



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

Кафедра метеорологических прогнозов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему: «Анализ ветрового режима бухты Бечевичинская (Камчатская область)»

Исполнитель Ситникова Людмила Витальевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Лебедев Андрей Борисович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
И.о. заведующий кафедрой

Дробжева
(подпись)

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

Дробжева Яна Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

« 23 » июня 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

Оглавление

Введение	3
1 Анализ физико-географических особенностей бухты Бечевинская.....	5
1.1 Особенности географического положения бухты Бечевинская	5
1.2 Рельеф и растительный покров в районе бухты Бечевинская	6
1.3 Гидрологические особенности бухты Бечевинская	10
1.4 Синоптические особенности района бухты Бечевинская	11
1.5 Выводы по главе 1	18
2 Формирование базы данных и обработка данных о ветровом режиме в бухте Бечевинская	19
2.1 Формирование базы данных ветрового режима в бухте Бечевинская	19
2.2 Характеристика данных и методика обработки данных о ветровом режиме	21
2.3 Анализ ветрового режима в бухте Бечевинская	22
2.4 Сравнение ветрового режима в бухте Бечевинская с г. Петропавловск-Камчатский	48
3 Атмосферная циркуляция, обуславливающая усиление ветра в бухте Бечевинская	51
3.1 Атмосферная циркуляция, обуславливающая усиление ветра в бухте Бечевинская в холодный период года	51
3.2 Атмосферная циркуляция, обуславливающая усиление ветра в бухте Бечевинская в теплый период года	52
3.3 Зависимость скорости ветра от барического градиента.....	54
Заключение	56
Список используемой литературы:	58

Введение

К нам в отдел оперативных метеорологических прогнозов (ОМП) Камчатского УГМС обратились работники компании «ООО «Арктическая перевалка» г. Петропавловска-Камчатского, занимающейся добычей и переработкой сжиженного газа, для получения морских прогнозов. В морской прогноз входят следующие гидрометеорологические величины: характеристики ветра (направление, средняя скорость, включая порывы), видимость в сторону моря, явления погоды, высота волн, температура воздуха, атмосферное давление. Наибольшее влияние на морскую деятельность оказывает ветер [1]. Во время штормов прекращаются работы по погрузке и выгрузке морских судов, часты случаи выбрасывания судов на берег и даже их гибели. В целом ветровой режим оказывает значительное влияние на различные отрасли народного хозяйства, такие как судоходство, рыболовство, экология и туризм. Систематическое волнение моря способствует размывания берегов. Особенно существенны бывают бедствия, когда сильный шторм совпадает по времени с сизигийными приливами (при совместном действии приливообразующих сил Луны и Солнца вдоль одного направления). Данное явление ежегодно наблюдается на юго-западном побережье Камчатки, реже – на юго-восточном.

Проблема заключается в том, что район, где расположена бухта Бечевинская, не имеет данных метеорологических наблюдений. В советское время там была расположена база подводных лодок [2]. Если гидрометеорологическая информация по данному району где-то и существует, то она и по настоящее время является закрытой или утерянной.

Для получения гидрометеорологической информации на плавучем терминале «ООО «Арктическая перевалка» была установлена автоматическая метеорологическая станция «Вайсала». Была организована командировка работников нашего управления, чтобы они дали рекомендации по установке станции. Данные со станции поступают по электронной почте.

Целью данной работы является анализ влияния местных физико-географические особенностей расположения бухты Бечевинская (ее рельефа, гидрологических условий, растительности, атмосферной циркуляции) на ветровой режим для его прогнозирования.

Для достижения поставленной цели предполагается решить следующие задачи:

1. выполнить анализ физико-географических особенностей бухты Бечевинская;
2. сформировать базу данных с метеостанции, расположенной на плавучем терминале, а также синоптического материала за период производства наблюдений (с ноября 2023 г по настоящее время);
3. выполнить анализ и систематизацию имеющихся в наличии данных наблюдений о ветровом режиме.

1 Анализ физико-географических особенностей бухты Бечевинская

В данной главе будет рассмотрено влияние физико-географических особенностей местности на формирование ветрового режима в бухте Бечевинская.

1.1 Особенности географического положения бухты Бечевинская

Бухта Бечевинская расположена на восточном побережье полуострова Камчатка (рисунок 1) на севере Авачинского залива. Административно относится к Елизовскому району Камчатского края.

Первоначально в 1765 г бухта была нанесена на карту Т.И. Шмалевым как гавань Святого архистратига Гавриила (по названию корабля, вынужденно оставшегося здесь на зимовку). Однако гидроним не прижился, и вскоре залив стали именовать по фамилии владельца судна – купца И. Бечевина, организатора второй русской экспедиции на Аляску [3].

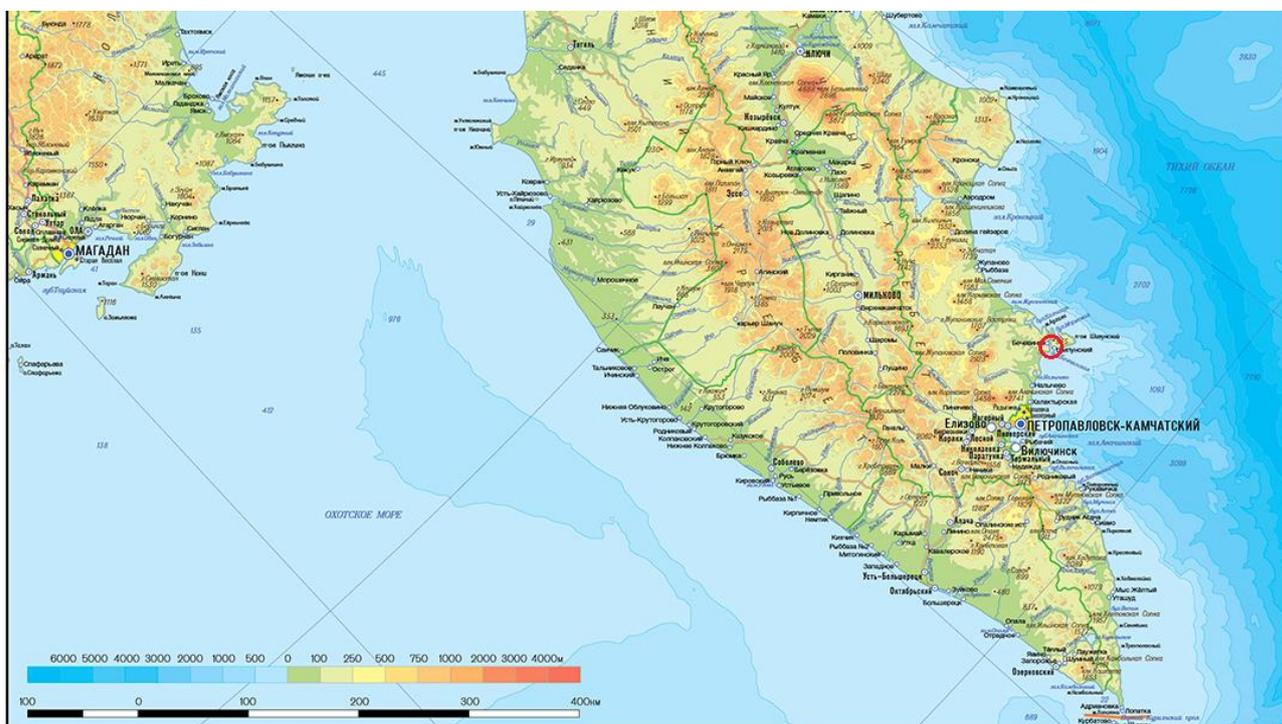


Рисунок 1 – Географическое положение бухты Бечевинская на полуострове Камчатка

В 1960-х гг. в бухте Бечевинская образована маневренная база советских подводных лодок Финвал, которая была ликвидирована в 1996 году [2].



Рисунок 2 – Географическое положение бухты Бечевинская на Шипунском полуострове

Бухта врзается в Шипунский полуостров в северо-восточном направлении. На западе бухта ограничена мысом Ловушек, на востоке – мысом Входной. Координаты расположения плавучего терминала составляют $53,2395^{\circ}$ с.ш., $159,8105^{\circ}$ в.д. (см. рисунок 3).

1.2 Рельеф и растительный покров в районе бухты Бечевинская

Камчатка, на которой расположена бухта Бечевинская, представляет собой горный вулканический полуостров. Вдоль полуострова тянутся два параллельно расположенных вулканических хребта – Срединный и Восточный, разделенные Центрально-Камчатской равниной [4].

Срединный хребет вытянулся вдоль всей Камчатки с юга от реки Плотниковой на северо-восток. Хребет является очень разнообразным по высоте. Средние высоты составляют 1500-2000 м. Наивысшая точка – вулкан Ичинский (3621 м) расположена вблизи 56° с.ш. в наиболее широкой части полуострова.

Восточный хребет протянут вдоль восточного побережья полуострова. Около 56° с.ш. хребет разрывается долиной р. Камчатки и меняет направление на северо-западное. Севернее Восточный хребет соединяется со Срединным хребтом, сливаясь с ним в одну цепь. Высота Восточного хребта различна: от 700 до 1400 м. Наивысшая точка – Ключевская сопка – 4750 м. Особенностью Восточного хребта является расположение гор отдельными группами (отрогами), оси которых часто ориентированы нормально к береговой линии.

Берега восточного побережья Камчатки в большинстве случаев скалисты и обрывисты, имеют много мысов и полуостровов, образующие обширные заливы. До мыса Африки (56° 10' с.ш.) восточное побережье Камчатки омывается водами Тихого океана, севернее – водами Берингова моря.

Камчатский полуостров, простирается в меридиональном направлении почти на 1200 км. Горные хребты, проходящие вдоль полуострова, имеют высоту около 2 км, а в отдельных местах – до 4 км, и являются своеобразным барьером для свободного обмена воздушных масс между Охотским и Беринговым морями. Восточное побережье Камчатки открыто в сторону океана и поэтому на побережье нередки ветры ураганной силы. В данной части Тихого океана часты штормы, связанные с прохождением циклонов и тайфунов.

Бухта Бечевинская врезается в Шипунский полуостров в северо-восточном направлении (рисунок 3). Она ограничена на западе мысом Ловушек, на востоке – мысом Входной.

Низкой косой, выступающей от западного берега, и косой Дымка, отходящей от восточного берега, а также обширной отмелью, простирающейся между косами, бухта Бечевинская делится на две части: меньшую – юго-

западную и большую – северо-восточную. Ширина бухты здесь составляет порядка 750 м [6].

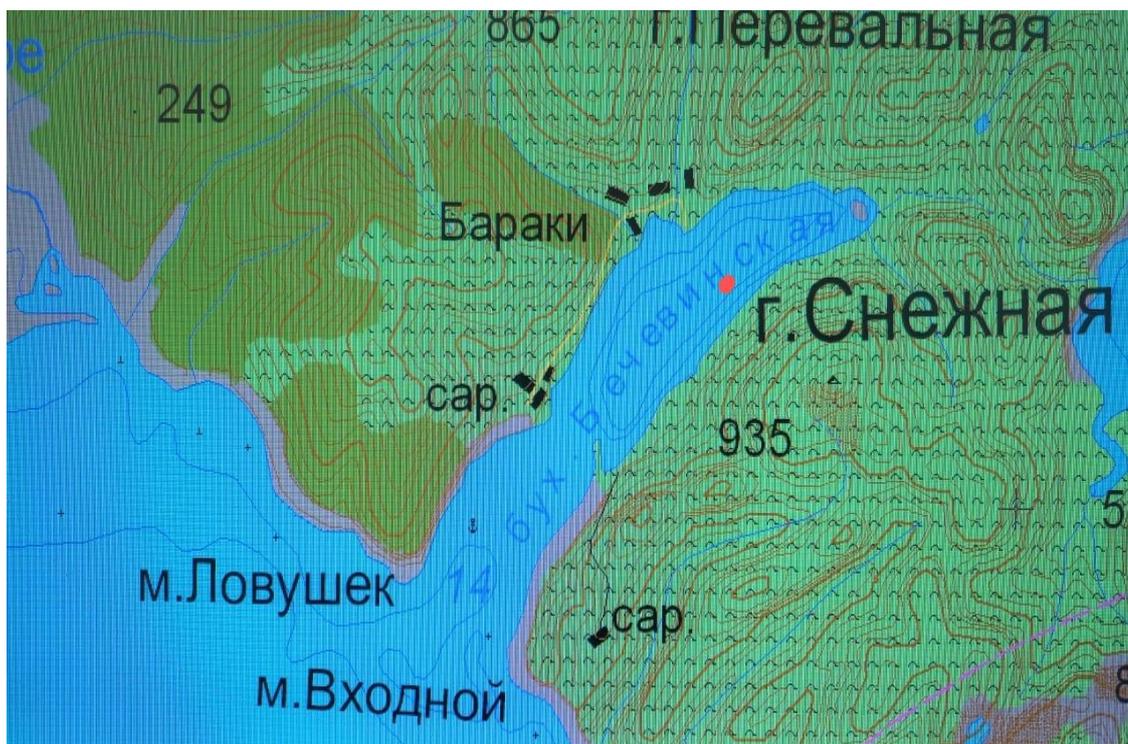


Рисунок 3 – План бухты Бечевинская (красной точкой обозначено положение плавучего терминала)

Западный берег бухты Бечевинская – высокий и скалистый. В 3 км к северо-востоку от мыса Ловушек скалистый обрыв прерывается узкой долиной, по которой протекает ручей. Посередине западного берега северо-восточной части бухты к берегу выходят две долины, по которым протекают речки. На остальном участке западного берега до берега вершины бухты склоны гор опускаются полого, образуя неширокую низкую полосу, окаймленную песчано-галечным пляжем. Местами низкий берег чередуется с невысокими обрывами.

Берег вершины бухты низкий, порос кустарником и травой, его прорезают ручьи, стекающие в вершину бухты.

Восточный берег юго-западной части бухты Бечевинская высокий и обрывистый. Между косой Дымка и берегом вершины бухты склоны гор образуют низкий берег, окаймленный песчаным, а в некоторых местах песчано-

галечным пляжем. Кое-где низкий берег прерывается невысокими обрывами. Берег порос кустарником, а местами травой.

Склоны гор, подходящие к бухте, поросли кустарником и преимущественно лиственным лесом (рисунок 4). Вершины гор лишены лесного покрова. Восточный и западный берега в северо-восточной части бухты на большом протяжении окаймлены осушкой шириной 10-15 м.

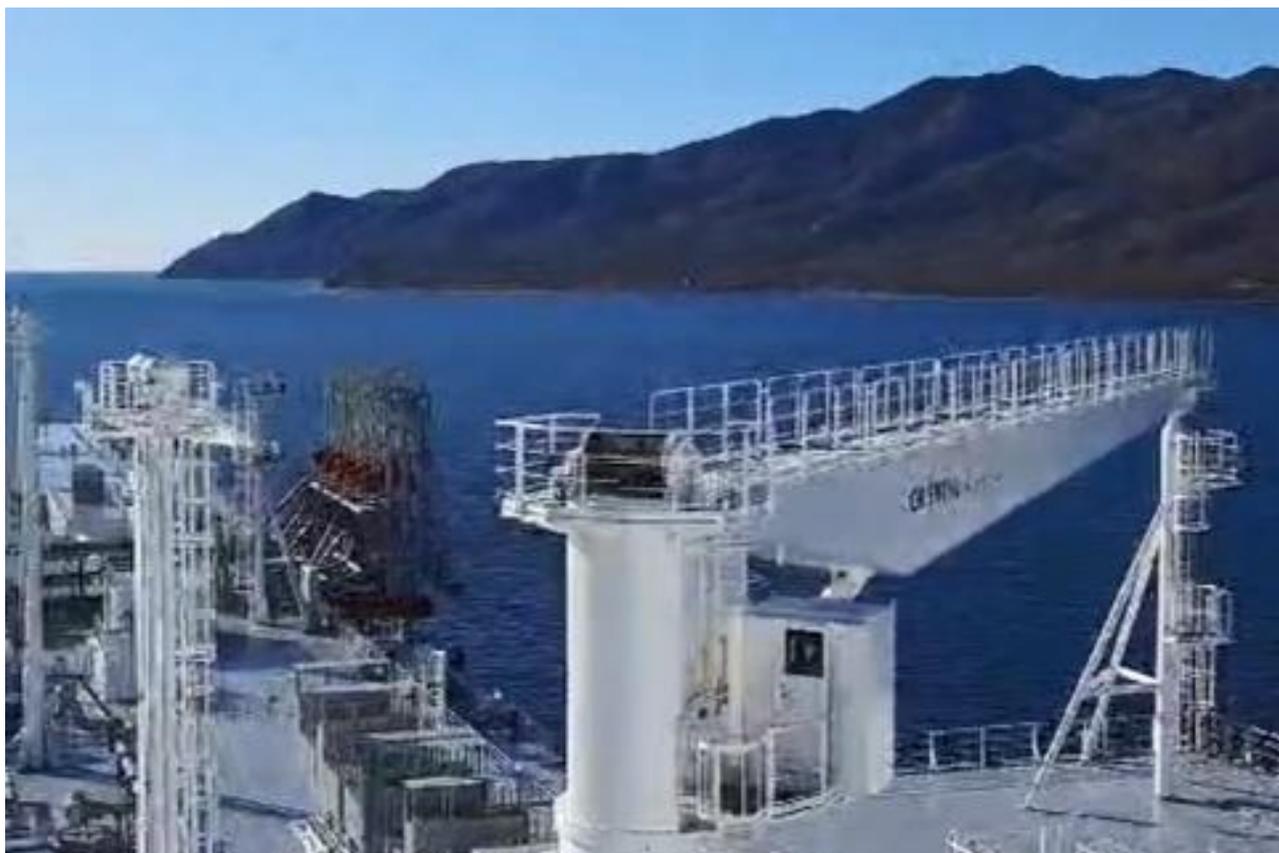


Рисунок 4 – Вид с платформы на западный берег бухты Бечевинская

На основе анализа влияния рельефа на ветровой режим, следует предположить, что преобладающее направление ветра в бухте Бечевинская в значительной степени определяется ориентацией бухты относительно вокруг расположенного рельефа. Кроме того, так как бухта находится в прибрежной горной местности, то возможно возникновения местных ветров, таких как бриз, горно-долинная циркуляция, эффект усиления ветра в сужениях рельефа, боры, фёна.

1.3 Гидрологические особенности бухты Бечевинская

Юго-восточная часть Камчатки омывается водами Тихого океана, непосредственно, водами Авачинского залива. Вдоль юго-восточного побережья Камчатки и Курильской гряды проходит Курило-Камчатский желоб с максимальной глубиной 9717 м.

Над желобом с севера на юг проходит холодное Курильское течение (или Оясио, рисунок 4). Течение берёт свое начало в водах Северного Ледовитого океана. На юге у восточного побережья Японии сталкивается с тёплым течением Куро-Сио, в результате чего образуется мощное Северное Тихоокеанское течение. Средняя температура воды в феврале 0° , $+2^{\circ}$, в августе $+8^{\circ}$, $+13^{\circ}$.

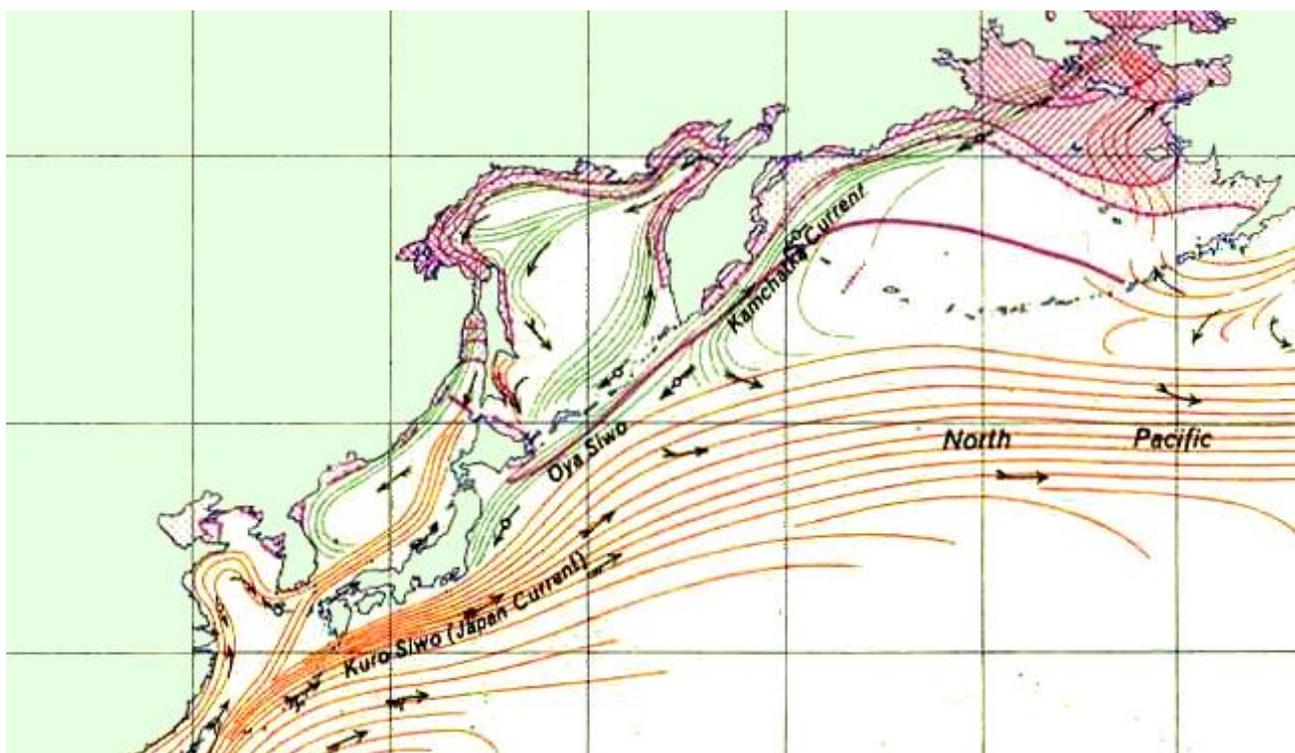


Рисунок 5 – Схема расположения Курильского течения

При входе в бухту Бечевинская глубины составляют 10-16 м. Далее к северо-востоку юго-западная часть бухты занята отмелью с глубинами менее 10 м. На отмели по мере продвижения вглубь бухты глубины постепенно

уменьшаются, а в районе косы Дымка составляют 0,4-0,8 м; местами на отмели имеются осушки. В северо-восточной части бухты за отмелью глубины резко увеличиваются, достигая 53 м. По направлению к берегам бухты глубины резко уменьшаются.

По многолетним данным, лед в бухте плавает с ноября-декабря по май. Иногда вход в бухту забивается тяжелыми дрейфующими льдами.

Различный температурный режим окружающих морей и наличие теплых и холодных течений также определенным образом влияет на циркуляционные процессы.

1.4 Синоптические особенности района бухты Бечевинская

Положение Камчатки на восточной окраине Евразии, для которой характерны значительные термобарические контрасты, активная циклоническая деятельность, перестройка и смена генерального направления меридиональных составляющих атмосферной циркуляции, обуславливает здесь сложную и изменчивую погоду. По классификации Б.П. Алисова [7], климат Камчатка выделяется в уникальную тихоокеанскую лесную климатическую область, что обусловлено спецификой ее географического положения.

Одной из особенностей циркуляции атмосферы над рассматриваемой территорией является активная циклоническая деятельность [6, 8]. Основными климатологическими центрами действия атмосферы, оказывающими влияние на Камчатку, являются алеутская депрессия и сибирский максимум зимой, северотихоокеанский максимум и азиатская депрессия летом. Влияние циклонов летом на Камчатку ослабевает, однако ослабление проявляется не в уменьшении числа циклонов, а в ослаблении их интенсивности.

Зимние циркуляционные процессы преобладают с ноября по март [9]. Зимой над Азиатским материком доминируют мощный Сибирский максимум (рисунок 5, а), отрог от которого часто распространяется и на Камчатку. Над северо-западной частью Тихого океана и дальневосточными морями, напротив развивается интенсивная циклоническая деятельность, связанная с арктическим и полярным фронтами. Возникающие вблизи восточного побережья Азии циклоны перемещаются далее на северо-восток. В районе Алеутских островов они достигают максимального развития и стационарируют, в результате чего формируется западный центр широтной вытянутой двух центровой алеутской депрессии (рисунок 5, а).

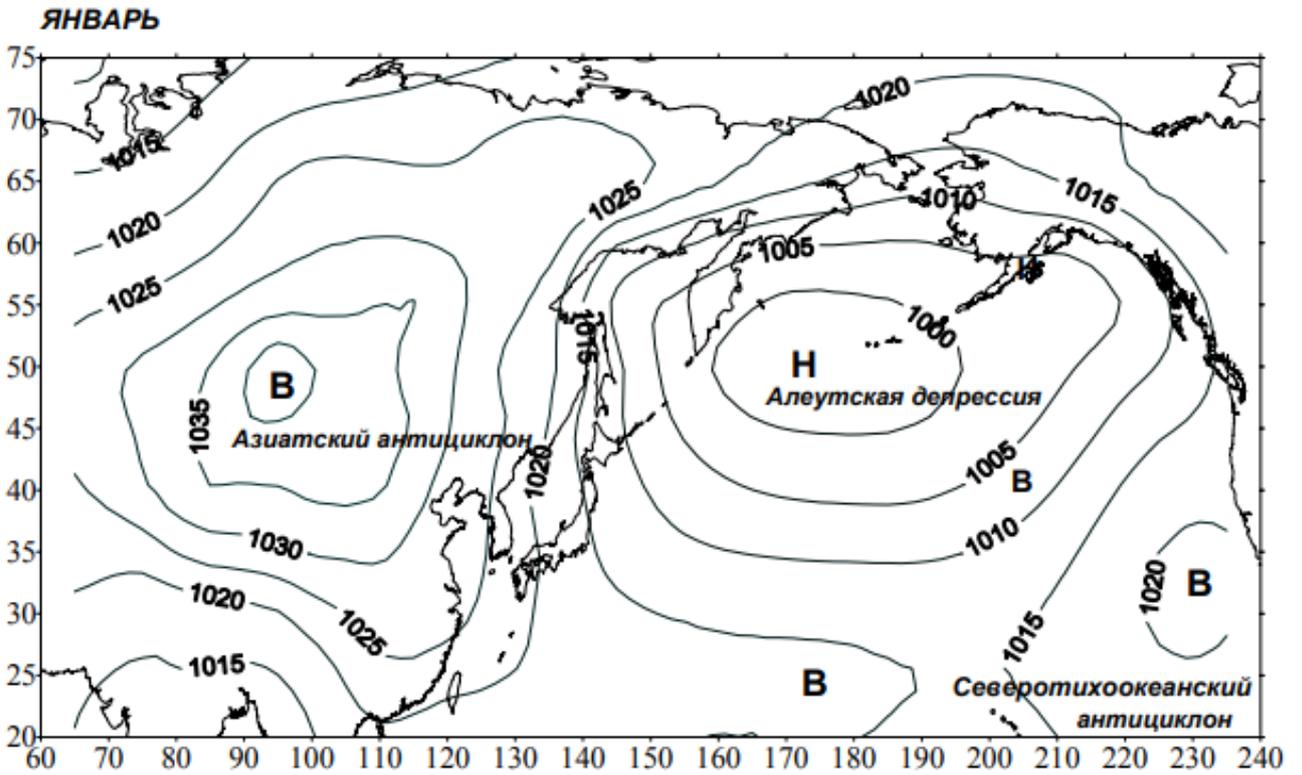
В зависимости от расположения Тихоокеанского высотного гребня, циклоны смещающиеся с запада Японского моря или в район Алеутских островов, или в Охотское море, или на Камчатку (рисунок 6, а).

Повторяемость южных циклонов, смещающихся в район полуострова по юго-западной и южной траекториям, составляет 75 процентов [6]. Скорость перемещения в среднем составляет 50-60 км/ч, но может достигать и 80-100 км/ч. Выход циклонов с запада на юг полуострова – явление довольно редкое, хотя в отдельные годы их повторяемость увеличена. При арктических вторжениях в Берингово море над всем полуостровом устанавливается ясная морозная погода со слабыми ветрами. Повторяемость этого типа погоды зимой по данным [6] составляет 15 процентов.

Таким образом, зимой над югом полуострова Камчатка преобладает циклоническая деятельность, представляющая собой преимущественный выход циклонов с юга, их углубление и последующее заполнение.

При переходе к весне происходит полная перестройка термобарического поля (рисунок 5, б): Сибирский антициклон интенсивно разрушается, на его месте формируется Азиатская депрессия, начинается заполнение Алеутской депрессии, распространяется на запад гребень Северотихоокеанского антициклона.

а)



б)

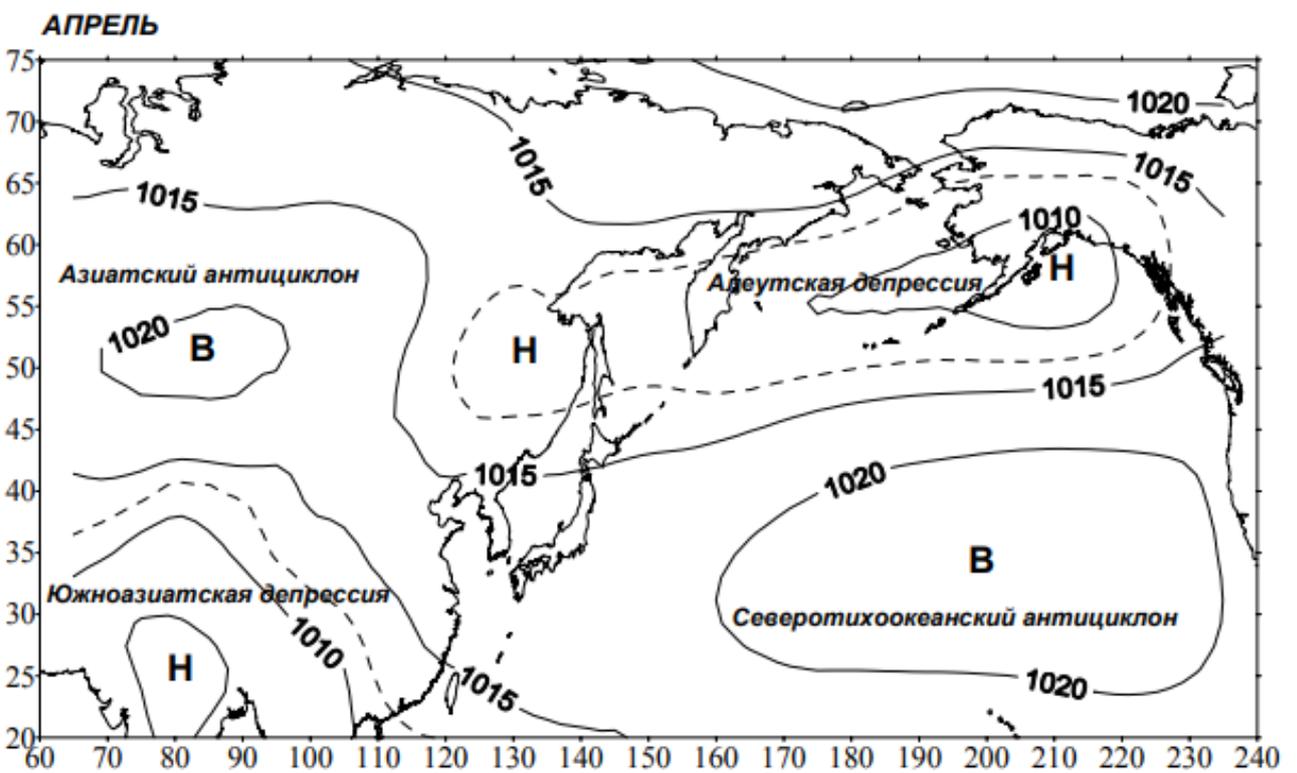
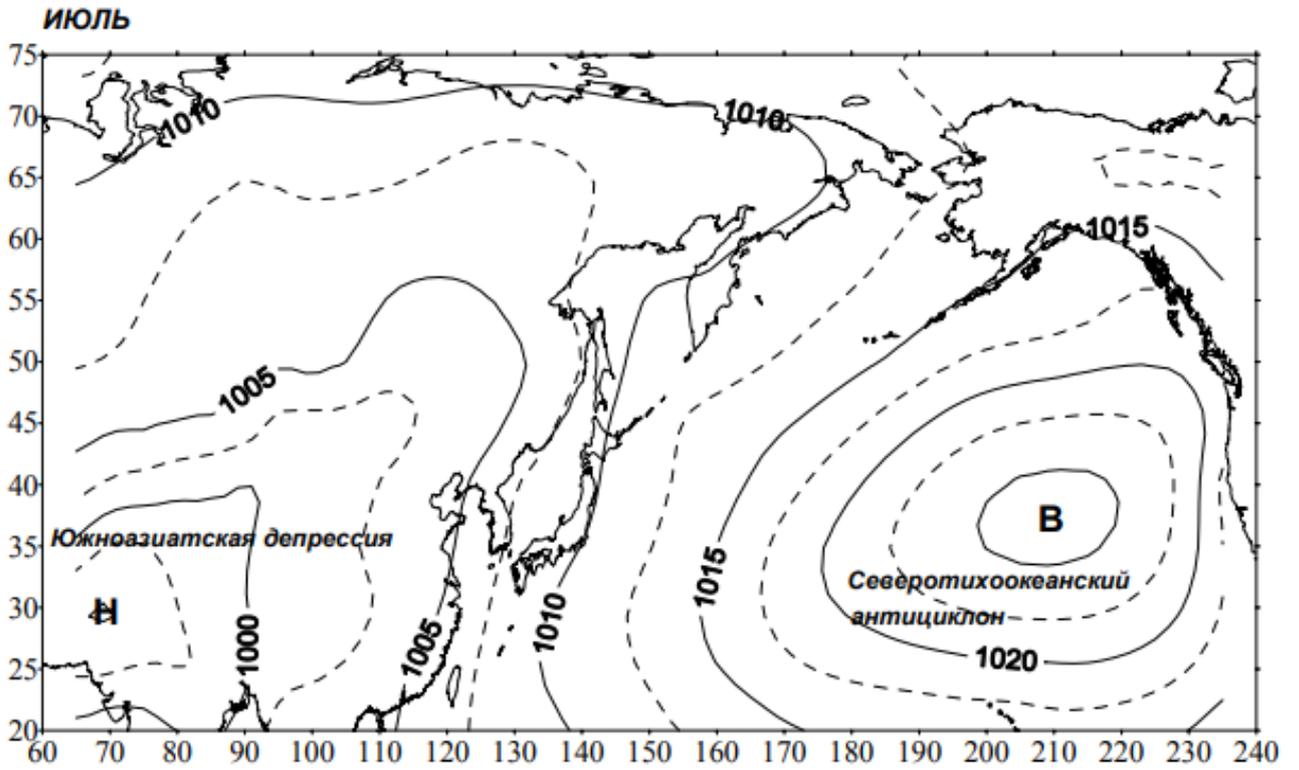


Рисунок 6 – Центра действия атмосферы для Азиатско-Тихоокеанского региона по временам года [8]: а) зима; б) весна;

в)



г)

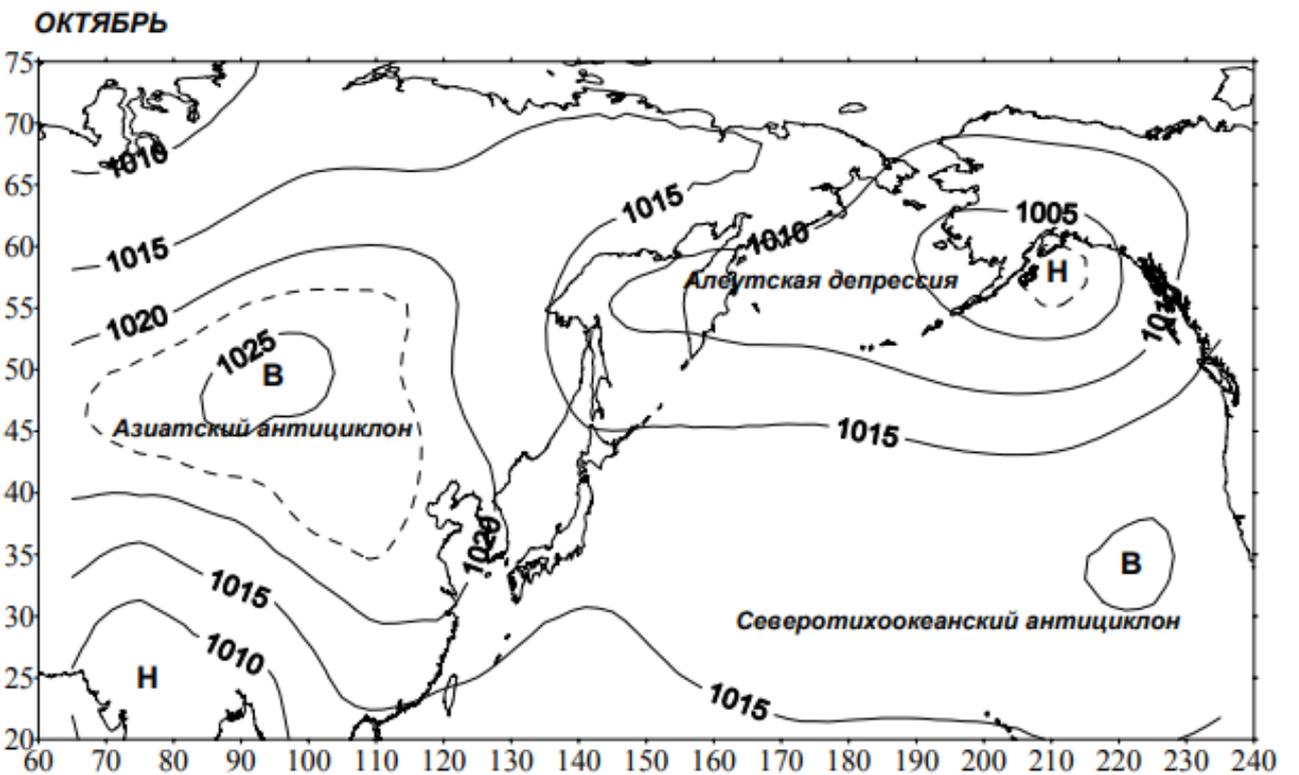
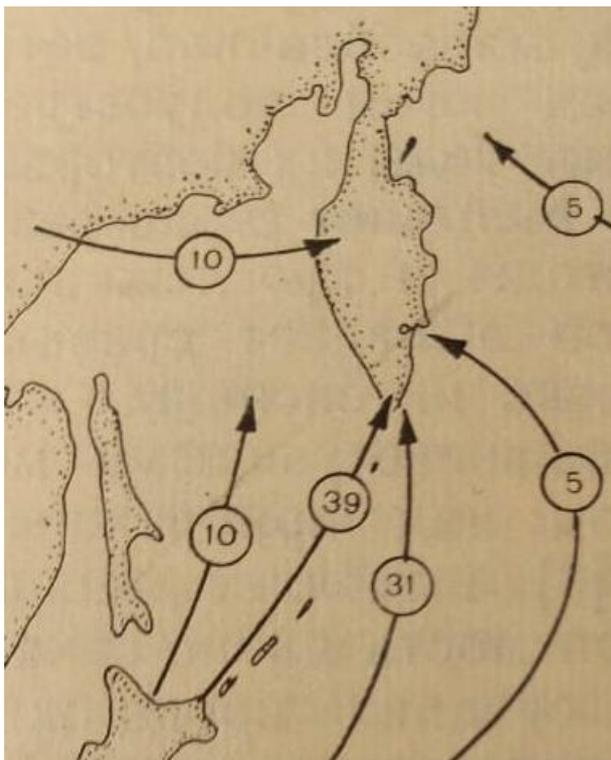
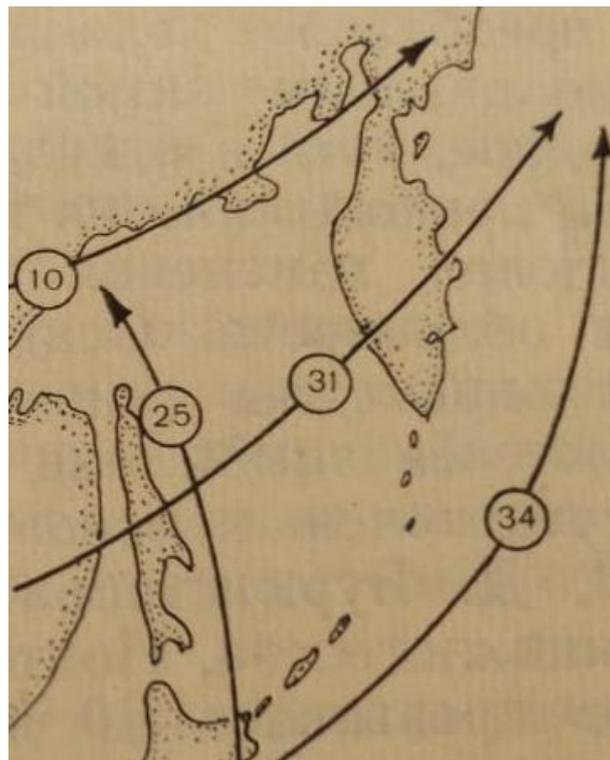


Рисунок 7 – Климатические карты центров действия атмосферы для Азиатско-Тихоокеанского региона по временам года [8]: в) лето; г) осень

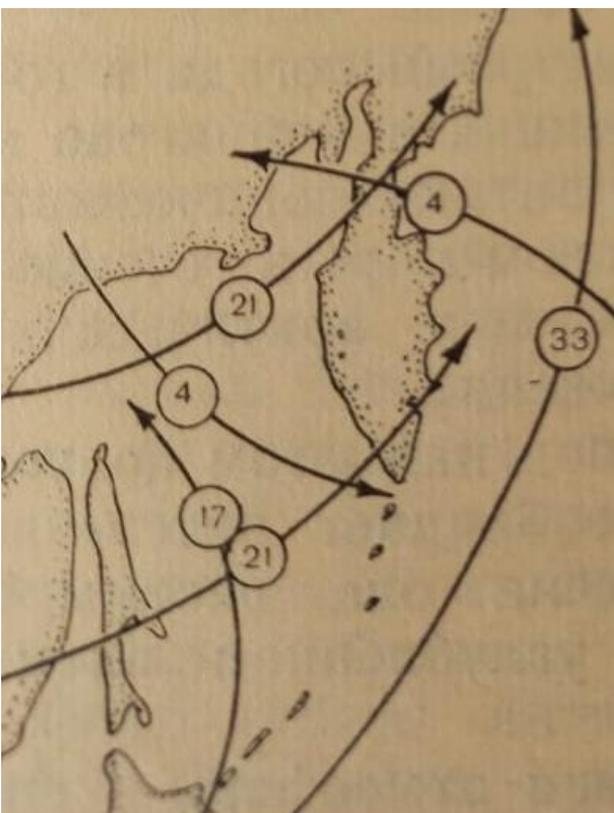
а)



б)



в)



г)

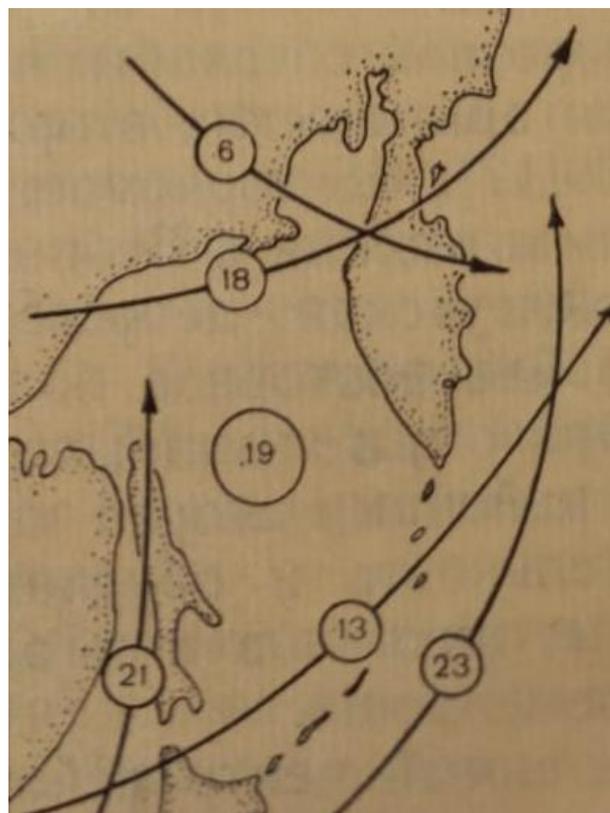


Рисунок 8 – Типовые траектории перемещения циклонов [6]: а) январь, б) апрель, в) июль; г) октябрь. В кружках указана повторяемость циклонов (%)

Преобладающие траектории перемещения циклонов: с восточной акватории Охотского моря в его западную акваторию (рисунок 8, б). В алеутском районе число циклонов несколько уменьшается. Преобладающим направлением перемещения циклонов остаётся юго-западное, однако происходит заметное возрастание повторяемости западных циклонов. Наличие барического гребня над полуостровом и уменьшение глубины циклонов приводит к ослаблению интенсивности атмосферной циркуляции. Скорость перемещения юго-западных и западных циклонов уменьшается и составляет 40-45 км/ч. При этом периоды циклонической деятельности сменяются непродолжительными (до 3-4 суток) периодами антициклонической погоды. Этому способствует формирование двух областей антициклогенеза над Охотским и Беринговым морями. Повторяемость антициклонического типа погоды весной над югом Камчатки составляет 15 процентов.

Таким образом, синоптические процессы весной над югом Камчатки характеризуются ослаблением интенсивности циклонической деятельности по отношению к зимнему периоду и существенно большим их разнообразием, сочетающим в себе черты как зимнего, так и летнего типов погоды.

Летом над Азиатским континентом господствует Азиатская депрессия, тихоокеанская акватория находится под воздействием постоянного центра действия атмосферы – Северотихоокеанского антициклона (рисунок 5, в). Контрасты в полях температуры и давления в данном районе минимальны. На юг полуострова выходят циклоны из бассейна р. Амур и с севера Японских островов (рисунок 6, в). Число циклонов относительно зимнего периода уменьшается незначительно, однако существенно уменьшается глубина циклонов. Давление в центре у циклонов летнего периода составляет в среднем 1000-1005 гПа. Над Охотским и Беринговым морями создаются благоприятные условия для антициклогенеза. Преобладающим направлением перемещения антициклонов над Охотским морем является направление с севера на юг со средней скоростью 25 км/ч, над Беринговым морем – с запада на восток со скоростью 22 км/ч [6]. Характер погоды на юго-востоке Камчатки зависит от

того, под влиянием какого из антициклонов (берингоморского или охотоморского) данный район находится.

Осенью происходит существенная перестройка термобарических полей. Температура воздуха над поверхностью суши стремительно понижается. Азиатская депрессия интенсивно заполняется и в октябре исчезает. Северотихоокеанский антициклон ослабевает и смещается к югу (рисунок 5, г). Увеличивается интенсивность циклонической деятельности как в Охотском море, так и в районе Алеутских островов (рисунок 6, г). Увеличивается число южных циклонов при незначительном уменьшении западных циклонов. В этот период достаточно часто наблюдается переваливание циклонов из Охотского моря через север Камчатки в Берингово море. Что касается юго-востока Камчатки, то, по крайней мере, в сентябре данный район еще в основном находится под влиянием тихоокеанского антициклона, хотя периодически выходят циклоны с юга.

В ноябре-декабре происходит, с одной стороны, дальнейшее усиление сибирского максимума, с другой – активизация циклонической деятельности над дальневосточными морями с постепенным перемещением ее максимума в южные районы. Термобарические контрасты между сушей и океаном возрастают, достигая максимума в январе-феврале.

Таким образом, режим погоды в районе Камчатки в течение года обусловлена влиянием циклонической деятельности, которая в осенне-зимний период максимальна, а в летний период выражена в меньшей степени. Специфика циркуляционных процессов в бухте Бечевинская обусловлена особенностью ее расположения на юго-восточном побережье Камчатки на некотором расстоянии от материка между Охотским морем и Тихим океаном.

1.5 Выводы по главе 1

В результате анализа физико-географических особенностей расположения бухты Бечевинская можно сделать ряд выводов, важных для понимания формирования ветрового режима в данном районе.

Особенностью бухты Бечевинская является ее расположение на юго-восточном побережье полуострова Камчатка. Полуостров, в свою очередь, значительно вдается от материка в Тихий океан. Из-за этого муссонные черты климата, характерные для прибрежных районов материков, выражены слабо, а сам климат бухты можно охарактеризовать, как морской умеренный.

Режим ветра в бухте Бечевинская обуславливается особенностями атмосферной циркуляции в различные сезоны года и рельефом местности.

Ориентация главных горных хребтов полуострова Срединного и Восточного являются барьером для свободного обмена воздушных масс со стороны Охотского моря. Восточное побережье Камчатки открыто в сторону океана.

Следует предположить, что преобладающее направление ветра в бухте Бечевинская в значительной степени определяется ориентацией бухты относительно вокруг расположенного рельефа. Бухта Бечевинская врезается в Шипунский полуостров в северо-восточном направлении. Кроме того, так как бухта находится в прибрежной горной местности, возможно возникновения местных ветров, таких как бриз, горно-долинная циркуляция, эффект усиления ветра в сужениях рельефа, боры, фёна.

Исходя из вышесказанного, следует выполнить анализ и систематизацию имеющихся в наличии данных наблюдений ветрового режима в бухте Бечевинская.

Для оптимального размещения автоматической станции сотрудникам компании ООО «Арктическая перевалка» были даны рекомендации. Обычно, одним из основных требований для выбора расположения метеорологической станции является обеспечение репрезентативности данных наблюдений. Для этого местоположение метеорологической станции выбирается в месте, характерном (типичном) для окружающей местности для большого района. В данном случае, исходя из характера решаемых задач (обеспечение безопасности добычи углеводородов на платформе, для чего – определение максимальной скорости ветра на терминале), требование репрезентативности не предъявлялось, а станция была установлена таким образом, чтобы корректно определять скорость и направление ветра конкретно на плавучем терминале. Для этого элементы конструкции терминала не должны вносить искажения в воздушные потоки на уровне флюгера.

Размещение одного комплекта датчиков параметров ветра представлен на рис. 10.

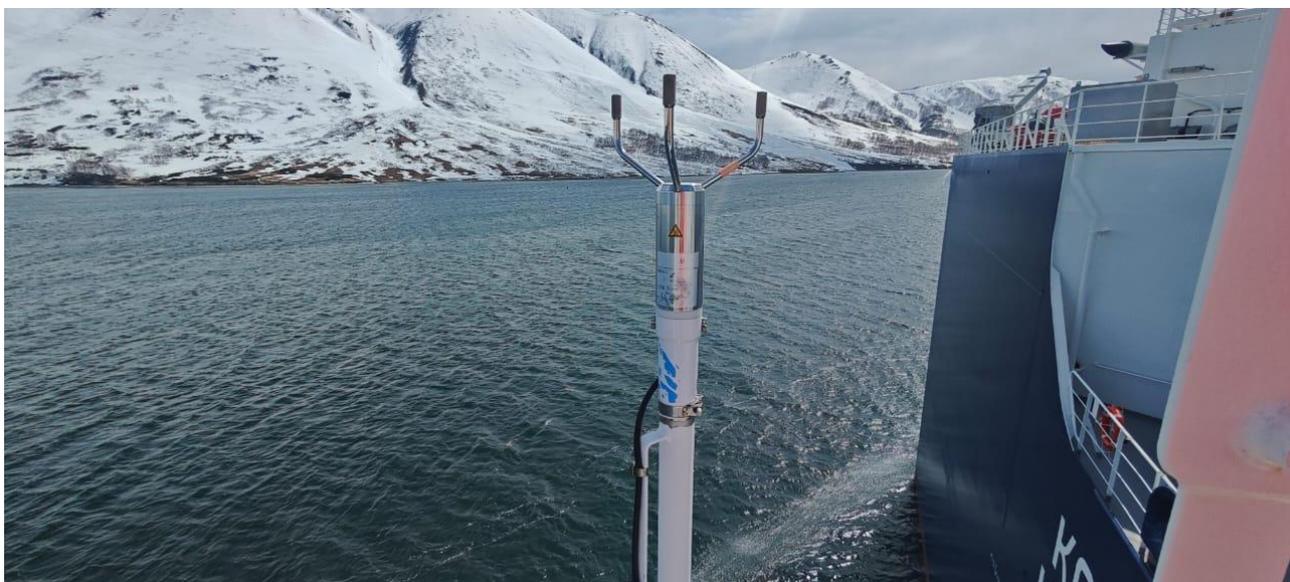


Рисунок 10 – Размещение датчиков направления и скорости ветра на платформе

2.2 Характеристика данных и методика обработки данных о ветровом режиме

Так как у нас ранее (до установки автоматической станции) не проводились наблюдения на бухте Бечевинская, проведем небольшой анализ имеющихся в наличии результатов измерений, чтобы узнать:

- повторяемость какого направления ветра при определенной средней скорости ветра и максимальной скорости при порывах имеет место быть, в тот или иной период года;

- при каких условиях наблюдается усиление средней скорости ветра и какую максимальную скорость ветер достигал при порывах;

- рассмотрим типовые траектории прохождения циклонов в холодный и теплый период года,

- рассчитаем барический градиент, чтобы получить зависимость барического градиента от средней скорости ветра .

На основе проделанной работы дадим практические [10], чтобы в будущем синоптику при разработке прогноза можно было учитывать описание и анализ ветрового режима.

Чтобы проанализировать ветер на бухте Бечевинская были использованы результаты измерений за 2024 год с января по декабрь.

Кроме того, привлечем репрезентативные данные за аналогичный период с городской метеорологической станции МГ-2 г. Петропавловска-Камчатского. На станции МГ-2 есть результаты измерений за более продолжительный период наблюдений, существуют оперативные методы прогнозирования средней и максимальной скоростей ветра. Поэтому, если существует значимая зависимость между скоростью ветра в бухте Бечевинская и на МГ-2, можно трансформировать метод прогнозирования максимального ветра на МГ-2 для бухты Бечевинская.

Для описания ветрового режима нам нужны данные по следующим метеорологическим параметрам: ветер (направление, средняя скорость ветра в м/с, максимальные порывы в м/с) и температура воздуха (в °С). Температура необходима для оценивания фенологических условий исследуемых районов и замерзания акватории бухты.

После первичного анализа отобразим их в графическом виде: направление ветра в виде диаграммы розы ветров за каждый период.

Год условно был разделен по климатическим сезонам:

- зимний период (январь, февраль, март);
- весенний период (апрель, май, июнь);
- летний период (июль август, сентябрь);
- осенний-зимний период (октябрь, ноябрь, декабрь).

Далее рассчитаем повторяемость средней скорости ветра при соотношении направления ветра со средней скоростью ветра при определенных условиях и повторяемости направления ветра с максимальной скоростью при порывах.

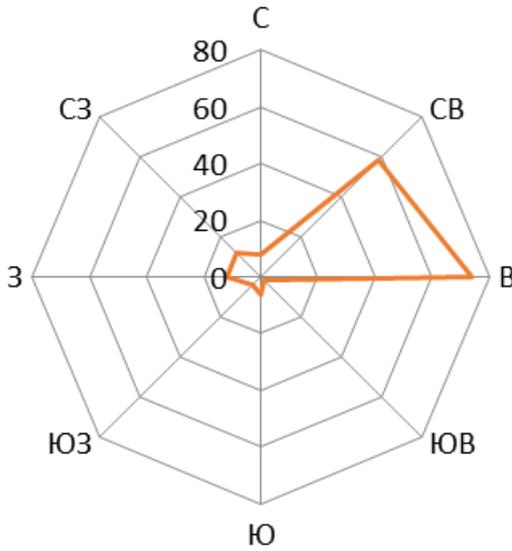
На основе анализа данных делаем описание и выводы.

2.3 Анализ ветрового режима в бухте Бечевинская

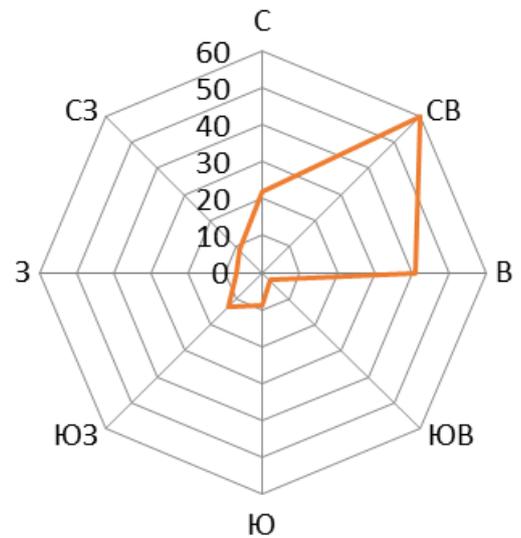
Исследуем ветер в бухте Бечевинская. Для начала построим розы ветров и рассчитаем характеристики повторяемости различных сочетаний скорости и направления ветра.

Розы ветров в бухте Бечевинская за зимний период представлены на рис. 11. Из анализа розы ветров следует сделать следующие выводы: в зимний период в бухте Бечевинская преобладает ветер восточного и северо-восточного направлений, при этом, если в январе повторяемость восточного ветра больше, то в остальные месяцы преобладает ветер северо-восточного направления.

а)



б)



в)

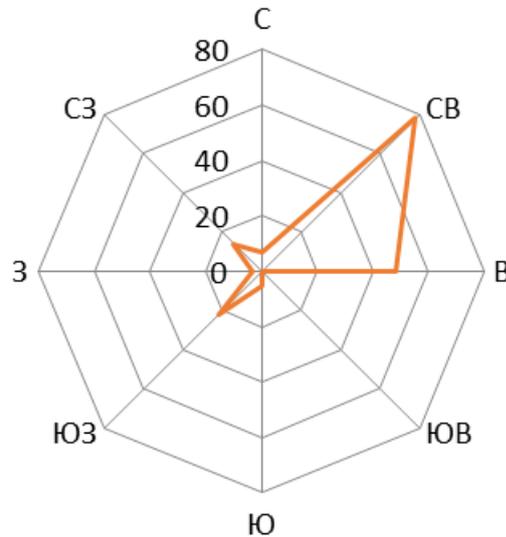


Рисунок 11 – Роза ветров на ПХГ Коряк за зимний период:

а – январь; б – февраль; в – март

В табл. 1-3 приведены повторяемости различных сочетаний скорости и направления ветра на подземном хранилище газа (ПХГ) Коряк за зимний период.

В январе преобладал ветер восточного и северо-восточного направлений при средней скорости до 10 м/с (65,8%). Максимальная скорость среднего ветра не превышала 15 м/с. Максимальная скорость ветра при порывах возрастала до 20 м/с.

Таблица 1 – Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра на подземном хранилище газа (ПХГ) Коряк за январь

Направление	Средняя скорость, в %					Максимальная скорость, порывы в %				
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25
С	6,6	0,6	0,0	0,0	0,0	6,1	1,1	0,0	0,0	0,0
СВ	23,8	5,0	3,3	0,0	0,0	18,2	8,3	1,1	4,4	0,0
В	22,1	14,9	3,9	0,0	0,0	14,9	14,4	9,4	2,2	0,0
ЮВ	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Ю	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	1,1	0,0	0,0	0,0
ЮЗ	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	0,0	0,0	0,0
З	6,1	0,6	0,0	0,0	0,0	4,4	2,2	0,0	0,0	0,0
СЗ	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	2,8	0,0	0,0	0,0

Таблица 2 – Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк за февраль

Направл ение	Средняя скорость, в %					Максимальная скорость, порывы в %							
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40
С	13,7	3,4	1,7	0,0	0,0	12,0	3,4	1,7	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
СВ	21,1	7,4	1,7	1,1	2,9	13,1	9,7	5,1	2,3	0,0	1,7	1,1	0,6
В	13,7	8,0	1,1	0,6	0,0	10,9	7,4	3,4	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0
ЮВ	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ю	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ЮЗ	4,6	2,3	0,6	0,0	0,0	3,4	1,7	1,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
З	2,3	0,6	1,1	0,0	0,0	1,7	1,1	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
СЗ	4,6	0,6	0,0	0,0	0,0	2,3	2,3	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблица 3 – Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк за март

Направл ение	Средняя скорость, в %					Максимальная скорость, порывы в %							
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40
С	8,0	0,0	1,1	0,0	0,0	7,1	1,1	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
СВ	17,6	13,9	7,5	2,7	0,0	10,4	7,7	7,7	7,1	5,5	1,1	0,5	0,0
В	11,2	10,7	3,2	0,5	0,0	7,1	7,7	7,1	2,2	2,2	0,0	0,0	0,0
ЮВ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ю	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ЮЗ	8,6	3,2	0,0	0,0	0,0	6,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
З	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
СЗ	7,0	0,5	0,0	0,0	0,0	4,9	2,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

В феврале преобладал ветер северо-восточного направления, часто переходящий на северный или восточный при средней скорости до 10 м/с (67,3%). В 4,6% случаев северо-восточный, восточный ветер усиливался до 16-24 м/с. В 2,8% случаев скорость ветра в порывах возрастала 26-35 м/с, максимальные порывы достигали 42 м/с (0,6%).

В марте преобладал ветер северо-восточного и восточного направлений при средней скорости до 10 м/с (79,7%). В 9,3% случаев северо-восточный, восточный ветер усиливался до 16-20 м/с. В 8,8% случаев скорость ветра в порывах возрастала 21-30 м/с.

Таким образом, в зимний период 2024 г. в бухте Бечевинская преобладали ветра восточной и северо-восточной четвертей со скоростью до 10 м/с. В феврале и в марте в 5-9% случаев средняя скорость восточного и северо-восточного ветра возрастала до 16-24 м/с, достигая в порывах 43 м/с.

Далее построим графики средней скорости ветра, представлены на рис. 12-14.

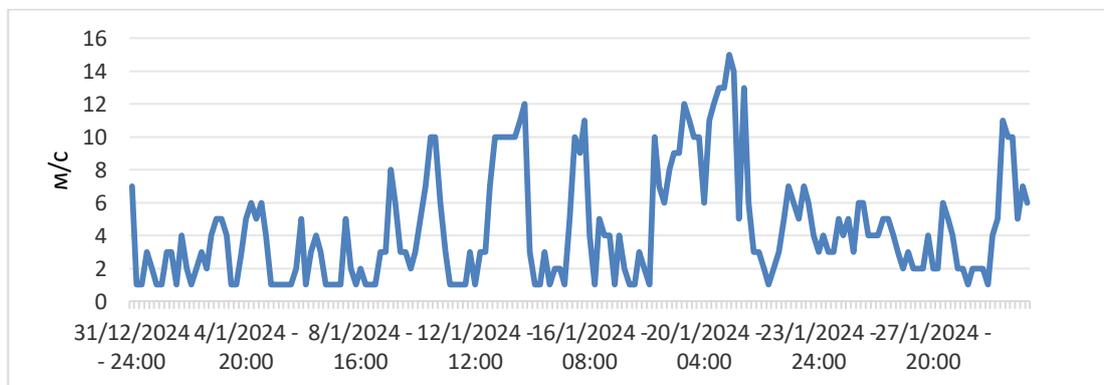


Рисунок 12 – График средней скорости ветра на ПХГ Коряк за январь

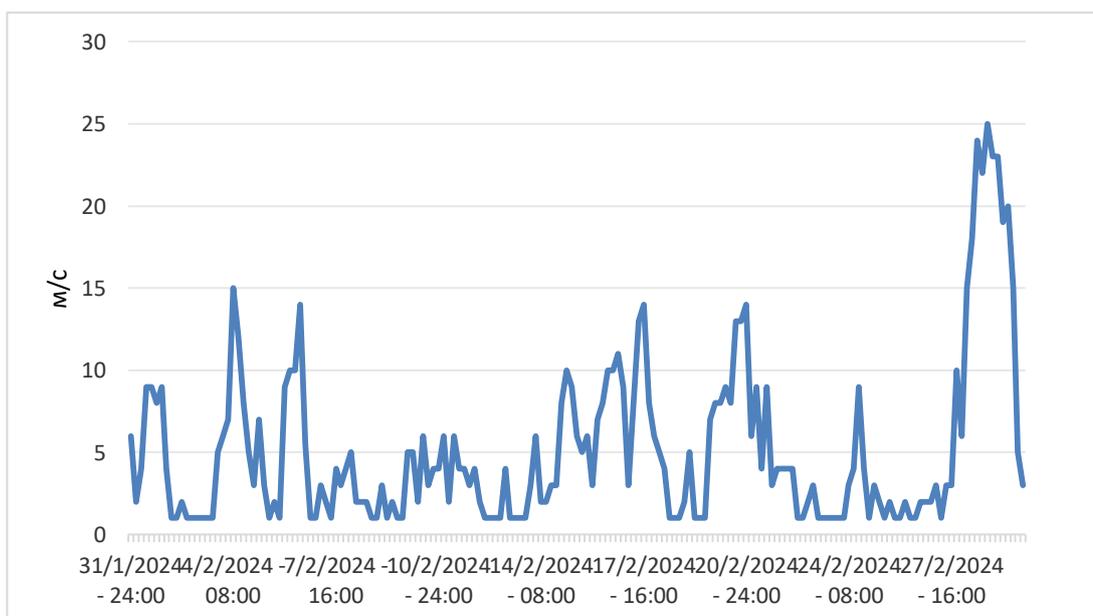


Рисунок 13 – График средней скорости ветра на ПХГ Коряк за февраль

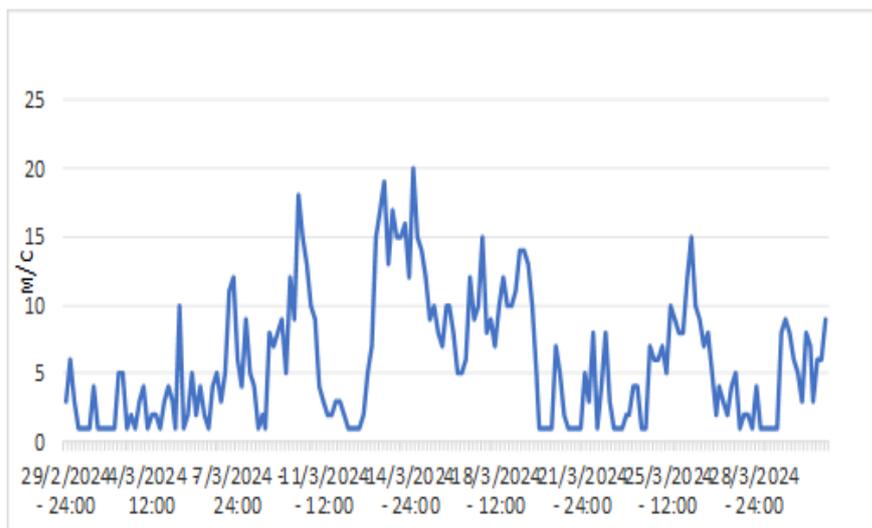


Рисунок 14 – График средней скорости ветра на ПХГ Коряк за март

Данная форма представления метеорологической информации не часто используется при анализе, однако позволяет увидеть периоды усиления ветра. Из графиков средней скорости ветра видно, что максимальная средняя скорость ветра 21-25 м/с отмечалась в конце февраля.

Построены графики максимальной скорости ветра при порывах, представлены на рис. 15-17.



Рисунок 15 – График максимальной скорости, порывы на ПХГ Коряк за январь



Рисунок 16 – График максимальной скорости, порывы на ПХГ Коряк за февраль



Рисунок 17 – График максимальной скорости, порывы на ПХГ Коряк за март

Из анализа графиков видно, что максимальная скорость ветра наблюдалась в в феврале, при порывах достигала 42 м/с.

Построены графики температуры воздуха на ПХГ Коряк за зимний период, представлены на рис. 18-20.

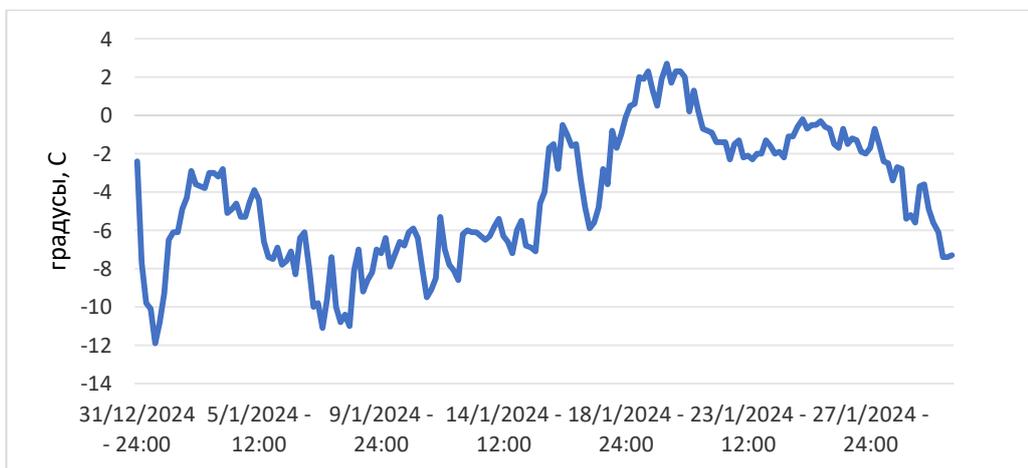


Рисунок 18 График температуры воздуха на ПХГ Коряк за январь

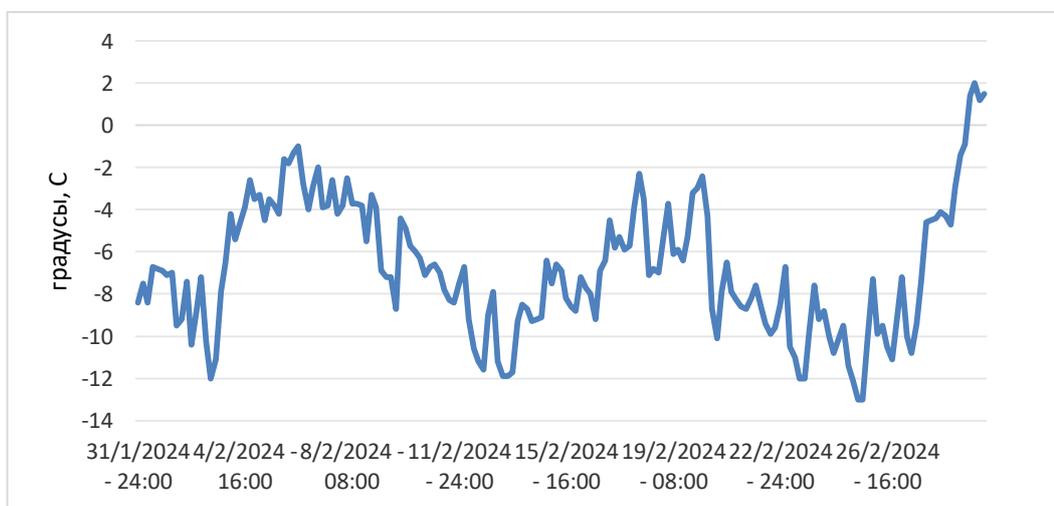


Рисунок 19 График температуры воздуха на ПХГ Коряк за февраль

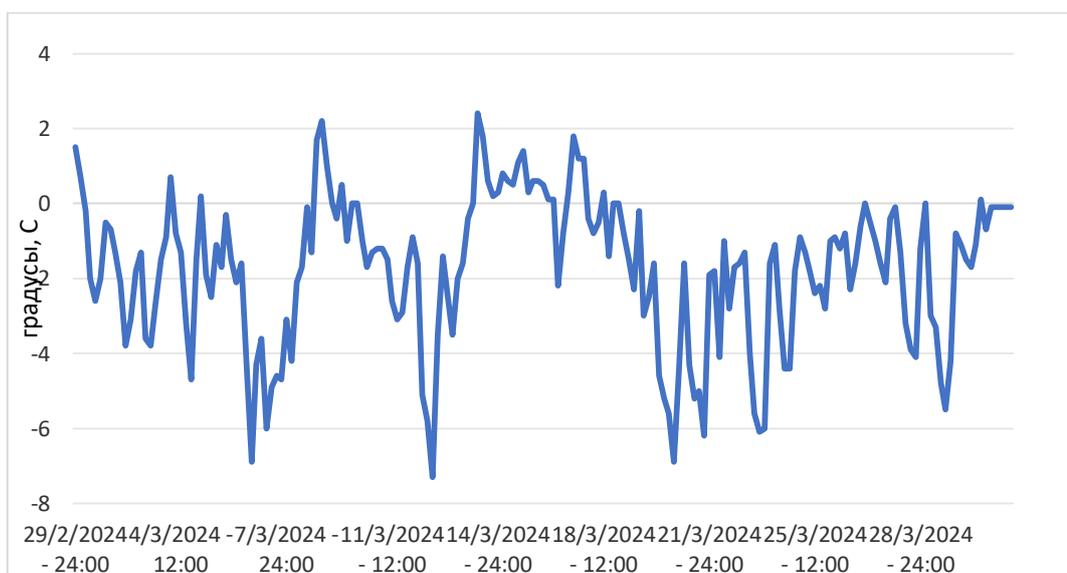
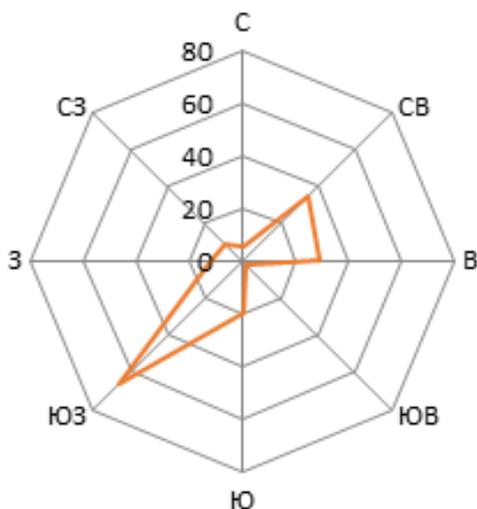


Рисунок 20 График температуры воздуха на ПХГ Коряк за март

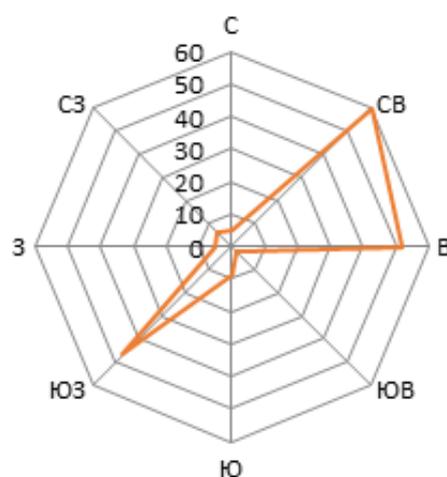
Из анализа графиков температуры воздуха видно, что в январе-феврале наблюдались преимущественно отрицательные температуры. В самые холодные дни температура воздуха понижалась до $-12 \div -13^{\circ}\text{C}$. В период с января по март температура воздуха периодически повышалась до положительных значений.

Розы ветров в бухте Бечевинская за весенний период представлены на рис. 21.

а)



б)



в)

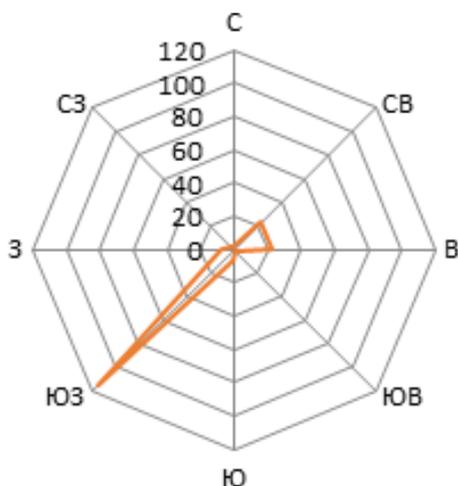


Рисунок 21 – Роза ветров на ПХГ Коряк за весенний период:

а – апрель; б – май; в – июнь

Из анализа розы ветров следует сделать следующие выводы: в весенний период в бухте Бечевинская преобладает ветер юго-западного направлений,

однако в мае преобладал ветер северо-восточного и восточного направлений. Другие направления ветра отмечались в отдельных случаях.

В табл. 4-6 приведены повторяемости различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк за весенний период.

Таблица 4 – Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк за апрель

Направление	Средняя скорость, в %					Максимальная скорость, порывы, в %					
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25 и более	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30
С	3,9	0,6	0,0	0,0	0,0	3,3	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0
СВ	12,2	5,0	1,7	0,6	0,0	5,5	6,6	5,0	2,2	0,0	0,0
В	5,0	8,3	2,8	0,0	0,0	3,9	6,6	2,8	2,8	0,0	0,0
ЮВ	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ю	5,0	2,8	1,7	1,7	0,0	5,0	1,1	1,1	2,2	0,6	1,1
ЮЗ	16,0	16,6	3,9	0,0	0,0	11,6	18,8	4,4	1,7	0,0	0,0
З	5,5	1,1	0,0	0,0	0,0	4,4	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
СЗ	4,4	0,6	0,0	0,0	0,0	3,3	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0

В апреле преобладал ветер юго-западного направления (32,6%), часто переходящий на северо-восточный, восточный (30,5%) при средней скорости до 10 м/с. Сильный средний ветер (16-20 м/с) наблюдался в 1,7% случаев южного направления, в 0,6% случаев – северо-восточного. Максимальные порывы восточного, северо-восточного ветра достигали 16-20 м/с (5% случаев), южного, юго-западного направления – 16-26 м/с (5,6%).

Таблица 5 – Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк май

Направление	Средняя скорость, в %						Максимальная скорость, порывы в %							
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40
С	2,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
СВ	11,8	7,5	5,3	4,3	2,1	1,1	7,5	5,9	5,9	5,3	2,1	2,7	1,1	1,1
В	8,0	13,9	4,3	1,6	0,0	0,0	5,9	11,8	8,0	1,6	0,5	0,0	0,0	0,0
ЮВ	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ю	4,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	1,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ЮЗ	11,2	12,8	1,1	0,0	0,0	0,0	5,3	16,6	2,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
З	1,1	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
СЗ	2,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

В мае преобладал ветер северо-восточный, восточный (41,2%) часто переходящий на юго-западный, южный (29,8%), при средней скорости до 10 м/с. Сильный средний ветер (16-30 м/с) наблюдался в 9,1% случаев северо-восточного, восточного направления. Максимальные порывы северо-восточного, восточного ветра достигали 16-40 м/с (18,9% случаев). В одном случае наблюдалось усиление в порывах до 16-20 м/с ветра юго-западного направления.

Таблица 6 – Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк июнь

Направление	Средняя скорость, в %					Максимальная скорость, порывы, в %				
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25 и более	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25 и более
С	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
СВ	8,3	3,9	0,6	0,0	0,0	3,9	7,2	1,7	0,0	0,0
В	7,2	3,3	1,7	0,0	0,0	5,5	3,3	3,3	0,0	0,0
ЮВ	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Ю	2,2	1,1	0,0	0,0	0,0	2,2	0,6	0,0	0,0	0,0
ЮЗ	18,8	34,8	9,9	0,0	0,0	12,2	34,3	13,8	3,3	0,0
З	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,6	0,0	0,0	0,0
СЗ	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0

В июне господствовали ветра юго-западного направления, при средней скорости до 15 м/с (63,5% случаев). Заметно снизилась повторяемость северо-восточного, восточного ветра со средней скоростью до 15 м/с (25% случаев). Сильный средний ветер (16 м/с и более) не наблюдался. В 3,3% случаев юго-западный ветер усиливался в порывах до 16-20 м/с.

Таким образом, в апреле-мае, при переходе от зимней формы циркуляции атмосферы к летней, повторяемость умеренного ветра (до 15 м/с) восточного, северо-восточного направления и юго-западного, южного направления была примерно одинаковой (30-40% случаев). Периодически наблюдалось усиление ветра обоих направлений (1-9% случаев). В июне преобладал умеренный ветер юго-западного направления, в отдельных случаях наблюдалось усиление ветра в порывах.

Графики среднего ветра ПХГ Коряк за весенний период, апрель, май, июнь.

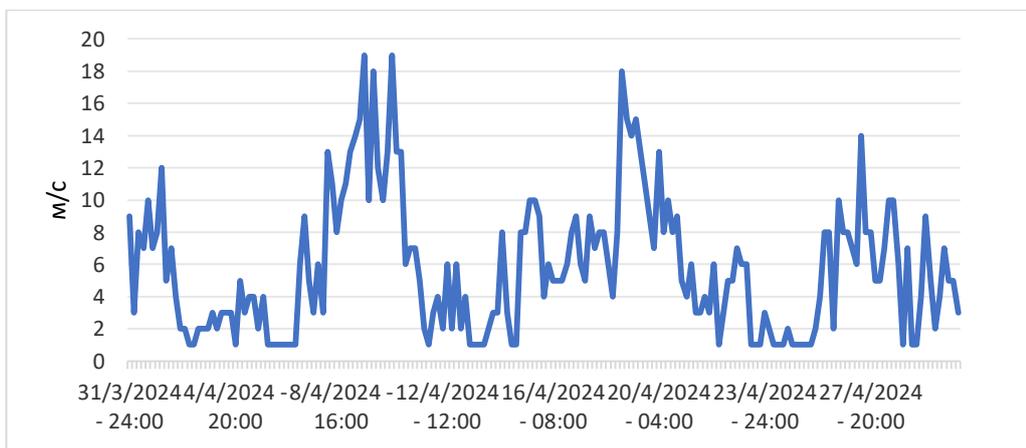


Рисунок 22 – График средней скорости ветра на ПХГ Коряк за апрель

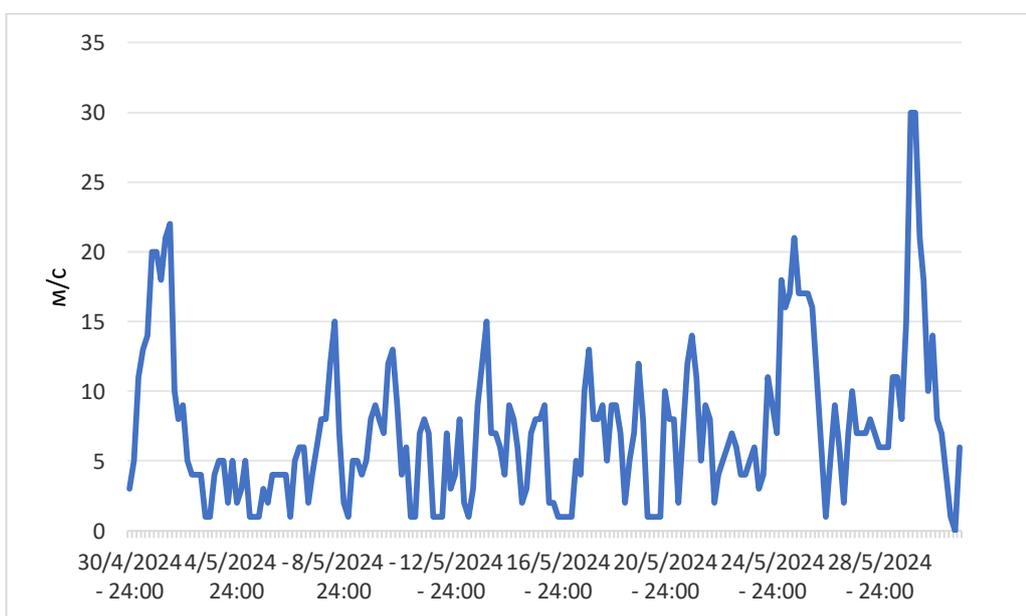


Рисунок 23 – График средней скорости ветра на ПХГ Коряк за май

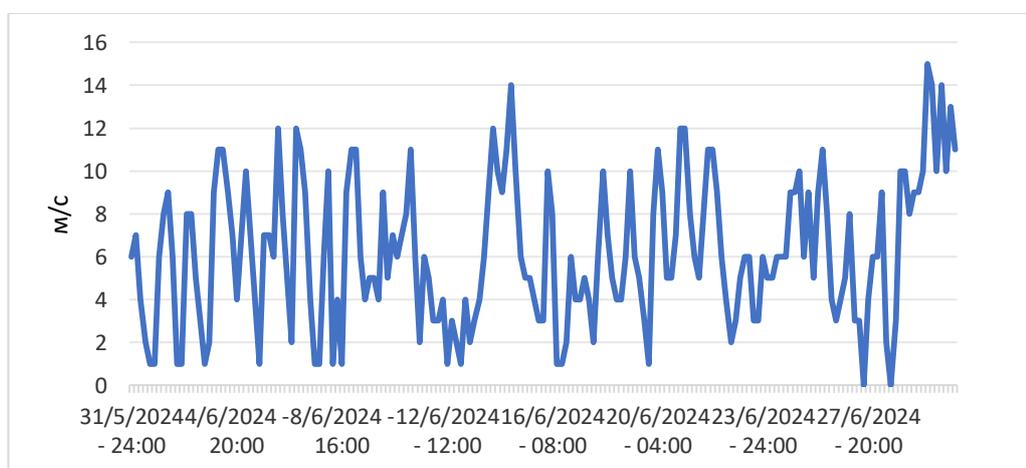


Рисунок 24 – График средней скорости ветра на ПХГ Коряк за июнь

Из анализа графиков средней скорости ветра видно, что максимальная средняя скорость ветра 26-30 м/с отмечалась в мае.

Построены графики максимальной скорости ветра при порывах, представлены на рис. 25-27.



Рисунок 25 График максимальной скорости, порывы на ПХГ Коряк за апрель



Рисунок 26 График максимальной скорости, порывы на ПХГ Коряк за май



Рисунок 27 График максимальной скорости, порывы на ПХГ Коряк за июнь

Из анализа графиков видно, что максимальные скорости ветра наблюдались в мае, при порывах достигали значений 36-40 м/с.

Графики температуры ПХГ Коряк за весенний период представлены на рис. 28-30.

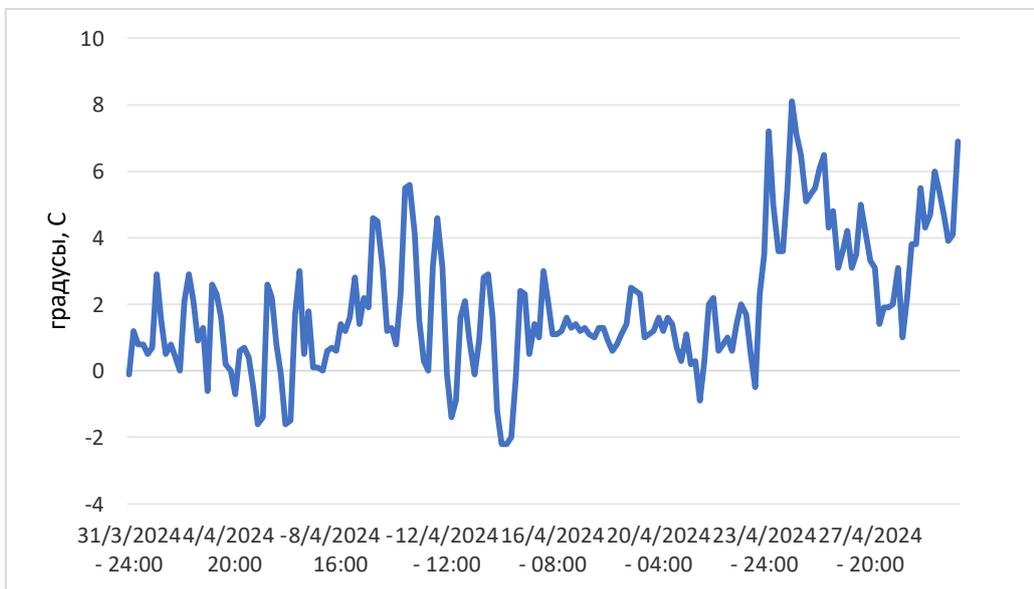


Рисунок 28 График температуры воздуха на ПХК Коряк за апрель

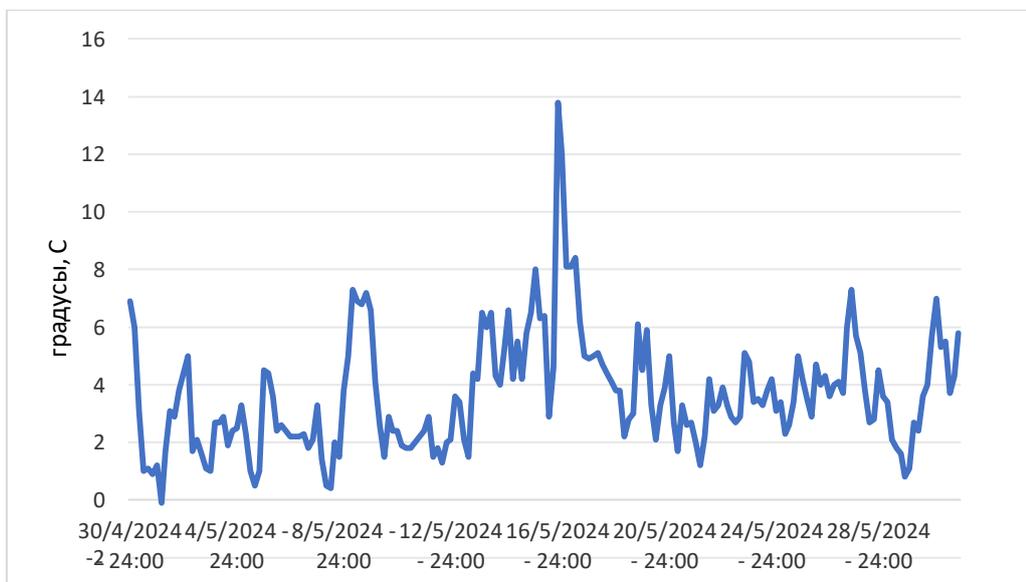


Рисунок 29 График температуры воздуха на ПХГ Коряк за май

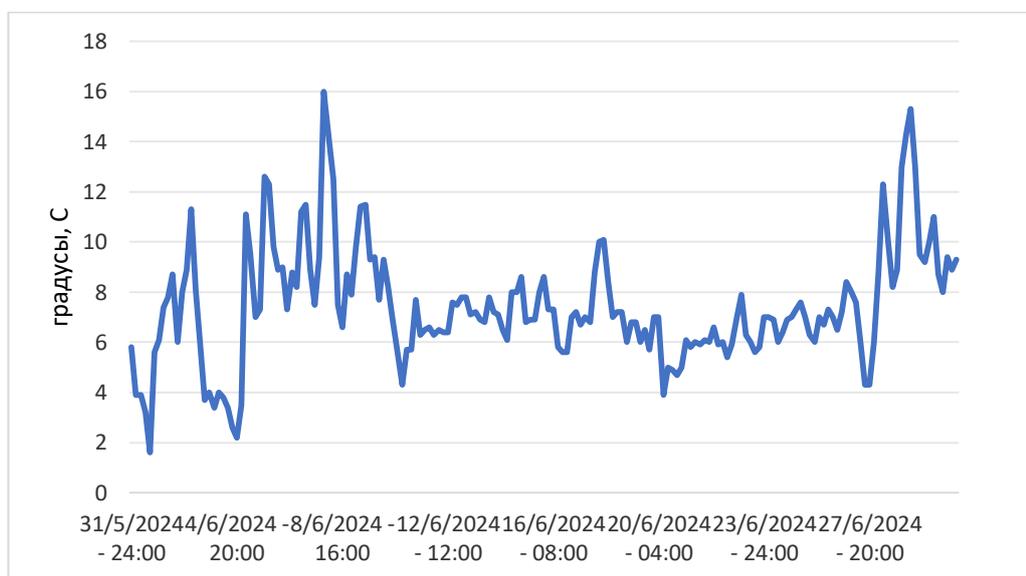


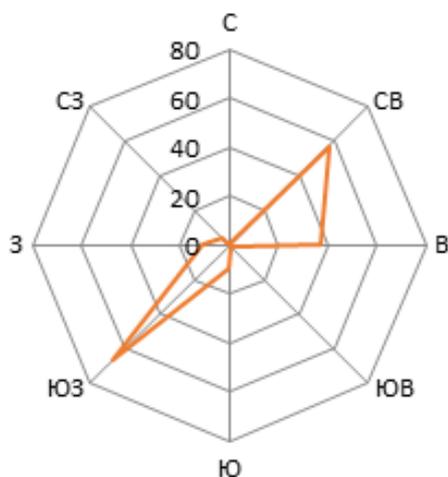
Рисунок 30 График температуры воздуха на ПХГ Коряк за июнь

Из анализа графиков температуры воздуха видно, что в весенний период наблюдались преимущественно положительные температуры. Таким образом, предварительно следует сделать вывод, что устойчивый переход температуры через 0°C происходит в марте-апреле. В самые теплые дни температура воздуха периодически повышалась до $+16^{\circ}\text{C}$. В апреле в самые холодные дни температура воздуха понижалась до отрицательных значений.

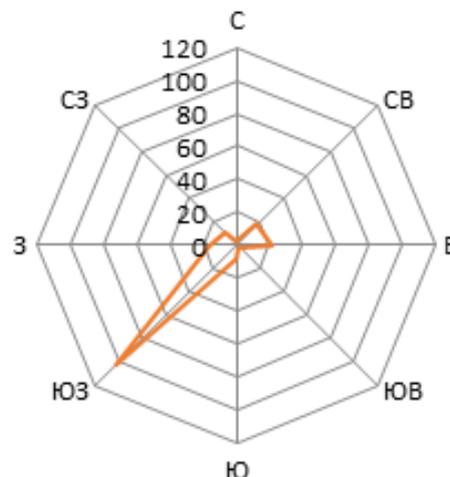
Розы ветров за летний период представлен на рис. 31. Из анализа розы ветров следует сделать следующие выводы: в летний период в бухте

Бечевинская преобладает ветер юго-западного направления, однако в июле часто наблюдался ветер северо-восточного и восточного направлений.

а)



б)



в)

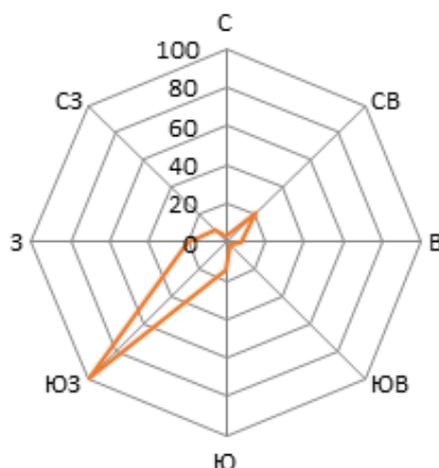


Рисунок 31 – Роза ветров на ПХГ Коряк за весенний период:

а – июль; б – август; в – сентябрь

В табл. 7-9 приведены повторяемости различных сочетаний скорости и направления ветра на подземном хранилище газа (ПХГ) Коряк за летний период.

В июле преобладали ветра северо-восточного и восточного направлений при средней скорости до 15 м/с (48,1% случаев). Юго-западный умеренный ветер наблюдался в 35,8% случаев. В 2,1% случаев средняя скорость северо-восточного, восточного ветра возрастала до 16-20 м/с, в 5,4% случаев порывы достигали 16-27 м/с.

Таблица 7 – Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк за июль

Направление	Средняя скорость, в %					Максимальная скорость, порывы, в %					
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25 и более	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30
С	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
СВ	9,6	15,5	3,7	1,6	0,0	4,8	12,4	9,1	2,2	0,0	1,6
В	5,9	7,5	5,9	0,5	0,0	4,8	4,8	8,6	1,6	0,0	0,0
ЮВ	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ю	4,3	1,1	0,0	0,0	0,0	2,2	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
ЮЗ	14,4	19,3	2,1	0,0	0,0	7,5	21,5	6,5	0,5	0,0	0,0
З	4,3	1,6	0,0	0,0	0,0	3,2	2,2	0,5	0,0	0,0	0,0
СЗ	1,6	0,5	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблица 8 – Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк за август

Направление	Средняя скорость, в %					Максимальная скорость, порывы, в %				
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25
С	2,7	1,1	0,0	0,0	0,0	2,2	1,1	0,5	0,0	0,0
СВ	4,8	4,3	0,5	0,0	0,0	3,8	4,3	0,5	0,0	0,5
В	6,4	5,3	0,0	0,0	0,0	6,5	4,3	1,1	0,0	0,0
ЮВ	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Ю	3,7	1,1	0,0	0,0	0,0	3,8	0,5	0,0	0,0	0,0
ЮЗ	18,2	32,1	4,8	0,0	0,0	11,3	32,3	11,3	0,0	0,5
З	7,0	1,6	0,0	0,0	0,0	5,9	2,7	0,0	0,0	0,0
СЗ	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	1,1	0,0	0,0	0,0

Таблица 9 – Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк за сентябрь

Направление	Средняя скорость, в %					Максимальная скорость, порывы, в %				
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25
С	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,6	0,0	0,0	0,0
СВ	9,4	2,2	0,0	0,0	0,0	6,1	5,5	0,0	0,0	0,0
В	1,7	1,7	0,6	0,0	0,0	1,7	1,7	0,6	0,0	0,0
ЮВ	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Ю	2,8	3,9	1,1	0,6	0,0	2,2	2,2	2,8	1,1	1,1
ЮЗ	12,7	30,9	8,8	2,2	0,6	8,3	24,9	16,0	3,3	1,7
З	8,3	2,8	0,0	0,0	0,0	6,6	3,3	1,1	0,0	0,0
СЗ	4,4	0,6	0,0	0,0	0,0	4,4	0,6	0,0	0,0	0,0

В августе преобладали умеренные ветра юго-западного, западного направления (63,7% случаев). Средний ветер со скоростью 16 м/с и более не наблюдался. Отмечено по одному случаю усиления в порывах до 23 м/с ветра северо-восточного и юго-западного направления.

В сентябре сохранялось господство умеренных ветров юго-западного, западного направления (46,5% случаев). В 3,4% случаев средний юго-западный, южный ветер усиливался до 16-21 м/с, максимальные порывы достигали 25-30 м/с.

Таким образом, в июле преобладал ветер как юго-западного, так и северо-восточного и восточного направлений, в августе и в сентябре – юго-западного и западного. Средняя скорость, как правило, не превышала 15 м/с. В отдельные дни июля – северо-восточный ветер, сентября – юго-западный ветер усиливался до 16-21 м/с, максимальные порывы ветра в обоих случаях достигали 25-30 м/с. В августе ветровой режим был спокойным.

Графики среднего ветра ПХГ Коряк за летний период представлены на рис. 32-34.

Из анализа графиков средней скорости ветра видно, что максимальная средняя скорость ветра 21-25 м/с отмечалась в сентябре.

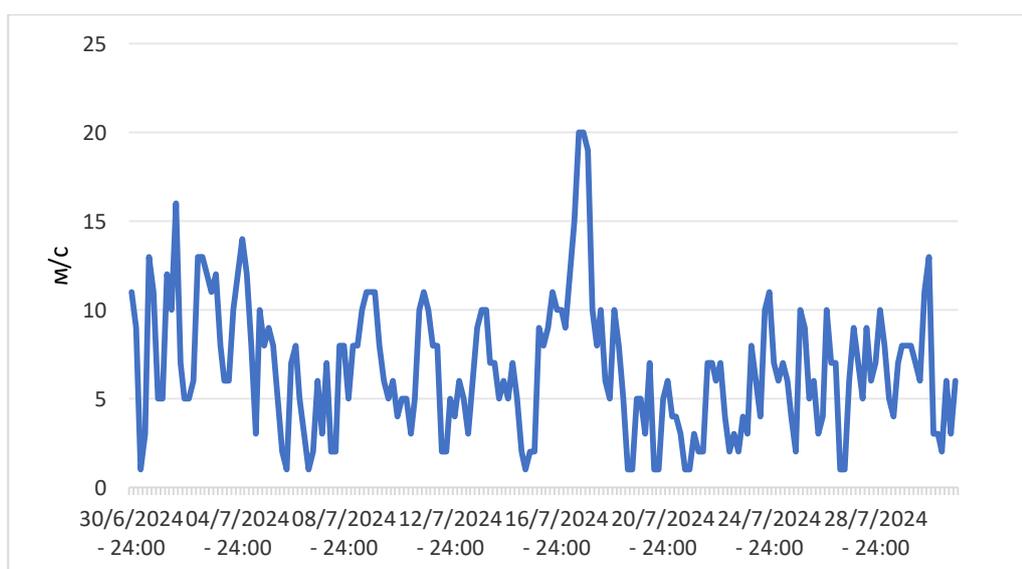


Рисунок 32 – График средней скорости ветра на ПХГ Коряк за июль

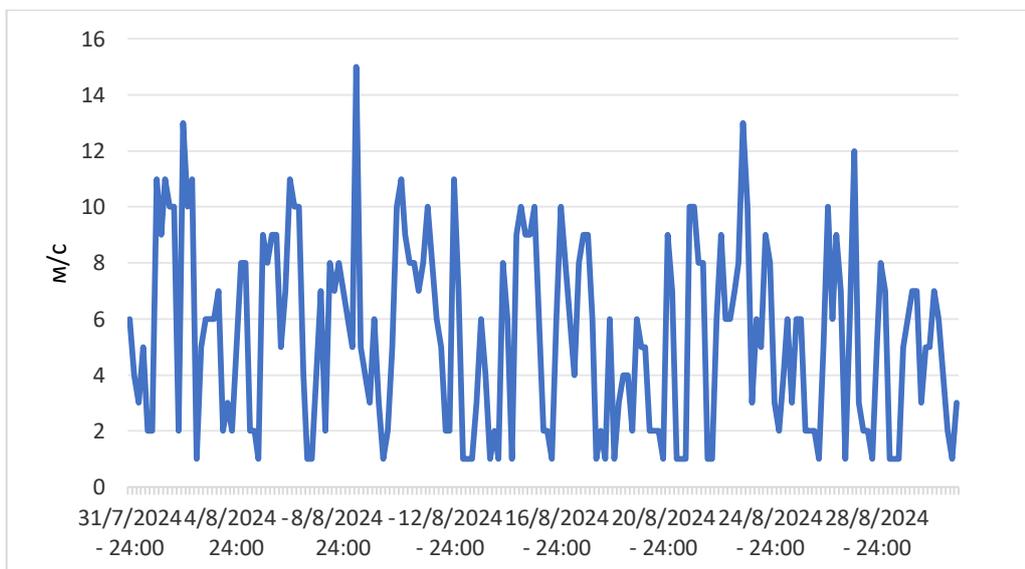


Рисунок 33 – График средней скорости ветра на ПХГ Коряк за август



Рисунок 34 – График средней скорости ветра на ПХГ Коряк за сентябрь

Графики максимальной скорости при порывах ПХГ Коряк за летний период представлены на рис. 35-37.

Из анализа графиков видно, что в сентябре максимальная скорость ветра при порывах достигала 26-30 м/с.

Графики температуры ПХГ Коряк за летний период представлены на рис. 38-40.



Рисунок 35 – График максимальной скорости, порывы на ПХГ Коряк за июль



Рисунок 36 – График максимальной скорости, порывы на ПХГ Коряк за август



Рисунок 37 – График максимальной скорости, порывы на ПХГ Коряк за сентябрь

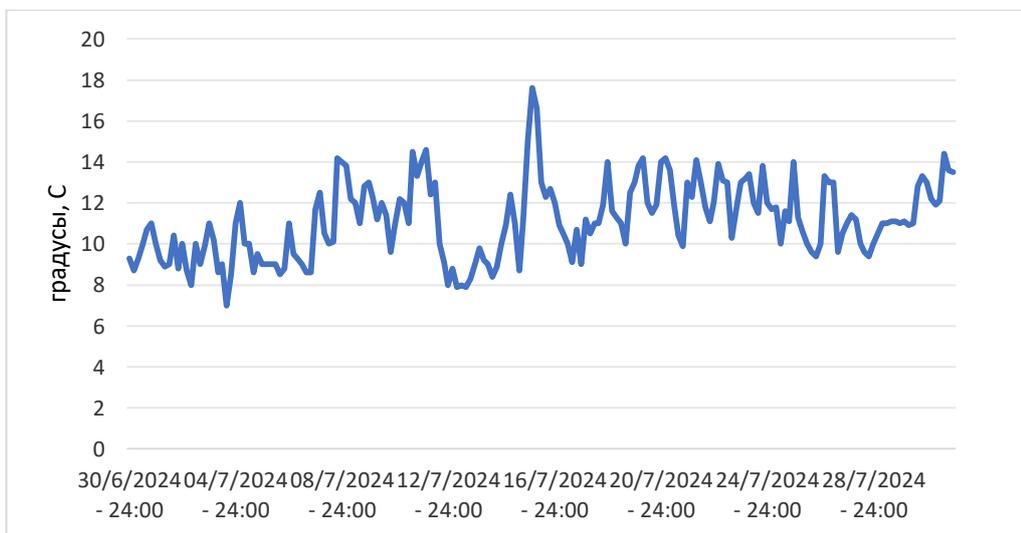


Рисунок 38 – График температуры воздуха на ПХГ Коряк за июль

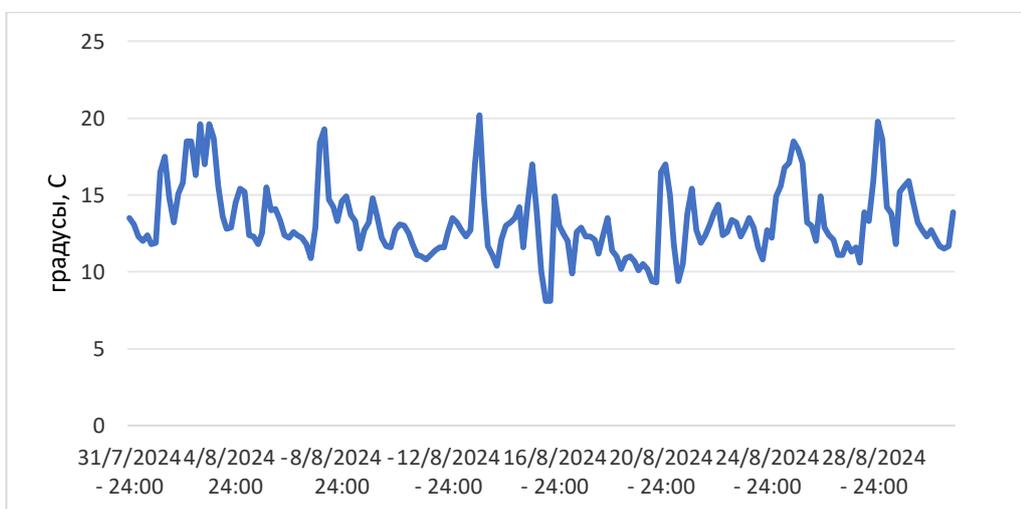


Рисунок 39 – График температуры воздуха на ПХГ Коряк за август

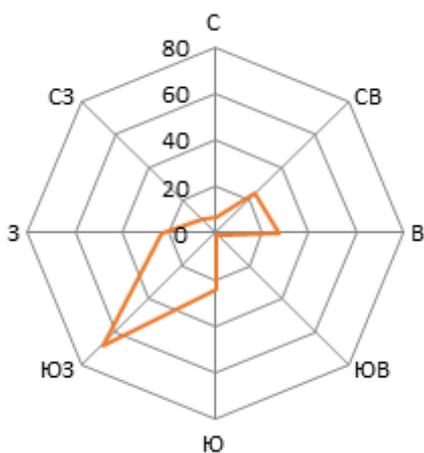


Рисунок 40 – График температуры воздуха на ПХГ Коряк за сентябрь

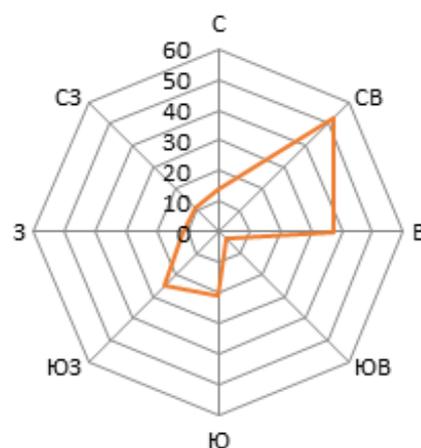
Из графиков температуры воздуха видно, что июль-август – самые теплые месяцы (средняя температура составляет $+12+14^{\circ}\text{C}$. В самые теплые дни температура воздуха повышалась до $+20^{\circ}\text{C}$. В сентябре температура начинает плавно понижаться, однако даже в самые холодные дни остается положительной.

Розы ветров в бухте Бечевинская за осенне-зимний период представлены на рис. 41.

а)



б)



в)

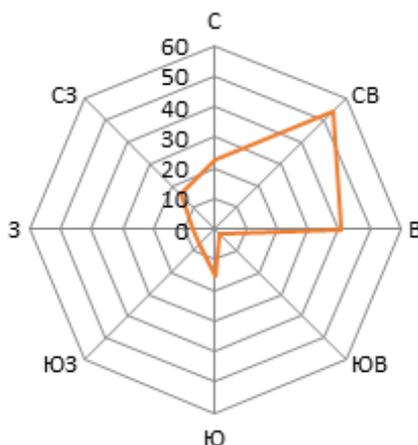


Рисунок 41 – Роза ветров на ПХГ Коряк за весенний период:

а – октябрь; б – ноябрь; в – декабрь

Из анализа розы ветров следует сделать следующие выводы: переход на зимний тип циркуляции (с преобладающего юго-западного ветра на ветер северо-восточного и восточного направлений) происходит в октябре-ноябре.

В табл. 10-12 приведены повторяемости различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк за осенне-зимний период.

Таблица 10 – Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк за октябрь.

Направление	Средняя скорость, в %						Максимальная скорость, порывы в %							
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40
С	4,3	1,1	1,1	0,0	0,0	0,0	2,7	2,2	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
СВ	4,8	4,3	2,7	1,1	0,0	0,0	2,7	4,9	3,3	1,1	0,5	0,5	0,0	0,0
В	4,8	5,9	3,2	0,5	0,0	0,0	3,3	5,4	4,3	1,1	0,5	0,0	0,0	0,0
ЮВ	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Ю	4,3	4,8	0,0	3,7	0,0	0,0	2,7	2,7	3,3	1,6	1,1	0,0	0,0	0,0
ЮЗ	3,7	19,8	8,6	3,2	1,1	0,0	2,7	13,0	10,3	7,1	1,6	2,2	0,0	0,0
З	6,4	4,3	1,6	0,0	0,0	0,0	4,9	3,8	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
СЗ	2,7	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,5	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

В октябре преобладал юго-западный ветер со скоростью до 15 м/с (32,1% случаев). В 8% случаев средний юго-западный, южный ветер усиливался до 16-24 м/с, максимальные порывы достигали 25-30 м/с. В отдельные дни наблюдался переход к ветрам восточной четверти и их усиление до 16-20 м/с, порывами 25-30 м/с.

Таблица 11 – Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк за ноябрь.

Направление	Средняя скорость, в %					Максимальная скорость, порывы, в %							
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25 и более	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	
С	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
СВ	16,8	8,1	5,2	0,6	0,0	14,4	1,7	6,6	6,6	0,0	0,0	0,0	
В	15,6	4,6	1,2	0,0	0,0	11,0	6,1	2,8	0,6	0,0	0,0	0,0	
ЮВ	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ю	6,4	0,0	0,0	1,7	0,0	4,4	1,7	0,6	1,7	3,9	0,0	0,0	
ЮЗ	6,4	4,1	1,2	2,9	0,0	5,0	3,9	0,0	2,8	1,1	0,0	0,6	
З	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
СЗ	5,2	1,2	0,0	0,0	0,0	4,4	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	

В ноябре преобладал северо-восточный и восточный ветер со скоростью до 15 м/с (51,5% случаев), в отдельных случаях с порывами до 20 м/с. Повторяемость ветра южного и юго-западного заметно уменьшилась (22,7%

случаев), но повторяемость сильного ветра оказалась больше: средняя скорость в 4,6% случаев возрастала до 16-20 м/с, порывы ветра в 10,1% случаев достигали 16-32 м/с.

Таблица 12 – Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра на ПХГ Коряк за декабрь.

Направление	Средняя скорость, в %					Максимальная скорость, порывы, в %					
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30
С	12,7	6,6	0,6	1,7	0,0	8,3	8,8	1,1	1,7	1,1	0,6
СВ	8,8	9,9	6,6	4,4	0,0	3,9	7,7	5,5	7,2	3,9	1,7
В	7,7	11,0	3,3	0,6	0,0	6,6	7,7	6,1	1,7	0,6	0,0
ЮВ	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ю	7,2	1,1	0,0	0,0	0,0	6,1	1,7	0,6	0,0	0,0	0,0
ЮЗ	2,2	1,7	0,0	0,0	0,0	0,6	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
З	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
СЗ	7,7	1,1	0,0	0,0	0,0	6,1	2,2	0,6	0,0	0,0	0,0

В декабре преобладал ветер северо-восточного и восточного направлений со скоростью от 6 до 15 м/с (30,8% случаев). Усиление северного, северо-восточного ветра до 16-20 м/с наблюдалось в 6,7% случаев, порывы ветра достигали 16-30 м/с.

Таким образом, в осенне-зимний период:

– в октябре преобладал юго-западный умеренный ветер, в отдельные периоды усиливавшийся до 16-24 м/с, порывами 25-30 м/с; в отдельные дни наблюдался сильный ветер восточной четверти;

– в ноябре-декабре при переходе к зимней форме циркуляции стал отмечаться, в основном, северо-восточный, восточный ветер силой 6-15 м/с, периодически усиливавшийся до 16-20 м/с, порывами 16-30 м/с. В ноябре отмечались случаи с усилением ветра южного и юго-западного направлений до 16-20 м/с, порывами 16-32 м/с.

Графики среднего ветра на ПХГ Коряк за осенне-зимний период представлены на рис. 42-44, максимального ветра на рис. 45-47. Из анализа графиков следует, что максимальная средняя скорость ветра 21-25 м/с отмечалась в октябре, в ноябре максимальные порывы – 31-35 м/с.

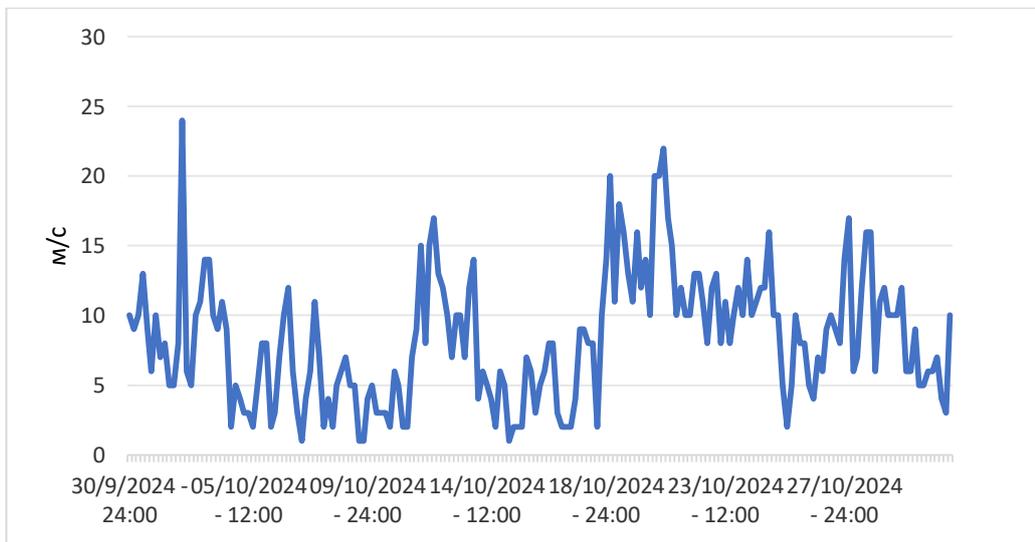


Рисунок 42 – График средней скорости ветра на ПХГ Коряк за октябрь

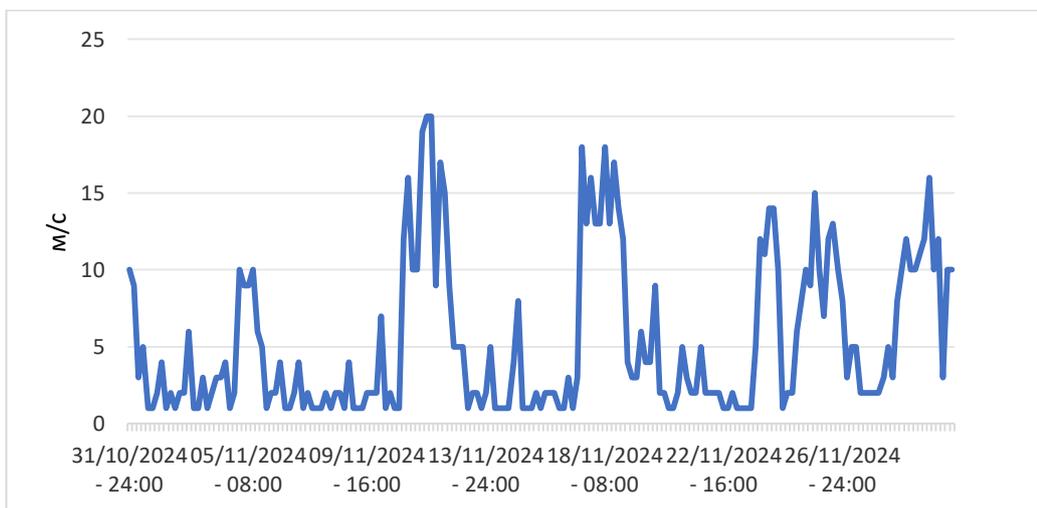


Рисунок 43 – График средней скорости ветра на ПХГ Коряк за ноябрь

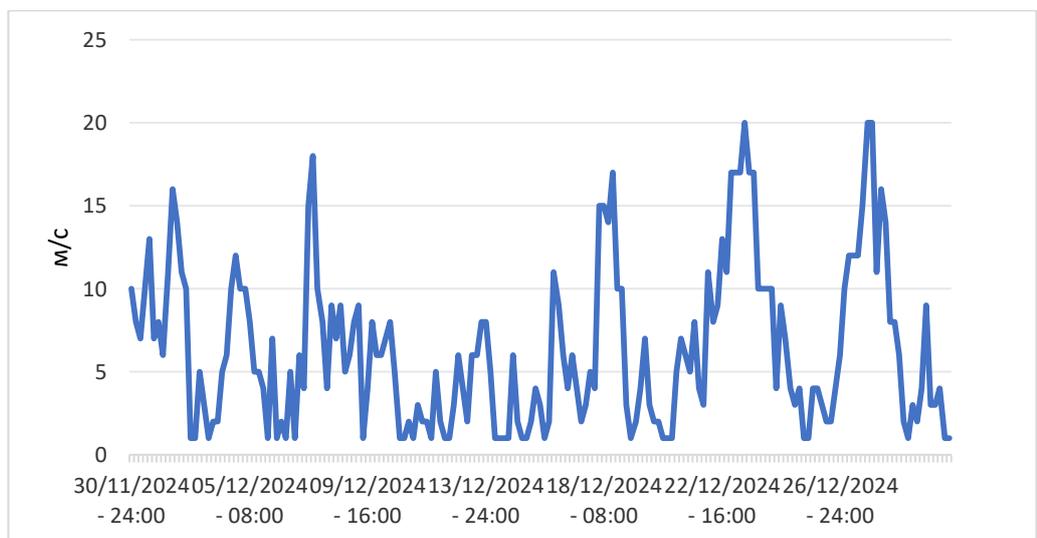


Рисунок 44 – График средней скорости ветра на ПХГ Коряк за декабрь



Рисунок 45 – График максимальной скорости, порывы на ПХГ Коряк за октябрь



Рисунок 46 – График максимальной скорости, порывы на ПХГ Коряк за ноябрь



Рисунок 47 – График максимальной скорости на ПХГ Коряк за декабрь



Рисунок 48 – График температуры воздуха на ПХГ Коряк за октябрь



Рисунок 49 – График температуры воздуха на ПХГ Коряк за ноябрь



Рисунок 50 – График температуры воздуха на ПХГ Коряк за декабрь

Графики среднего ветра на ПХГ Коряк за осенне-зимний период представлены на рис. 42-44. Из анализа графиков температуры следует, что в октябре-ноябре температура плавно понижается до слабых отрицательных значений и на около этих значений колеблется в декабре.

2.4 Сравнение ветрового режима в бухте Бечевинская с г. Петропавловск-Камчатский

По аналогичной методике исследован ветровой режим на городской метеорологической станции МГ-2 г. Петропавловск-Камчатский, имеющей более продолжительный ряд наблюдений. Затем сравним ветровой режим в г. Петропавловск-Камчатский с бухтой Бечевинская. В случае, если характер ветрового режима на данных станциях аналогичный, следует получить регрессионную зависимость между скоростями ветра на этих двух станциях.

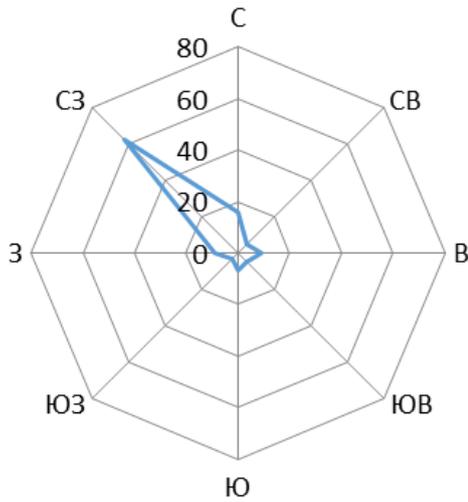
Розы ветров в г. Петропавловск-Камчатский за зимний период представлены на рис. 50. Из анализа розы ветров следует сделать следующие выводы:

- в январе преобладает ветер северо-западного направления;
- в феврале также преобладает ветер северо-западного направления, кроме того, увеличивается повторяемость ветра западного и северного направления;
- в марте к ветрам западного, северо-западного и северного румбов добавляются ветра противоположных направлений восточного и южного румбов, при относительно небольшой повторяемости юго-восточного ветра.

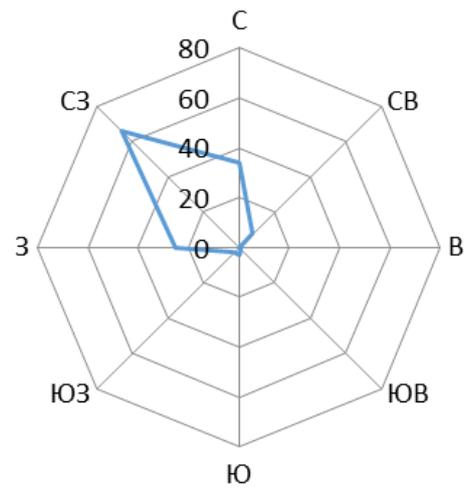
Сравнение розы ветров за зимний период в бухте Бечевинская (рис. 1) и в г. Петропавловск-Камчатский (рис. 51) позволяет сделать вывод, что преобладающие направления ветров перпендикулярны друг другу, что можно объяснить орографией местности (различной ориентацией бухт).

На рис. 52-54 представлены графики среднего ветра в г. Петропавловск-Камчатский.

а)



б)



в)

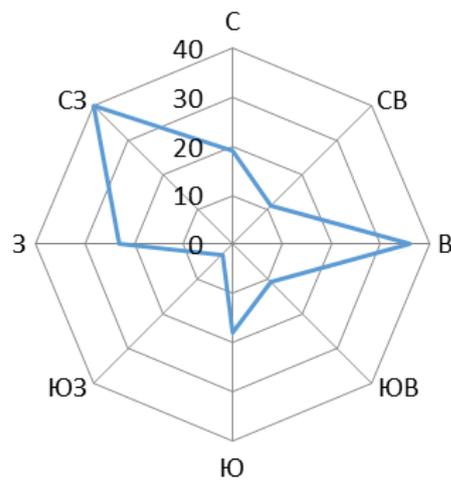


Рисунок 51 – Размещение датчиков направления и скорости ветра на платформе

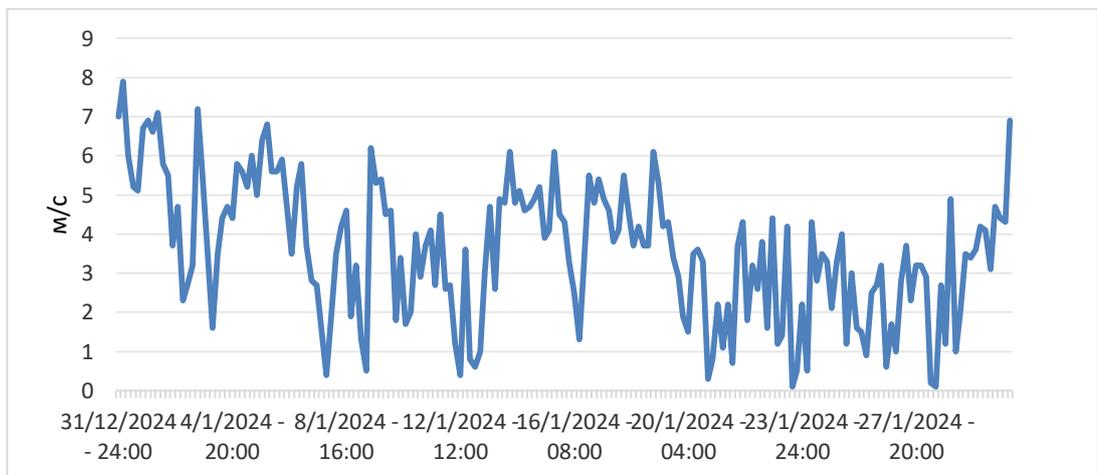


Рисунок 52 – График средней скорости ветра в г. Петропавловск-Камчатский за январь

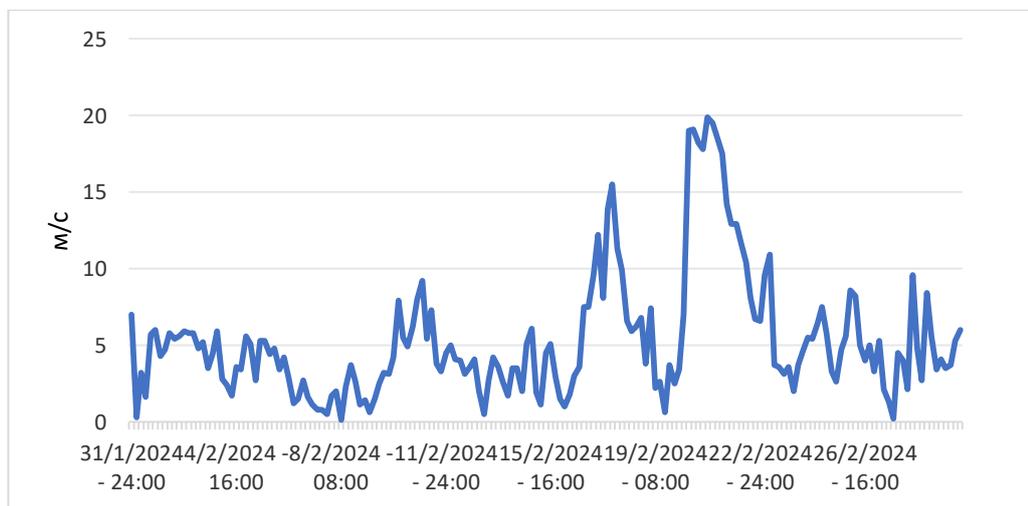


Рисунок 53 – График средней скорости ветра на ПК за февраль

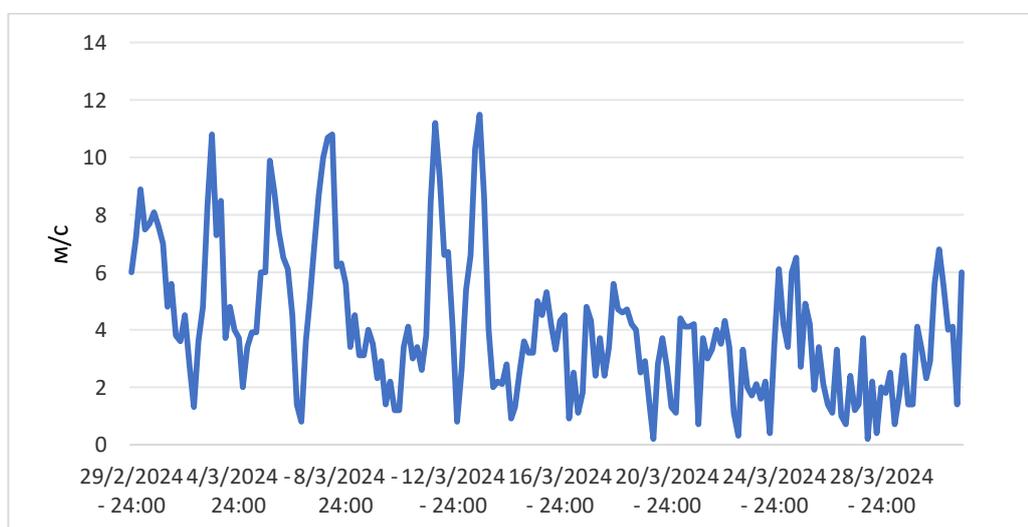


Рисунок 54 – График средней скорости ветра на ПК за март

Даже визуальное сравнение графиков средней скорости ветра за зимний период в бухте Бечевинская (рис. 2-4) и в г. Петропавловск-Камчатский (рис. 52-54) позволяет сделать вывод, что характер их изменения не подобен друг другу. Аналогичные выводы получены и для остальных сезонов года (рис. здесь не приводятся). В теплый период года в г. Петропавловск-Камчатский преобладают ветры чисто южного направления.

Таким образом, получен отрицательный результат: нельзя использовать данные станции Петропавловск-Камчатский для прогнозирования ветра в бухте Бечевинская.

3 Атмосферная циркуляция, обуславливающая усиление ветра в бухте Бечевинская

3.1 Атмосферная циркуляция, обуславливающая усиление ветра в бухте Бечевинская в холодный период года

В процессе работы построены типовые траектории циклонов для холодного времени года на основе имеющегося в наличии синоптического материала за период с ноября 2023 г по апрель 2025 г. Данные траектории представлены на рис. 55.

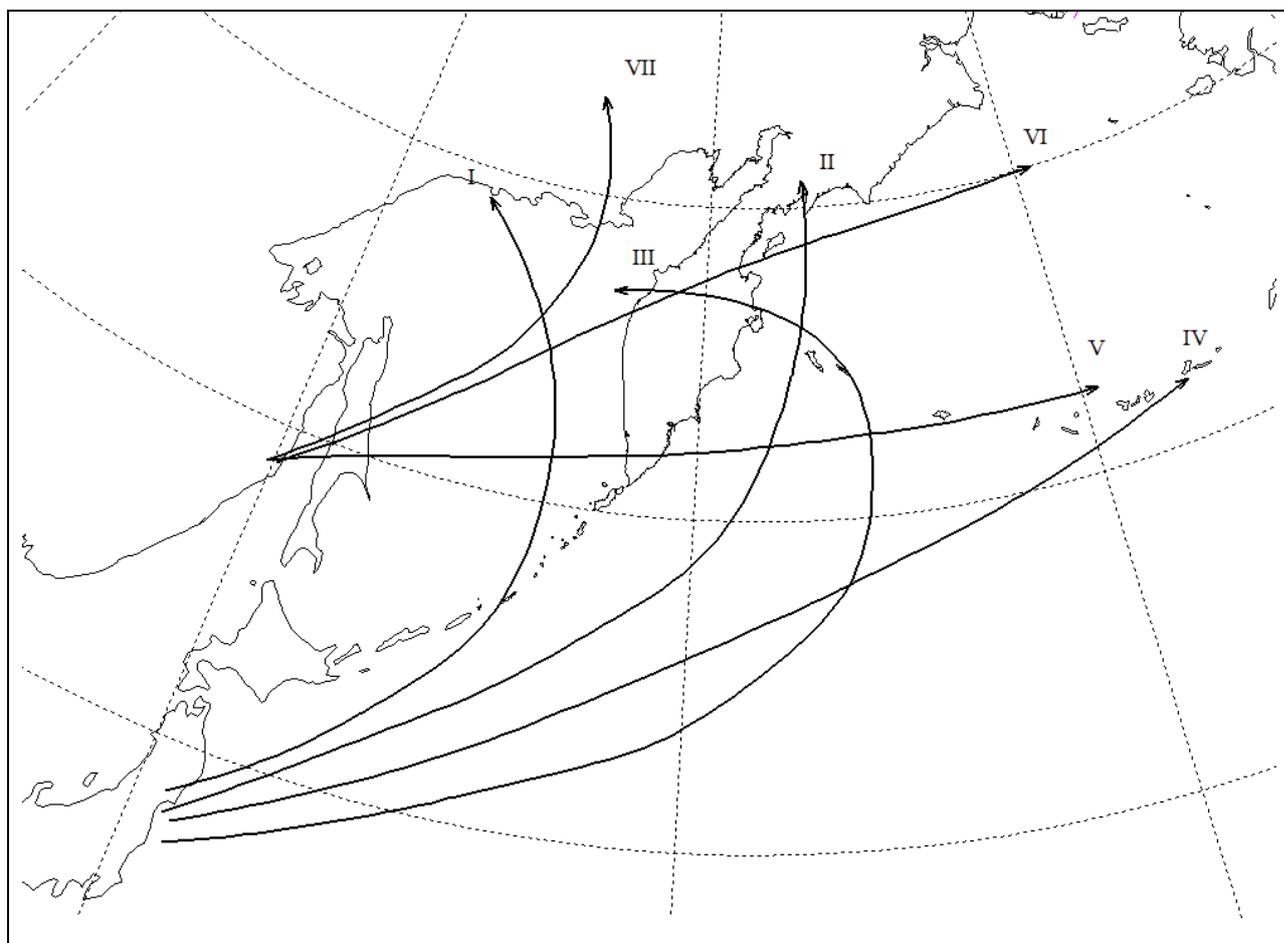


Рисунок 55 – Типовые траектории перемещения циклонов для холодного времени года

Как было отмечено выше, в холодный период года (с ноября по апрель) над акваториями дальневосточных морей наблюдается активная циклоническая деятельность:

– южные циклоны от берегов Японии смещаются вдоль Курильской гряды на север Охотского и Берингова морей вблизи западного и восточного побережья Камчатки (траектории I и II);

– южные циклоны от берегов Японии выходят на северо-западную часть Тихого океана и далее либо уходят на восток вдоль Алеутских островов (траектория IV), либо по аномальным траекториям переваливают через Камчатку в Охотское море (траектория III)

– западные циклоны из районов Хабаровского края и Приморья смещаются либо на север охотоморской акватории (траектория VII), либо переваливали через Камчатку в Берингово море (траектории V и VI). Следует отметить, что смещение атмосферных вихрей по траектории VI отмечалось только переходные периоды (май, октябрь, ноябрь).

Перемещение циклонов по траекториям IV и VII не вызывают, как правило, в бухте Бечевинская усиление ветра до штормовых значений.

Перемещение циклонов по траекториям II, III и V приводит первоначально к усилению северо-восточного (восточного) ветра, который затем переходит на юго-западный. Наиболее сильные ветры наблюдаются в переходные периоды при перемещении по траекториям II и III.

Перемещение циклонов по траектории I и VI вызывает усиление юго-западного ветра, который затем переходит на северо-восточный.

3.2 Атмосферная циркуляция, обуславливающая усиление ветра в бухте Бечевинская в теплый период года

Были построены типовые траектории циклонов для теплого времени года (июнь-сентябрь), данные траектории представлены на рис. 56.

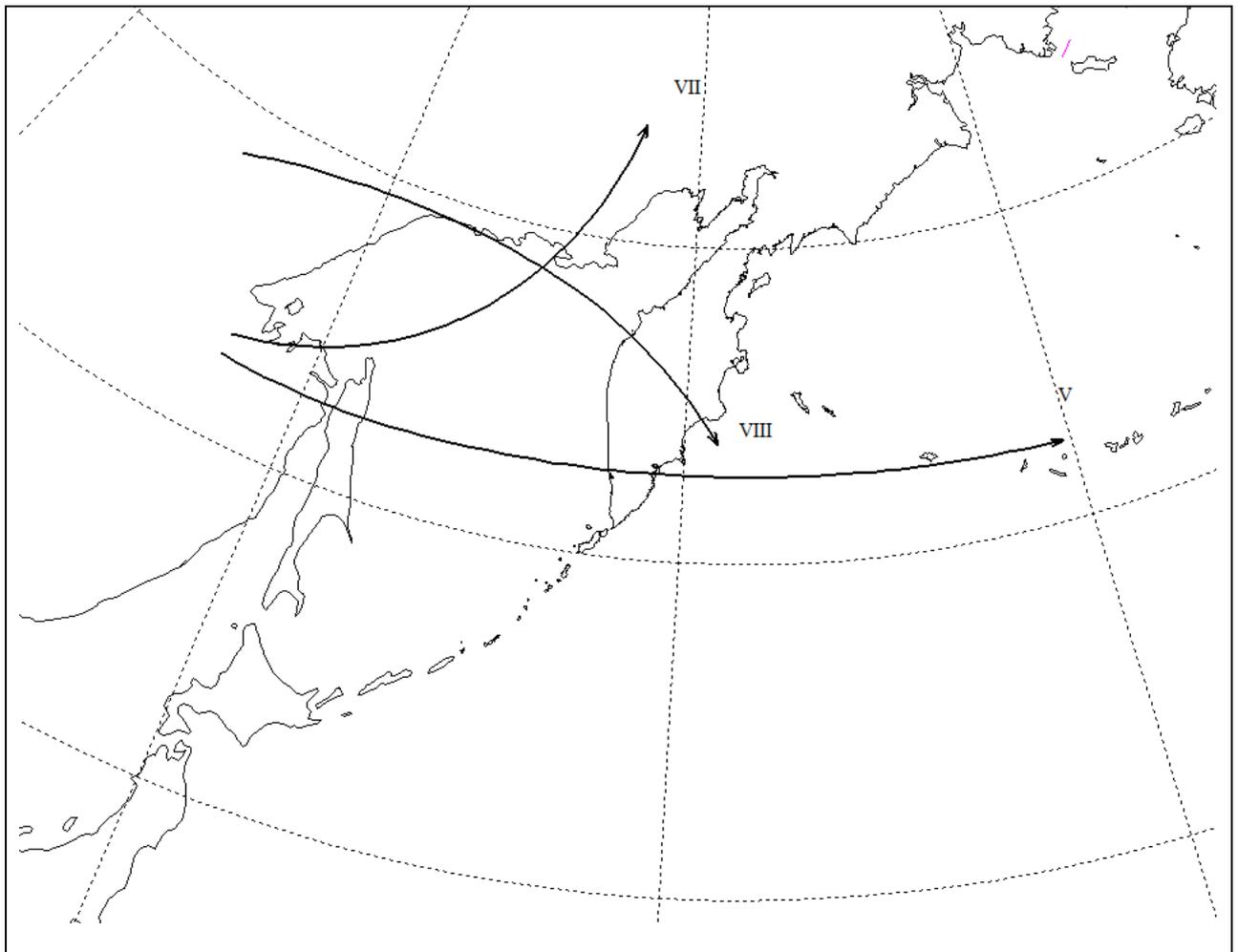


Рисунок 56 – Типовые траектории перемещения циклонов для теплого времени года

В теплое время года (июнь-сентябрь) над акваториями морей, прилегающих к Камчатке, преобладает поле повышенного давления. Временами западные циклоны с Хабаровского края выходили на акваторию Охотского моря и далее смещались или на восток, в Берингово море (траектория V), или уходили на районы Магаданской области (траектория VII). В сентябре наблюдалось смещение циклона с севера Хабаровского края на юго-восток через центральные районы полуострова (траектория VIII).

Усиление ветра до штормовых значений вызывали циклоны, перемещающиеся по траекториям V и VIII, которые приводят первоначально к усилению юго-западного ветра, а затем переходит на северо-восточный.

Перемещение циклонов по траектории VII, как правило, не приводит к усилению ветра до штормовых значений.

3.3 Зависимость скорости ветра от барического градиента

Для всех сезонов года построены зависимости средних скоростей ветра от барического градиента $\Delta p / \Delta n$, представлены на рис. 57-60.

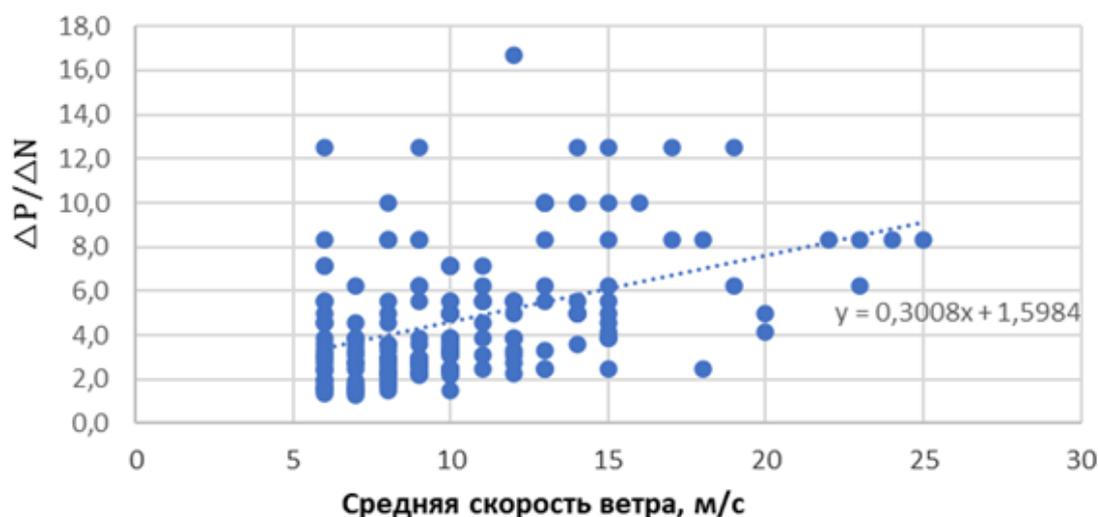


Рисунок 57 – Диаграмма зависимости средней скорости ветра от барического градиента в зимний период

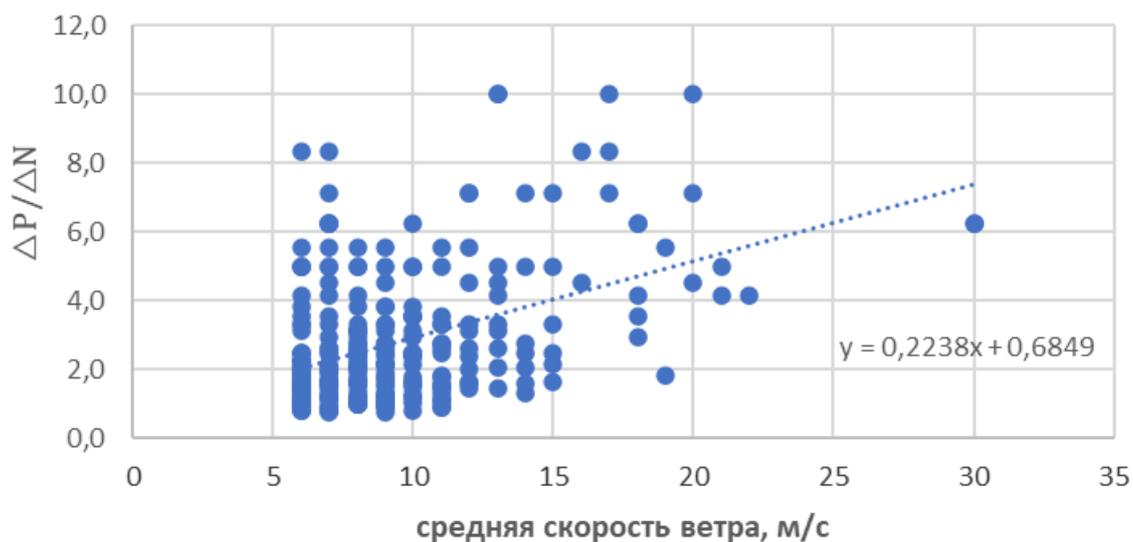


Рисунок 58 – Диаграмма зависимости средней скорости ветра от барического градиента в весенний период

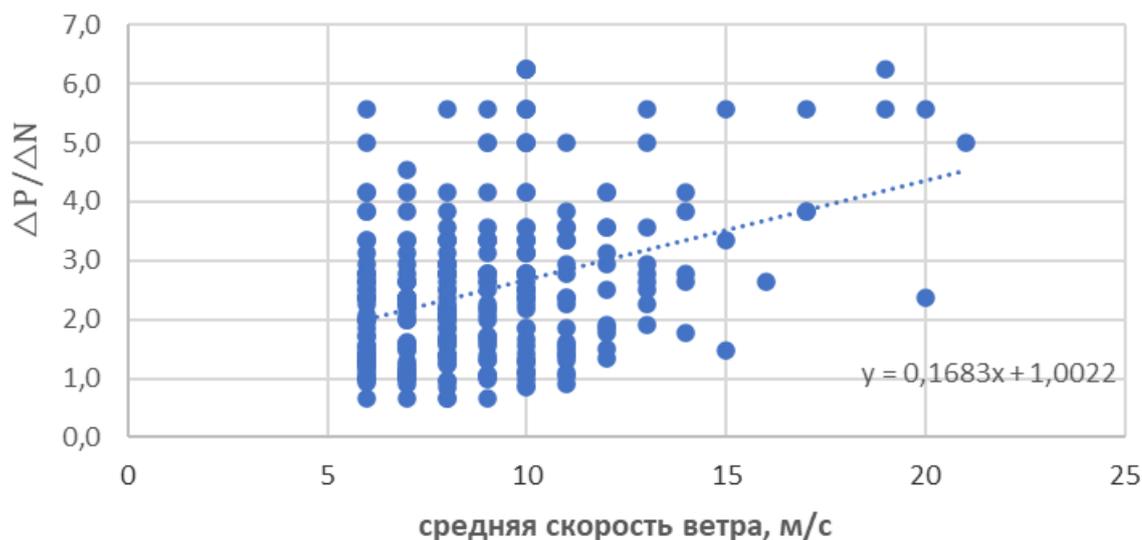


Рисунок 59 – Диаграмма зависимости средней скорости ветра от барического градиента в летний период.



Рисунок 60 – Диаграмма зависимости средней скорости ветра от барического градиента в осенний период.

Исходя из графиков барического градиента со средней скоростью, можно сделать вывод, что соотношение выражено слабо от 0,1683 до 0,3012, мы видим, что зависимость есть, но совсем незначительная, точки у нас находятся в разбросанном состоянии друг от друга, а не сгущены к линии тренда, при одном и том же барическом градиенте скорость ветра может быть разная, значит есть ложные точки, которые необходимо исключить.

Заключение

В результате анализа физико-географических условий в районе бухты Бечевинская пришли к выводу, что режим ветра в бухте Бечевинская обуславливается особенностями атмосферной циркуляции в различные сезоны года и рельефом местности.

Режим погоды в районе Камчатки в течение года обусловлена влиянием циклонической деятельности, которая в осенне-зимний период максимальна, а в летний период выражена в меньшей степени. В связи с этим муссонные черты климата, характерные для прибрежных районов материков, в бухте Бечевинская выражены слабо.

В ходе анализа данных наблюдений за ветром в бухте Бечевинская подтверждена гипотеза о преобладании в бухте Бечевинская ветров юго-западного и северо-восточного направлений.

Зимний тип циркуляции (преобладание ветров восточных и северо-восточных направлений) наблюдается в период с ноября по май, летний тип циркуляции (преобладание ветра юго-западного направления) с июня по октябрь.

С запада бухта также закрыта высокими сопками (высота), за весь исследуемый год наблюдений: не раз не отмечалось усиление среднего западного ветра до пороговых значений, а также единичный случай, когда при наличии глубокого циклона (954 гПа), в Камчатском проливе, западный ветер усиливается до 17-19 м/с, при этом на всем тихоокеанском побережье Камчатки наблюдается СЗ ветер силой 19-24 м/с порывами до 33-37 м/с.

При западном геострофическом ветре, как правило, в бухте Бечевинской отмечается сильный ЮЗ ветер при этом угол отклонения фактического от градиентного ветра может достигать 70°.

Если сравнивать с городом, то в холодный период года (январь, февраль, март и октябрь-декабрь), в ПК преобладают ветра в основном ССЗ четверти в

бухте Бечевинская преобладают ветра в основном СВ,В, в теплый период (апрель, май, июнь, июль-сентябрь) преобладают Ю, З,СЗ направления ветра, а в бухте Бечевинская ЮЗ, СВ, усиление ветра 16 м/с и более круглогодично отмечают гораздо чаще, чем в ПК, иногда в два раза (до 9% при средней скорости и порывах).

При этом бухта Бечевинская, несмотря на закрытость бухты сопками, ветер определенных направлений более значительно усиливается из-за сходимости воздушных потоков в сужении рельефа. Из-за преобладания циклонической деятельности, усиление ветра может наблюдаться в любой сезон года.

Сравнение ветрового режима в бухте Бечевинская и в г. Петропавловск-Камчатский показал, что ветровые режимы различны, и все прогностические методы для города, абсолютно не подходят для бухты.

Рассмотрены типовые траектории перемещения циклонов и характер усиления ветра в бухте Бечевинская при каждом типе.

Была предпринята попытка построения зависимости скорости ветра от барического градиента, однако можно сделать вывод, что зависимость выражено слабо. Ввиду наличия бухты данная задача классическим способом не решается. В дальнейшем предполагается для каждого направления ветра строить свою зависимость, учитывать ориентацию изобар и рассматривать значения ветра только штормовых значений.

Список используемой литературы:

1. РД 52.27.881-2019 Руководство по гидрометеорологическому обеспечению морской деятельности. – М.: ФГБУ «Гидрометцентр России», 2019. – 125 с.
2. Крышталь А.А. Тайны Бечевинки. Как была открыта гавань, ставшая секретной. – АйФ-Камчатка. – № 34 – 2015.
3. Крашенинников С.П, Описание земли Камчатки. – М.: Географгиз, 1948. – 295 с.
4. Кондратюк В.И. Климат Камчатки – М.: Гидрометеиздат: Моск. отделение, 1974. – 202 с.
5. Кондратюк В.И. Климат Петропавловска-Камчатского. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 167 с.
6. Лоция Берингова моря. Ч. 1 / Гидрогр. упр. РККФ. Восточный берег Камчатки от мыса Лопатка до мыса Олюторского и Командорские острова – Л.: Картотип. ГУ РККФ, 1938-1947. – 283 с.
7. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 1. Общая климатология. В 2 кн. Кн. 1: учебник для вузов. – СПб, РГГМУ, 2019. – 378 с.
8. Дашко Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии. Часть 1: учеб. пособие. – 2005. – 523 с.
9. Лагун Н.Н. Региональные особенности синоптических процессов: учеб. пос. – Воронеж: Тип. ВВАИУ, 1984. – 142 с.
10. Практикум по синоптической метеорологии Руководство к лаб. работам по синопт. Метеорологии / под ред. В.И. Воробьева. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 288 с.