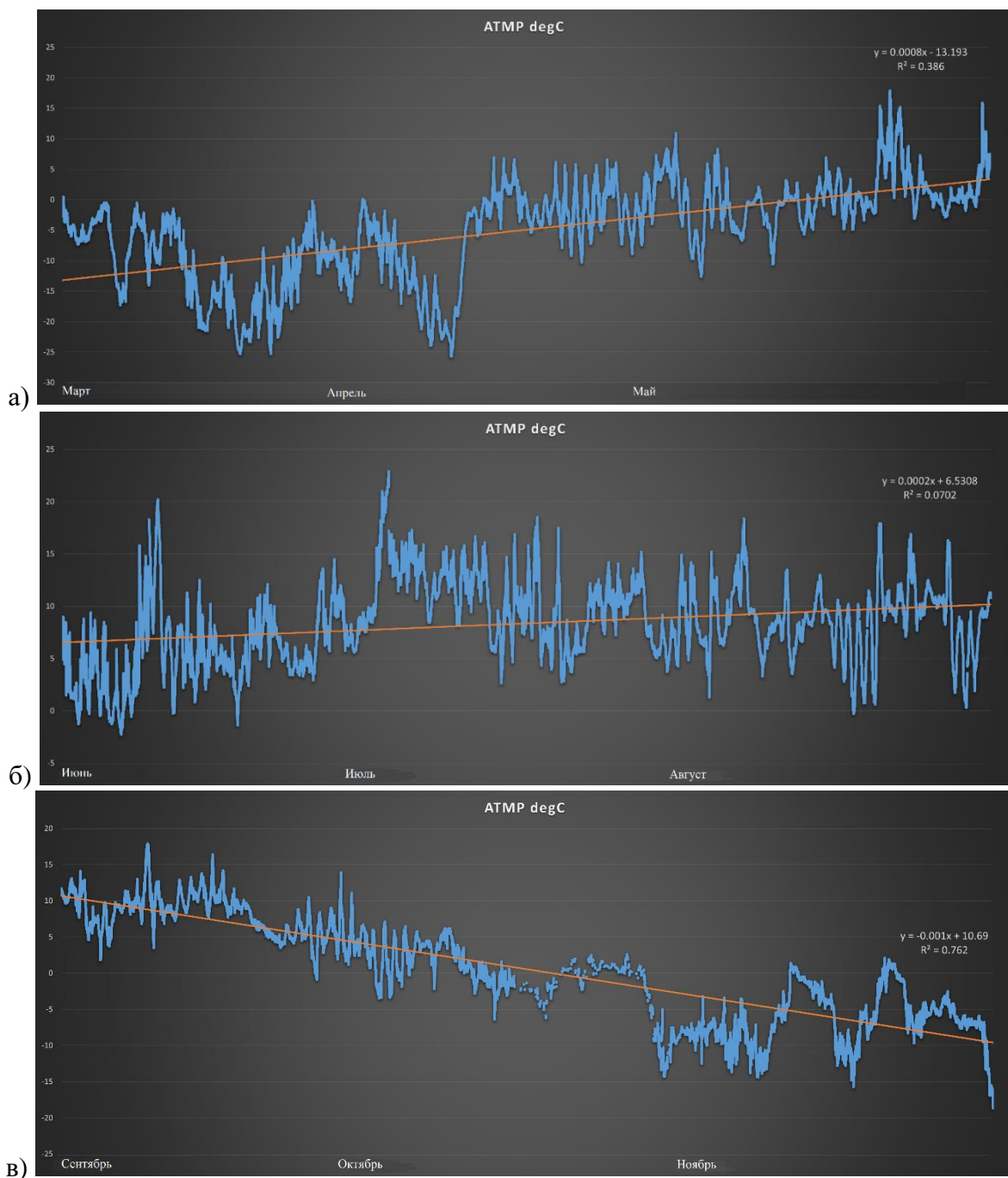


Рисунок 4.4 – График температуры воздуха за осень 2022 года

а) за весну; б) за лето; в) за осень

Как и следовало ожидать (рис. 4.5) самыми теплыми месяцами оказались летние и осенние, там температура практически не опускалась ниже нуля и было

зафиксировано максимальное значение 22.9 °С. Самые холодные месяца зимние и осенние, там температура практически не поднималась выше нуля и было зафиксировано минимальное значение за весь год -34 градуса.

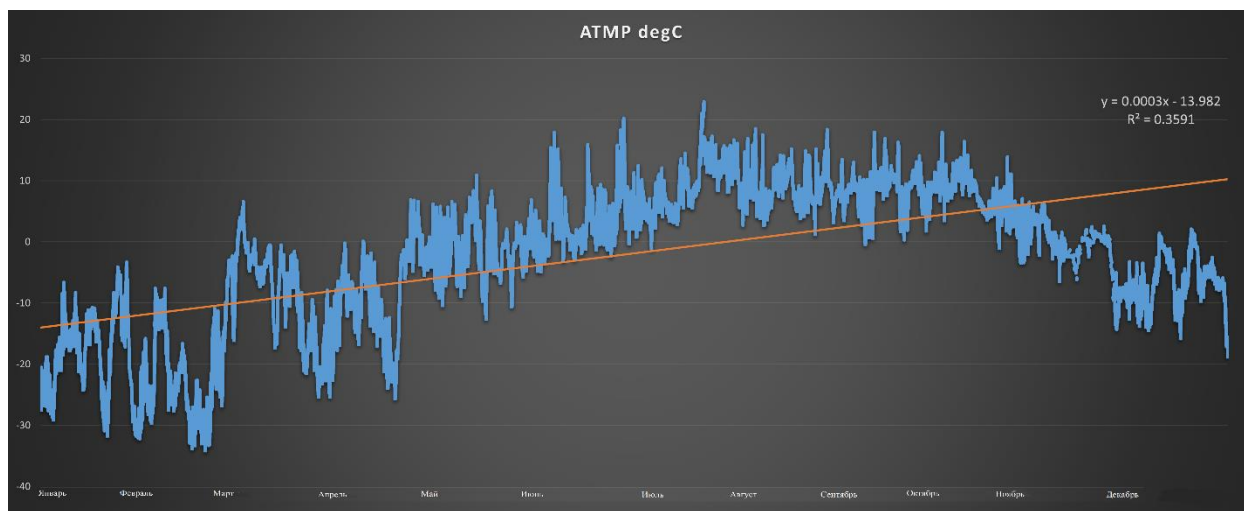


Рисунок 4.5 – График температуры воздуха за весь 2022 год

4.3 Температура воды

Всю зиму вода была переохлажденной и имела температуру -1.8 °С.

Весной такая же картина как и зимой, разве что вода стала немного теплей и в среднем была -1.7 °С.

С середины июля (рис. 4.6а) температура воды наконец преодолевает нулевую отметку и начинает расти вплоть до конца августа. Среднее значение за лето 5.5 °С. Максимальное значение было зафиксировано в конце августа 12.1°С, а минимальное в начале июня -1.6 °С. Виден явный положительный тренд, температура повышается весь сезон.

Осенью (рис. 4.6б) виден явный тренд на понижение, в сентябре температура практически не падает, а вот уже с начала октября начинается

стремительное падение, которое продолжается весь сезон. Средняя температура осенью составляла 4.1 °С. Максимальное значение было зафиксировано в начале сентября и составило 11 °С, а минимальное в конце ноября, когда вода опять приобрела переохлажденное состояние -1.9 °С.

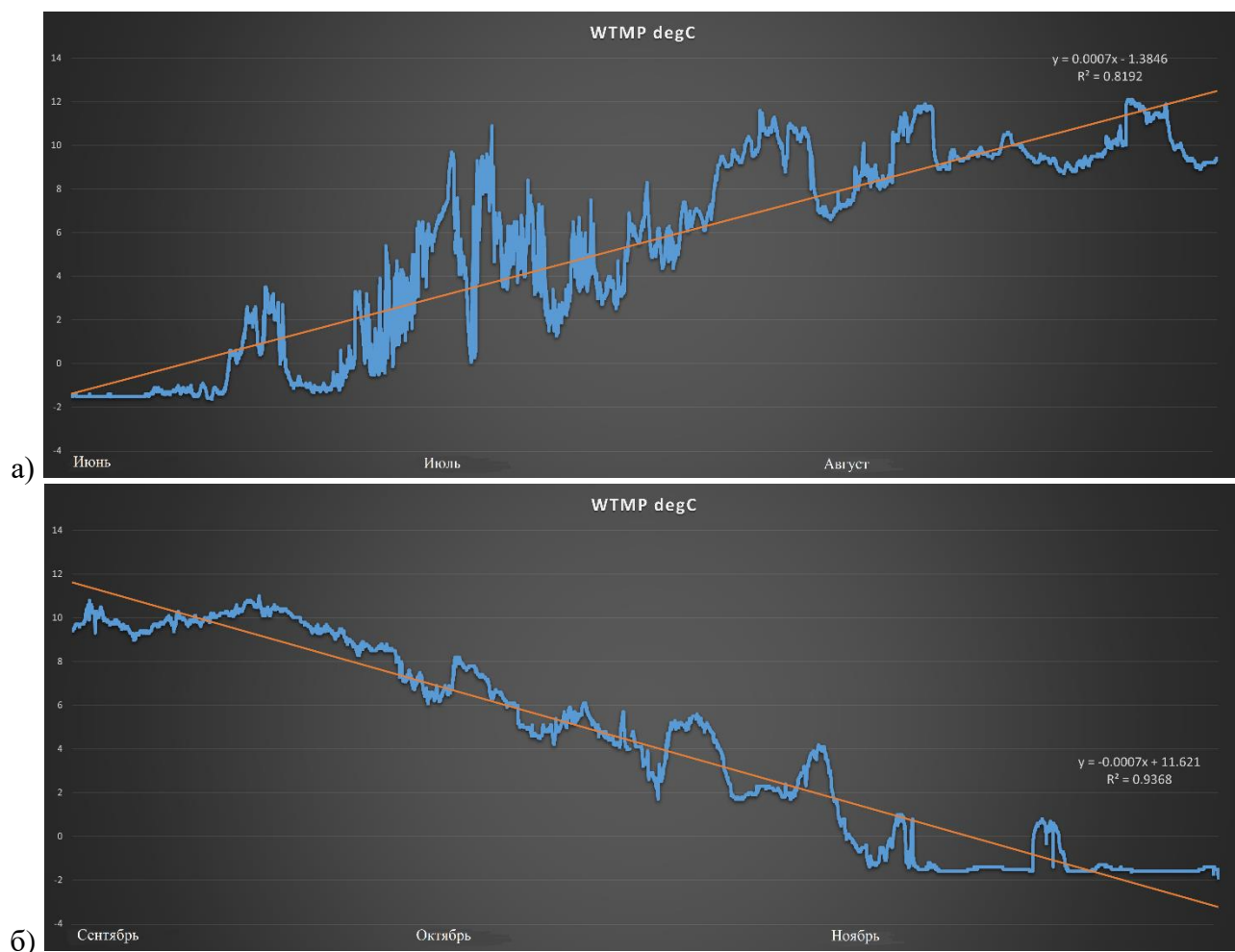


Рисунок 4.6 – График температуры воды за осень 2022 года

а) за лето; б) за осень

На графике (рис. 4.7) видно, что половину года вода имеет переохлажденное состояние. Наблюдается резкий рост летом, который продолжает все лето и спад начинается только в начале осени. Уже к концу

декабря вода приобретает переохлажденное состояние. Максимум за год 11 °С, минимум -1.9 °С. В среднем 4.1 °С.

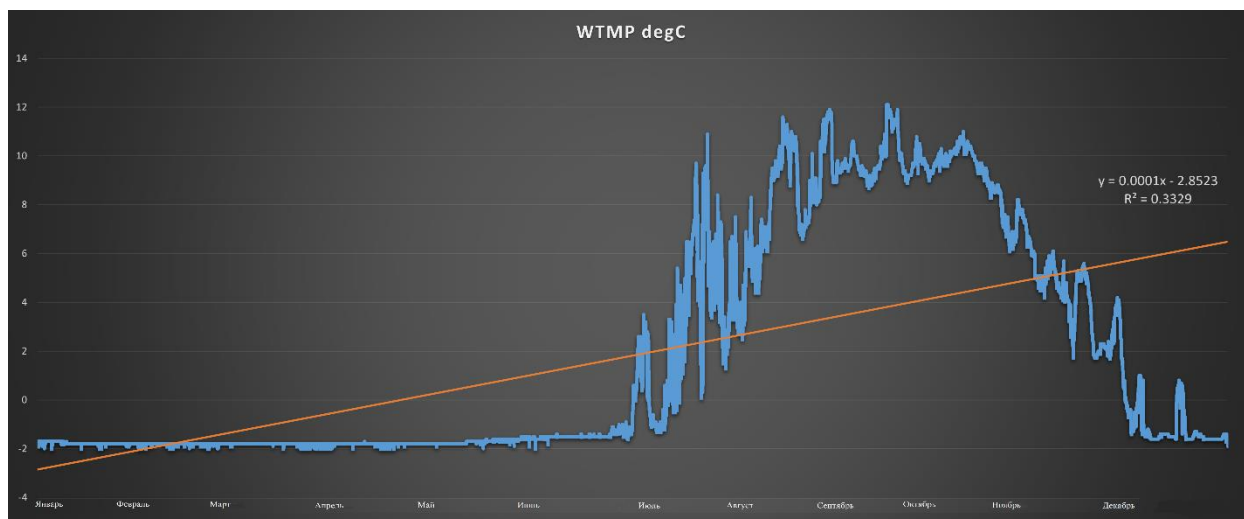


Рисунок 4.7 – График температуры воды за весь 2022 год

4.4 Скорость ветра

Зимой (рис. 4.8а) среднее значение скорости ветра 3.9 м/с. Максимальное значение было зафиксировано в конце февраля 25.4 м/с. Зимой виден тренд на повышение скорости ветра. С декабря по середину февраля виден скорость ветра стабильна, а потом происходит два скачка.

Весной (рис. 4.8б) тренд отрицательный, присутствует множество скачков скорости ветра. Максимальное значение было зафиксировано в середине апреля 19 м/с. Средняя скорость ветра равнялась 3.3 м/с.

Летом (рис. 4.8в) тренд положительный, скорость растет весь сезон. Максимально значение было зафиксировано в конце июля 16.8 м/с. В среднем скорость ветра была 3.3 м/с, что совпадает с весенним значением.

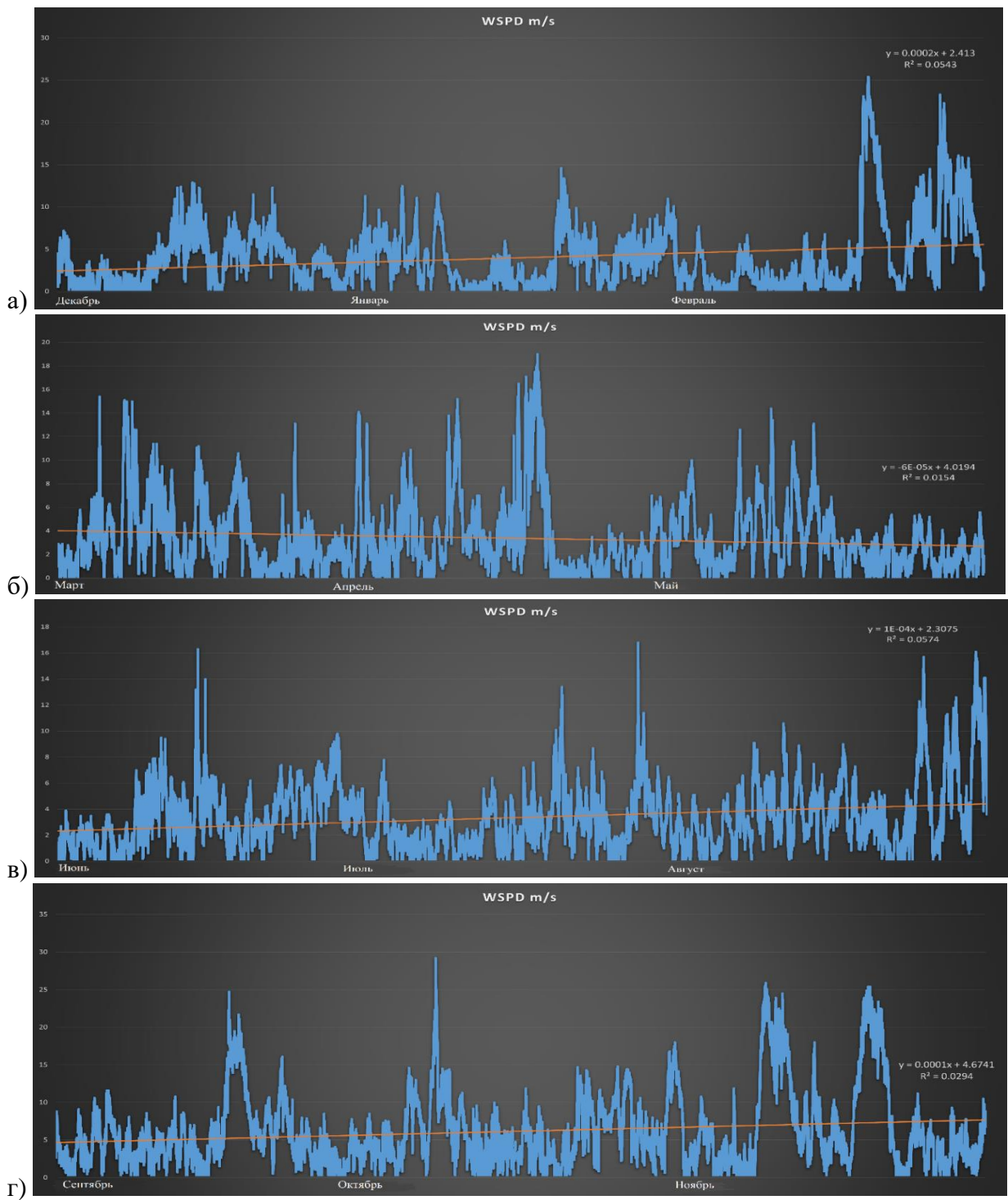


Рисунок 4.8 – График скорости ветра за осень 2022 года

а) за зиму; б) за весну; в) за лето; г) осень

Осенью (рис. 4.8г) скорость ветра стабильна, но наблюдаются четыре случая резкого повышения скорости ветра, один из которых в середине октября приобретает максимальное значение за весь сезон 29.2 м/с. В среднем скорость ветра осенью равнялась 6.1 м/с.

На годовом графике (рис. 4.9) видно, что в среднем скорость ветра за весь год была примерно 4.2 м/с. Присутствует также множество скачков на повышение скорости ветра. Максимальное значение за весь год 29.2 м/с было зафиксировано осенью. Самые ветреные сезоны это осень и зима, лето и весна в среднем имеют менее большую скорость ветра, а также меньше скачков.

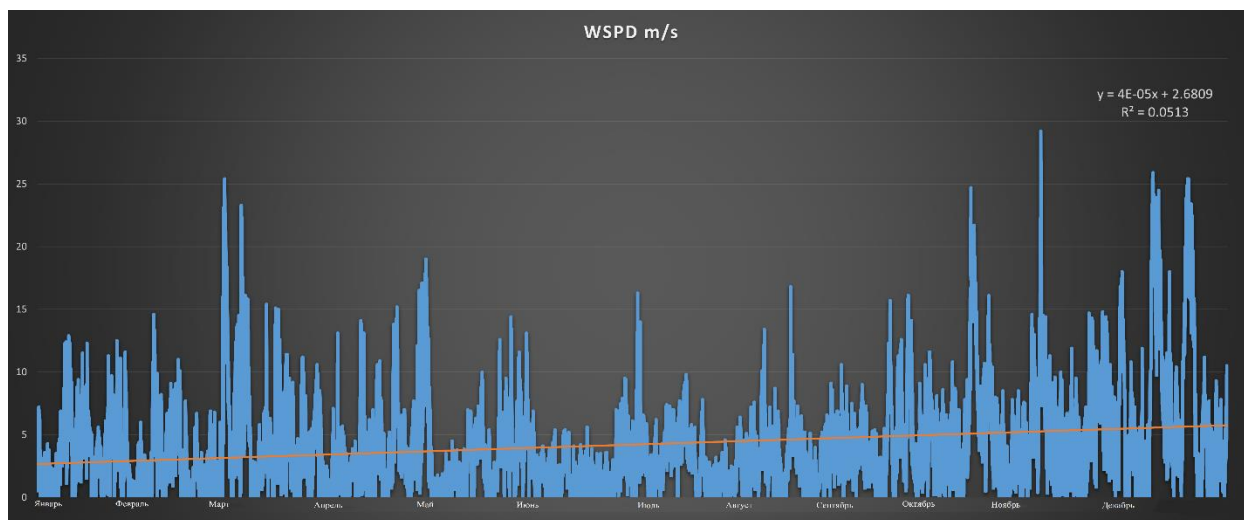
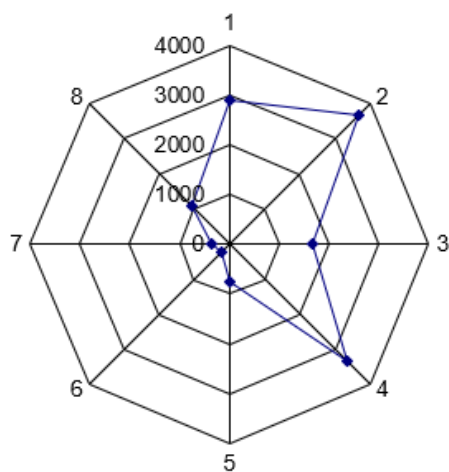


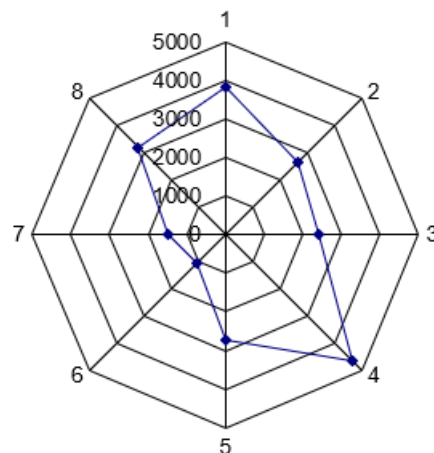
Рисунок 4.9 – График скорости ветра за весь 2022 год

4.5 Направление ветра

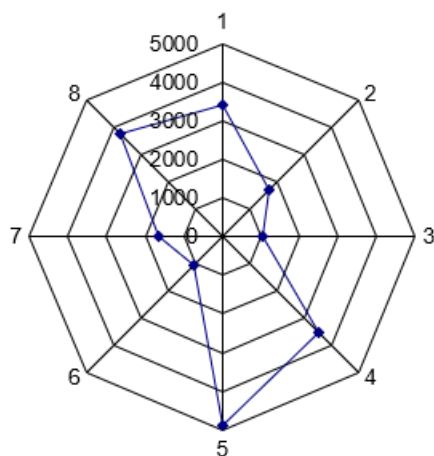
Зимой (рис. 4.10а) ветер в основном был северо-восточный, юго-восточный и северный. Также фиксировалось восточное направление, остальные были незначительными.



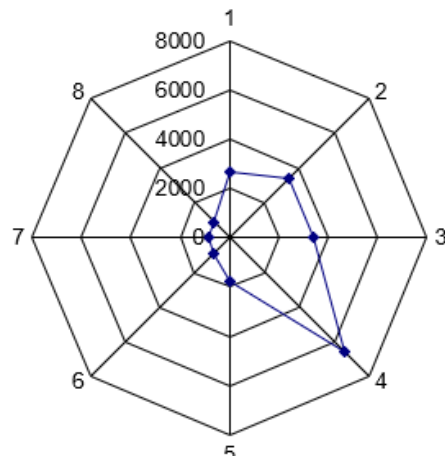
а)



б)



в)



г)

Рисунок 3.12 – Роза ветров за 4 сезона 2022 года

а) за зиму; б) за весну; в) за лето; г) осень

Весной (рис. 4.10б) ветер в основном был юго-восточным, северным, южным и северо-западным. Также фиксировались северо-восточное и восточное направления. Остальные направления незначительны.

Летом (рис. 4.10в) преимущественно ветер был южным. Также фиксировались северо-западное, северное и юго-восточное направления. Остальные направления несущественный.

Осенью (рис. 4.10г) в основном ветер был юго-восточным. Также фиксировался восточный и северо-восточный ветер. Остальные направления несущественны.

Анализируя розу (рис. 4.11) за весь год видно, что самые распространенные ветра это юго-восточный, северный и северо-восточный. Так же часто фиксировались восточный и северо-западный ветра. Остальные направления несущественный.

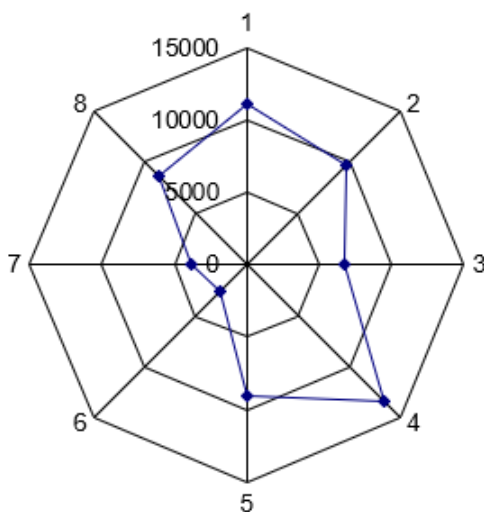


Рисунок 4.11 – Роза ветров за весь 2022 год

Рассчитанные значения средних, максимальных и минимальных значений за каждый сезон и за год приведены в таблицах (Приложение 2).

5 Сравнительный анализ метеопараметров за 2021 и 2022 года

Давление (рис. 5.1) на выбранной метеостанции достаточно стабильно, в 2022 году среднее значение составило 1011 гПа, что всего на 1 гПа больше чем в 2021 году. По графикам видно, что летом самая спокойная ситуация, практически отсутствуют резкие скачки и понижения. О стабильности также говорит максимальное значение, в 2022 году максимум составил 1047 гПа, что всего на 2 гПа больше чем в прошлом.

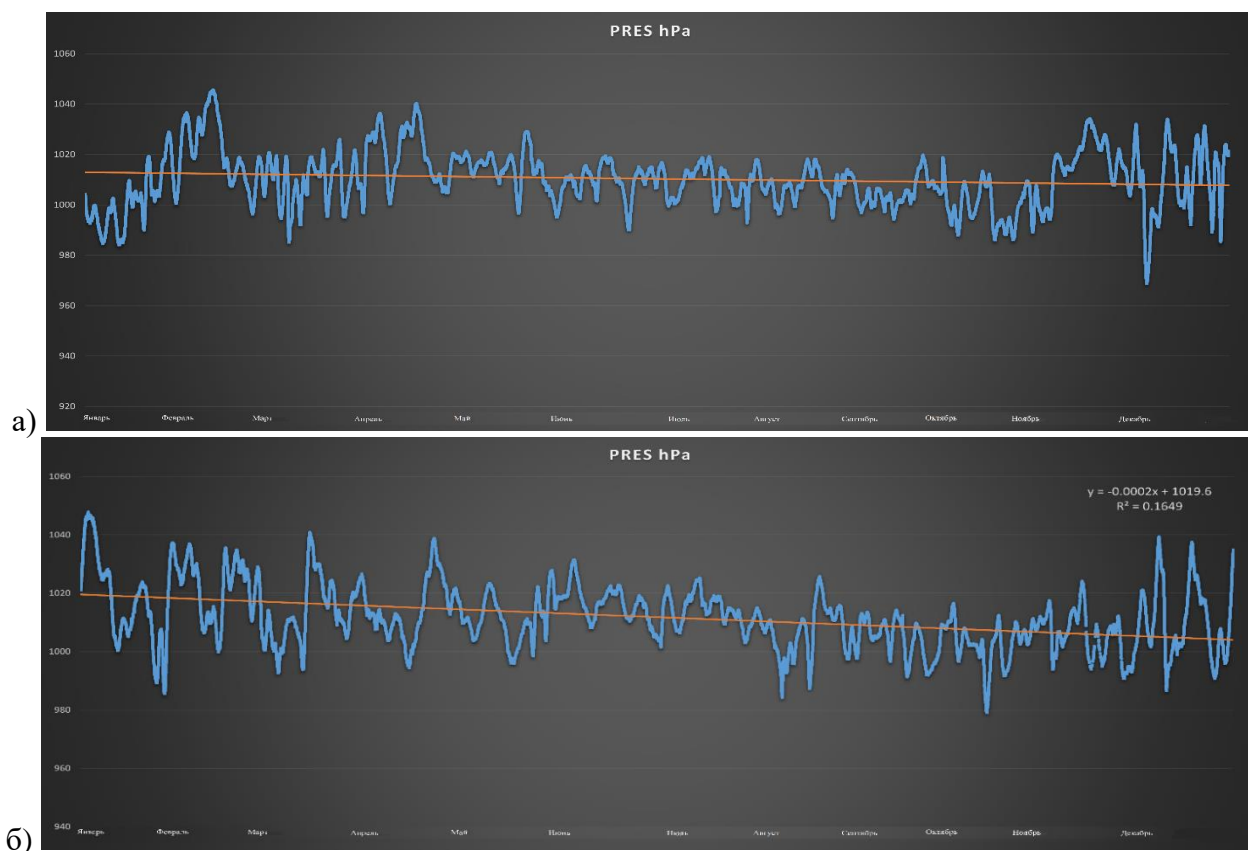


Рисунок 5.1 – Годовой график давления
а) за весь 2021 год; б) за весь 2022 год

С минимальной точкой ситуация обстоит иначе, в 2021 году минимальное давление зафиксировалось на отметке 968 гПа, что на целых 10 гПа меньше чем в 2022 году, когда минимум составил 979 гПа. Зима и весна в оба года показывают самое высокое и нестабильное давление с резкими скачками и падениями, а вот лето и осень в оба года демонстрируют относительно спокойную ситуацию, с небольшим количеством скачков и падений.

Температура атмосферы (рис. 5.2) за оба года показывает положительную тенденцию. В 2021 году она менее выражена за счет более низких температур в начале зимы. 2021 год выдался более холодным, в среднем температура была на 2 градуса ниже.

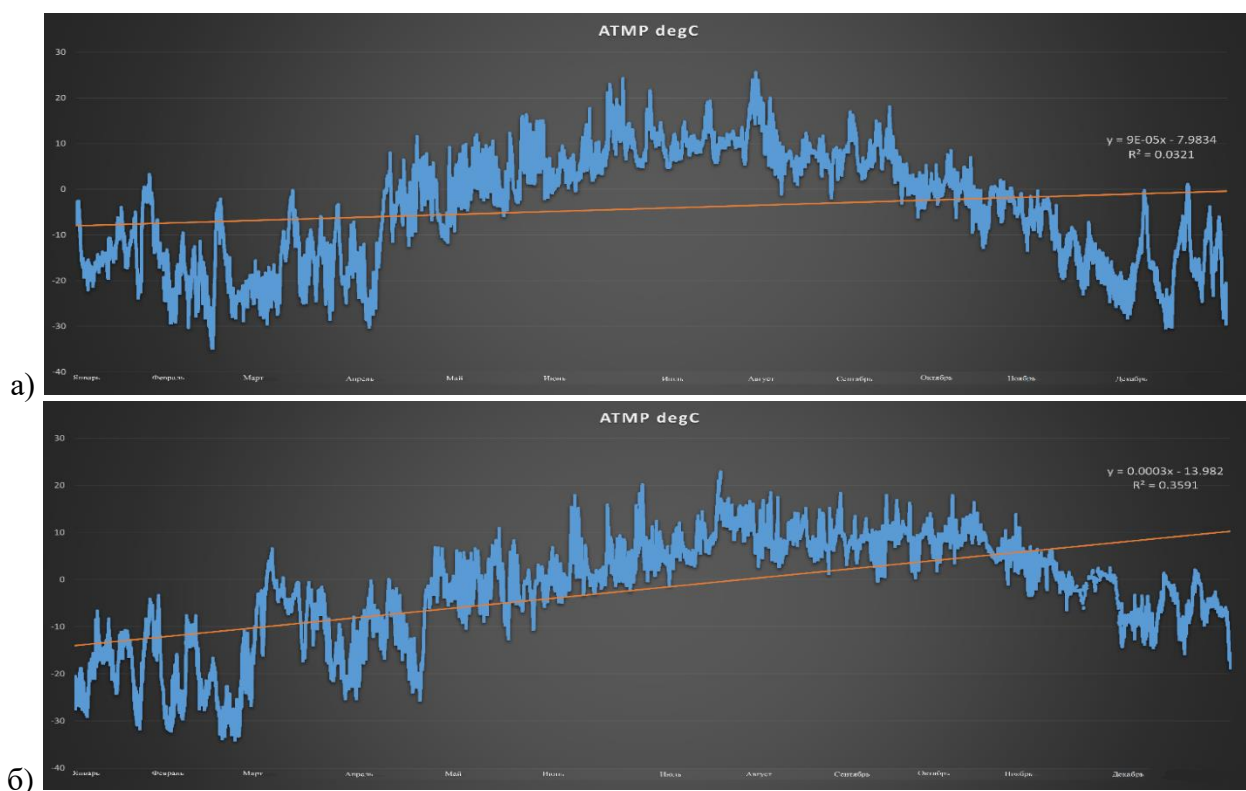


Рисунок 5.2 – Годовой график температуры воздуха
а) за весь 2021 год; б) за весь 2022 год

Минимальные значения зафиксированные за два года очень близки, в 2021 году -34.7 градуса, а в 2022 году -34 градуса. В максимальных значениях разница более существенна, на 25.6°C в 2021 году приходится 22.9°C в 2022 году. Видно, что в оба года самые теплые месяцы это летние и осенние. В свою очередь самые холодные зимние и весенние. Оба графика очень похожи и примерно повторяют форму друг друга, что говорит о стабильной температурной ситуации в исследуемой местности.

Зима и весна за оба года показывает примерно одинаковые значения, в обеих ситуациях вода находится в переохлажденном состоянии (рис. 5.3), колеблясь в диапазоне от -1.7°C до -1.8°C.

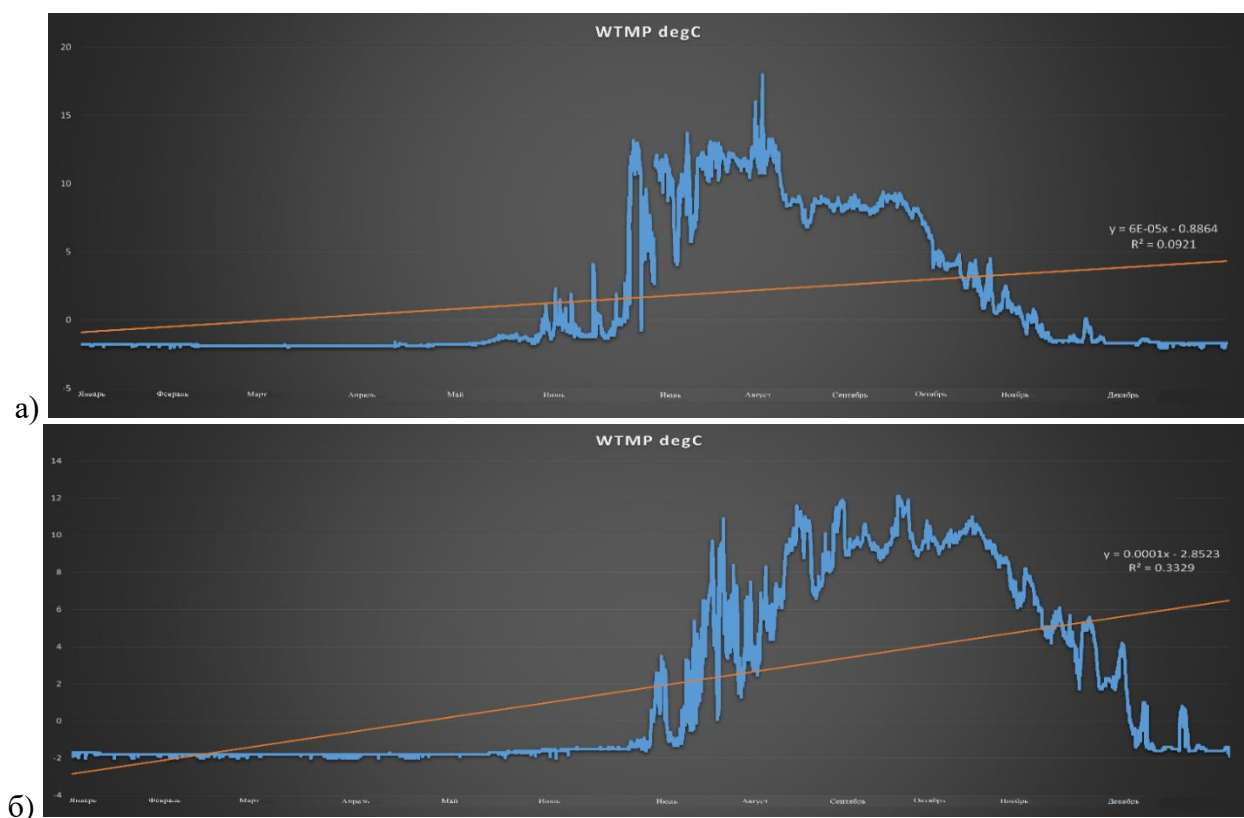


Рисунок 5.3 – Годовой график температуры воды

а) за весь 2021 год; б) за весь 2022 год

Превышать ноль градусов температура воды начинает примерно в июне, в 2021 году этот процесс начинается еще в конце июля. Максимальное значение за 2021 год 18°C , а за 2022 на 6°C меньше (12°C). Лето 2021 года выдалось немного теплее, средняя температура составляла 7.1°C , в то время как летом 2022 года 5.5°C . А вот осень наоборот, средняя температура за осенний сезон 2021 года 2.9°C , а за тот же сезон 2022 года 4.1 . В общем и целом, графики похожи друг на друга, что говорит о стабильности температуры воды на выбранном временном интервале.

Видно, что в 2022 году теплый сезон на станции наступил и закончился позднее чем в 2021 году примерно на 1.5 недели.

Скорость ветра (рис. 5.4) один из самых стабильных метеорологических показателей на выбранной местности. По большей части скачки скорости ветра в оба года происходят примерно в одно и то же время.

Максимальные и средние значения очень близки. В среднем в 2021 году ветер имел скорость 4.8 м/с, а в 2022 году 4.2 м/с. Максимальные значения имеют разница в 2 м\с, 29.2 м/с в 2022 и 31 м/с в 2021. Но обратим внимание на то, что летняя часть графика за 2021 год более плотная и имеет более высокие значения, это говорит о том, что лето 2021 года было более ветренное, чем лето 2022 года. В среднем скорость ветра в летний сезон 2021 года составляла 4.5 м/с, а в 2022 3 м/с. В общем графики очень похожи, что говорит о незначительных изменениях с течением времени данного метеорологического параметра.

Розы ветров (рис. 5.5) имеют очень похожий вид за оба года. Однако, более внимательное изучение роз показывает, что юго-восточное направление в 2022 году фиксировалось намного чаще, а северное немного меньше. В целом розы имеют практически идентичный вид, что говорит о слабой изменчивости направления ветра на данной местности, но все же некоторые различия присутствуют.

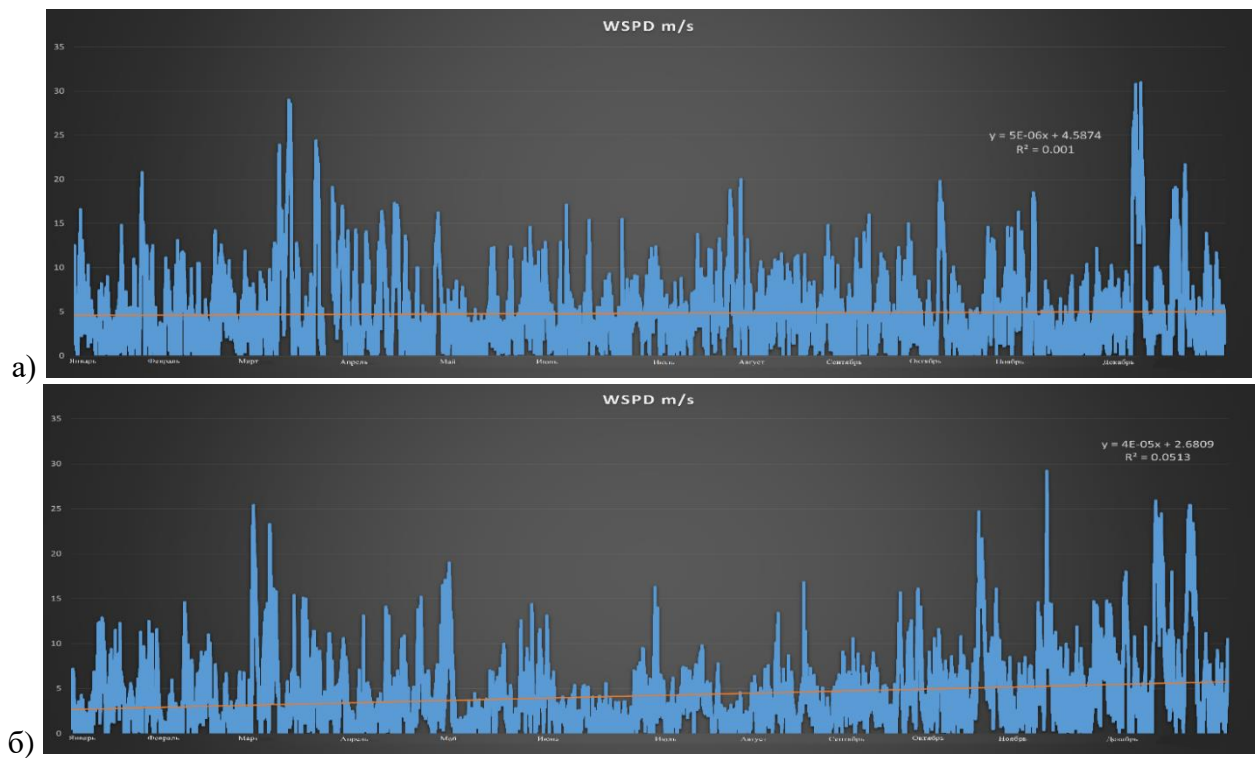


Рисунок 5.4 – Годовой график скорости ветра

а) за весь 2021 год; б) за весь 2022 год

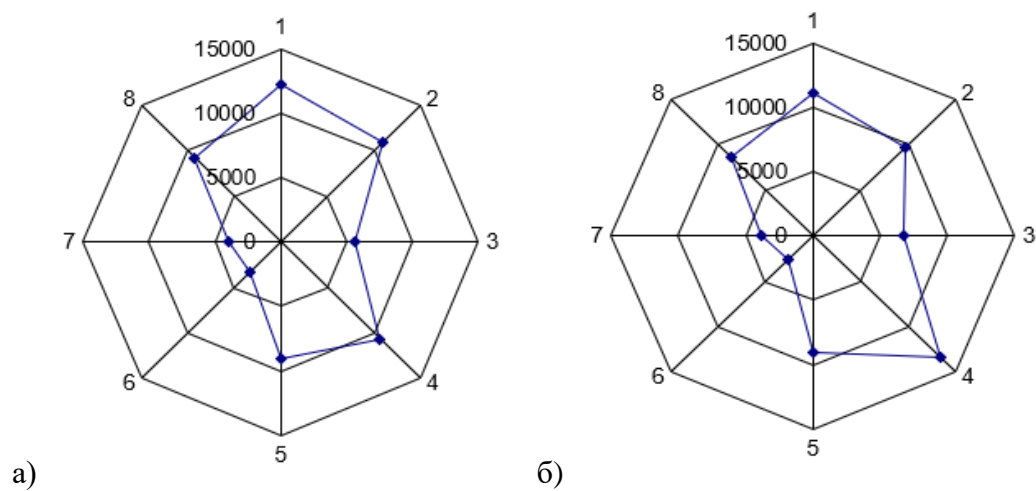


Рисунок 5.5 – Годовые розы ветров

а) за весь 2021 год; б) за весь 2022 год

Заключение

В ходе работы были выполнены все поставленные задачи :

- Изучение буйковых метеостанций
- Ознакомление с сервисами предоставляющими метеоданные с буйковых метеостанций
- Построение графиков и роз ветров по полученным данным
- Анализ построенных графиков и роз ветров посезонно
- Проведен сравнительный анализ метеопараметров за два года
- Сделаны выводы по проделанной работе и выявлены закономерности и отклонения.

Давление не показало особых изменений со временем, а немногочисленные отклонения связаны с прохождением циклонов и антициклонов.

Скорость и направление ветра тоже оказались достаточно стабильными, несмотря на некоторые различия в направлении. В 2022 юго-восточное направление фиксировалось намного чаще. Скорость ветра практически одинакова за оба года, что говорит о независимости скорости ветра от его направления на данной местности.

Температура воздуха и воды взаимосвязанные параметры, графики не имеют явных различий между собой, разве что графики температуры воды отличаются за счет резкого скачка в августе 2021 года.

Проведенный анализ не выявил явной временной изменчивости метеопараметров на данной метеостанции, это может быть связано со стабильностью атмосферной циркуляции в данном регионе, отсутствием каких-либо аномалий или с небольшим исследуемым сроком.

Но полученные результаты имеют важное значение для понимания метеорологических условий в данном регионе, они могут быть использованы в прогнозировании погоды и планировании морских передвижений.

Список использованных источников

1. Погода в мире Gismeteo (электронный ресурс). Режим доступа: <https://www.gismeteo.ru/catalog/united-states/alaska/>
2. Открытая энциклопедия «Википедия» (электронный ресурс). Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
3. Национальный буевой центр National data buoy center (электронный ресурс). Режим доступа: <https://www.ndbc.noaa.gov/>
4. Океанографические буи / Берто Г.О - Пер. с англ. - Л.: Судостроение, 1979. – 219 с. (Серия: Техника освоения океана).
5. Автоматические метеорологические станции: в 2 т. / К.Л. Восканян, А.Д. Кузнецов, О.С. Сероухова. — Ч. 1. Тактико-технические характеристики: учебное пособие. — СПб.: РГГМУ, 2016. — 170 с.
6. Всемирная метеорологическая организация (электронный ресурс). Режим доступа: <https://worldweather.wmo.int/ru/home.html>
7. Федеральное государственное унитарное предприятие опытно-конструкторское бюро океанологической техники российской академии наук (электронный ресурс). Режим доступа: <https://www.edboe.ru/products/abstation.htm>

Таблицы минимальных, максимальных и средних значений метеопараметров за
2021 год

а) за зиму 2021 года

| WDIR | | WSPD | | PRES | | ATMP | | WTMP | |
|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|--------------|----------|--------------|
| Среднее | 133.9035464 | Среднее | 5.137834192 | Среднее | 1010.948747 | Среднее | -16.40184301 | Среднее | -1.788022942 |
| Минимум | 0 | Минимум | 0 | Минимум | 969.1 | Минимум | -34.7 | Минимум | -2 |
| Максимум | 360 | Максимум | 31 | Максимум | 1045.7 | Максимум | 3.3 | Максимум | -1.4 |

б) за весну 2021 года

| WDIR | | WSPD | | PRES | | ATMP | | WTMP | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Среднее | 188.9382 | Среднее | 5.270522 | Среднее | 1015.106 | Среднее | -6.27202 | Среднее | -1.73425 |
| Минимум | 0 | Минимум | 0 | Минимум | 985.4 | Минимум | -30.1 | Минимум | -2 |
| Максимум | 360 | Максимум | 29 | Максимум | 1040.3 | Максимум | 16.4 | Максимум | 1.1 |

в) за лето 2021 года

| WDIR | | WSPD | | PRES | | ATMP | | WTMP | |
|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Среднее | 187.13 | Среднее | 4.539733 | Среднее | 1008.665 | Среднее | 8.997115 | Среднее | 7.129481 |
| Минимум | 0 | Минимум | 0 | Минимум | 990.3 | Минимум | -2 | Минимум | -1.4 |
| Максимум | 360 | Максимум | 20 | Максимум | 1019.5 | Максимум | 25.6 | Максимум | 18 |

г) за осень 2021 года

| WDIR | | WSPD | | PRES | | ATMP | | WTMP | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Среднее | 128.5393 | Среднее | 4.327993 | Среднее | 1006.817 | Среднее | -3.70309 | Среднее | 2.912355 |
| Минимум | 0 | Минимум | 0 | Минимум | 986.1 | Минимум | -26.9 | Минимум | -1.7 |
| Максимум | 360 | Максимум | 19.8 | Максимум | 1034.3 | Максимум | 18.1 | Максимум | 9.4 |

д) за весь 2021 год

| WDIR | | WSPD | | PRES | | ATMP | | WTMP | |
|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|--------------|----------|-------------|
| Среднее | 159.5844431 | Среднее | 4.811371999 | Среднее | 1010.331007 | Среднее | -4.190243096 | Среднее | 1.722382023 |
| Минимум | 0 | Минимум | 0 | Минимум | 969.1 | Минимум | -34.7 | Минимум | -2 |
| Максимум | 360 | Максимум | 31 | Максимум | 1045.7 | Максимум | 25.6 | Максимум | 18 |

Таблицы минимальных, максимальных и средних значений метеопараметров за
2022 год

а) зиму 2022 года

| WDIR | | WSPD | | PRES | | ATMP | | WTMP | |
|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Среднее | 129.4138 | Среднее | 3.994021 | Среднее | 1018.26 | Среднее | -17.9441 | Среднее | -1.79075 |
| Минимум | 0 | Минимум | 0 | Минимум | 985.7 | Минимум | -34 | Минимум | -2 |
| Максимум | 360 | Максимум | 25.4 | Максимум | 1047.9 | Максимум | 6.6 | Максимум | -1.7 |

б) весну 2022 года

| WDIR | | WSPD | | PRES | | ATMP | | WTMP | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| Среднее | 173.0092 | Среднее | 3.362157 | Среднее | 1014.972 | Среднее | -4.92368 | Среднее | -1.7269 |
| Минимум | 0 | Минимум | 0 | Минимум | 993.8 | Минимум | -25.6 | Минимум | -2 |
| Максимум | 360 | Максимум | 19 | Максимум | 1040.9 | Максимум | 17.9 | Максимум | -1.4 |

в) за лето 2022 года

| WDIR | | WSPD | | PRES | | ATMP | | WTMP | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Среднее | 186.0413 | Среднее | 3.354854 | Среднее | 1009.827 | Среднее | 8.357917 | Среднее | 5.558713 |
| Минимум | 0 | Минимум | 0 | Минимум | 984.2 | Минимум | -2.2 | Минимум | -1.6 |
| Максимум | 360 | Максимум | 16.8 | Максимум | 1025.8 | Максимум | 22.9 | Максимум | 12.1 |

г) за осень 2022 года

| WDIR | | WSPD | | PRES | | ATMP | | WTMP | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Среднее | 134.0062 | Среднее | 6.179214 | Среднее | 1006.209 | Среднее | 0.834634 | Среднее | 4.197024 |
| Минимум | 0 | Минимум | 0 | Минимум | 979.3 | Минимум | -18.7 | Минимум | -1.9 |
| Максимум | 360 | Максимум | 29.2 | Максимум | 1039.4 | Максимум | 17.9 | Максимум | 11 |

д) за весь 2022 год

| WDIR | | WSPD | | PRES | | ATMP | | WTMP | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|
| Среднее | 158.3731 | Среднее | 4.215844 | Среднее | 1011.974 | Среднее | -2.2562 | Среднее | 1.82262 |
| Минимум | 0 | Минимум | 0 | Минимум | 979.3 | Минимум | -34 | Минимум | -2 |
| Максимум | 360 | Максимум | 29.2 | Максимум | 1047.9 | Максимум | 22.9 | Максимум | 12.1 |