



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)

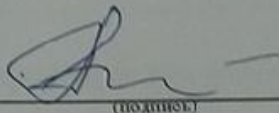
На тему: «Зимние синоптические процессы в Приморье»

Исполнитель Ибрагимов Константин Александрович
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук
(ученая степень, ученое звание)

Лаврова Ирина Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
заведующий кафедрой


(подпись)

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

Анискина Ольга Георгиевна
(фамилия, имя, отчество)

« 16 » июня 2023 г.

Санкт-Петербург
2023

Содержание

Введение	4
1. Влияние географического положения на климат	5
1.1. Особенности общей циркуляции атмосферы в крае	6
1.2. Синоптические процессы	8
1.2.1. Лето	8
1.2.2. Зима	9
1.3. Ветры в Приморском крае	10
1.4. Характеристика ветрового режима территории	12
2. Анализ синоптических условий в Приморском крае в зимний период.	15
2.1. Анализ режима температуры.....	17
2.2. Анализ режима ветра.....	26
2.3. Анализ режима осадков.....	28
3. Анализ циркуляционных характеристик атмосферных процессов за зимний период с 2018года по 2022год.	29
3.1. Аномальные явления погоды (зимняя гроза) и температура	30
3.3. Аномально теплая зима.	33
3.4. Синоптический анализ атмосферных процессов за 30 ноября – 2 декабря. 2021 года.....	34
3.5. Синоптический анализ атмосферных процессов за 18 ноября – 20 ноября. 2020 года.....	37
3.6. Синоптический анализ атмосферных процессов за 15 января – 17 января. 2021 года.....	41

3.7 Синоптический анализ атмосферных процессов за 14 февраля – 17 февраля. 2021 года.....	44
Заключение	50
Список литературы	52

Введение

Синоптические процессы, которые возникают на территории нашей планеты обусловлены образованием и прохождением циклонов и антициклонов. Циклоны – это барические образования с низким давлением в центре, а антициклоны, наоборот, с высоким.

Интенсивная деятельность циклонов и антициклонов очень тесно связана с наличием в области их воздействия неблагоприятных и опасных явлений погоды: метель, сильный и очень сильный ветер, экстремально низкие температуры воздуха и др.

Целью данной работы является исследование циклонов и антициклонов, траекторий их движения, которые сопровождались неблагоприятными и опасными явлениями погоды на территории ФГБУ «Приморское УГМС» и изменение метеорологических характеристик. В основном в работе будут выбраны именно циклоны, т.к. наибольшее опасных и неблагоприятных явлений погоды на исследуемой мной территории очень тесно связано с их прохождением.

В данную работу входит три главы, список литературы. Описывается физико-географическое положение Приморского края, общая циркуляция атмосферы, синоптические процессы и характеристика ветров. Во второй главе представлен анализ некоторых метеорологических характеристик, и рассчитана их повторяемость. В третьей главе произведён анализ нескольких синоптических ситуаций и построены траектории движения исследуемых циклонов.

1. Влияние географического положения на климат

Сложный рельеф края создает большое разнообразие в климате его отдельных зон и районов. Даже в пределах одного и того же физико-географического района можно заметить разницу в погодных условиях. Они зависят от многих причин: высоты местности, ее удаленности от моря, защищенности от господствующих ветров, направления горных склонов, долин и так далее.

От географического положения зависит величина солнечной радиации и её распределение по территории края, и, следовательно, степень нагревания земной поверхности, продолжительность дня и ночи, циркуляция воздушных масс. Южное положение территории края определяет положительность дня летом — около 16 часов; зимой этот показатель не превышает 8 часов. Такая продолжительность дня определяет значительное поступление солнечной радиации в зимнее время по сравнению с северными районами нашей страны. Благодаря географическому положению Приморья, в крае сформировался муссонный, влажный и умеренный климат. Для этой местности характерна короткая, но холодная зима и дождливое лето. Самое большое количество выпадающих осадков приходится на июнь и июль.

Хотя Приморский край расположен на одних широтах с черноморским побережьем Кавказа и Крыма, климат его значительно суровее, чем в этих благодатных уголках нашей страны. Объясняется это особенностью географического положения края. Приморье находится на стыке величайшего азиатского материка и крупнейшего водного пространства на земном шаре — Тихого океана, которые обладают резко выраженным сезонным чередованием областей высокого и низкого атмосферного давления. Такое положение Приморского края является причиной развития над его территорией порою сильных муссонных ветров; зимой они дуют с суши на море, а летом — с океана на материк.

В общем, на формирование климата Приморья оказывают влияние географическое положение, солнечная радиация, движение воздушных масс (циркуляция), характер подстилающей поверхности.

Климатическая ситуация в приморском крае.

Приморский край находится на границе самого большого в мире материка и величайшего из океанов, постоянно испытывает на себе влияние этих двух гигантов. Решающее значение имеет не столько расположение края в довольно низких широтах умеренного пояса, сколько его положение на краю огромного материка Азии, сильно охлаждающегося зимой и подогревающегося летом.

Погоду в Приморье определяют муссоны. Зимой территория края находится под преобладающим воздействием очень холодных и сухих воздушных масс, формирующихся в области мощного азиатского антициклона. Результирующий поток воздуха направлен с районов Китая на юго-восток, от области азиатского антициклона к области более низкого давления, располагающийся над Тихим океаном и окраинными морями.

В летнее время движение воздушных масс приобретает противоположное направление. В это время юго-восточными ветрами приносятся относительно прохладный и влажный морской воздух в первой половине лета и очень влажный, и теплый - во вторую его половину.

1.1. Особенности общей циркуляции атмосферы в крае

Общая циркуляция атмосферы — это замкнутые течения воздушных масс в масштабах полушария или всего земного шара, приводящие к широтному меридиональному переносу вещества и энергии в атмосфере, поэтому солнечная энергия является главной причиной всех движений на Земле. В земной атмосфере наблюдаются воздушные движения самых различных масштабов – от десятков и сотен метров (местные ветры) до сотен тысяч километров (циклоны, антициклоны, муссоны; пассаты). Основной причиной атмосферных движений является неоднородность нагревания различных участков атмосферы и поверхности Земли. Подъем тёплого и

опускание холодного воздуха на вращающейся Земле происходит вместе с формированием циркуляционных систем различного масштаба. Совокупность крупномасштабных атмосферных движений имеет название общая циркуляция атмосферы.

Тропическая зона Тихого океана является сильным источником тепла и влаги для атмосферы. Значительная отдача тепла от поверхности океана происходит зимой там, где холодные воздушные массы приходят в районы с тёплым морским течением.

Одним из самых крупномасштабных составляющих общей циркуляции атмосферы является циркуляционный вихрь. Его образование обусловлено очагами холода в полярной зоне и очагами тепла в тропической зоне. Циркуляционное движение и его проявление – западный перенос – являются устойчивой и характерной особенностью общей атмосферной циркуляции. Распределение воздушных течений на земле тесно связано с распределением давления, температуры и характером циклонической деятельности, поэтому в распределении ветра у земли должна быть определённая зональность. В северном полушарии зимой и летом преобладают ветры севера – восточного направления, а в южном – юга – восточного направления – пассаты. Яснее всего пассаты выражены над тихим океаном.

Над материками и вблизи них пассаты нарушаются другой системой течений – муссонами, которые возникают из-за циклонической деятельности, связанной с большим перепадом температуры между морем и сушей. Муссонный перенос воздушных масс лучше прослеживается в прибрежных районах Восточной Азии и, в частности, в Приморье. Зимой муссон направлен с континента, а летом на континент. По мере остывания Евразийского материка над ним всё чаще формируются области высокого атмосферного давления.

Преобладание таких областей ведёт к тому, что на картах атмосферного давления в зимние месяцы прослеживается огромная область высокого давления, называемая сибирским или азиатским антициклоном. В это время

здесь образуется мощный северо-западный поток континентального воздуха, вертикальной мощностью до 4км- зимний муссон.

Сезонная смена в влияния континента и океана обуславливает холодную зиму и дождливое влажное лето, определяет муссонный климат Дальнего Востока.

1.2. Синоптические процессы

1.2.1. Лето

Климат Приморского края в первую очередь определяются муссонным характером атмосферной циркуляции. Если в зимний период основным элементом структуры приземного поля является Азиатский антициклон, то в теплое полугодие - охотоморский антициклон, который является наиболее мощным и устойчивым образованием из всех возникающих летом на окраинных морях Восточной Азии и определяет ход синоптических процессов над всем Дальним Востоком. Муссонные потоки в районе Японского и Охотского морей возникают вследствие взаимодействия малоподвижной области пониженного давления над континентом с охотоморским антициклоном. Именно поэтому здесь и находится наиболее активная область муссонов умеренных широт. Муссонная циркуляция создает в этом регионе низкий температурный фон, по сравнению с теми же широтами на западе.

Лето в Приморье делится на первую и вторую половину. Уже весной постепенно пропадают устойчивые температурные различия между материком и Тихим океаном, и синоптические процессы приобретают зональный характер. Но уже в мае над прогревающимся континентом воздушные массы поднимаются значительно больше, чем над океаном, что в итоге, ведет к нарушению зональности процессов. Если в переходные сезоны в южные районы региона приходят воздушные массы с районов Китая и Монголии, часто довольно грязный из-за пыли, то в теплое полугодие характер синоптических процессов очень изменяется, и в летнее время здесь преобладает более чистый морской воздух.

В течении летнего периода прослеживается два типа синоптических процессов: восточный и южный. В первую половину лета чаще всего отмечается восточный тип. При нём синоптические процессы имеют активный очаг циклонической деятельности, который находится в районе Монголии и северо-восточных районах Китая. Наличие области пониженного давления над континентом и антициклонального поля над морями приводит к тому, что тяжелый и холодный морской воздух Охотского моря переходит через Татарский пролив в прибрежные районы Приморья и далее по долине реки Раздольная идёт на север, достигая иногда района Хоролья.

Вторжение холодного воздуха происходит обычно очень быстро и сопровождается низкой слоистой облачности на континенте, усилением ветра восточных румбов, резким понижением температуры воздуха. В первые сутки на побережье стоит влажная погода, дует сильный юго-восточный ветер, при приближении фронтальных разделов в крае начинаются дожди. Далее пришедшая с Охотского моря воздушная масса начинает постепенно нагреваться, ослабевает ветер, в Японском море идет образование тумана, растет температура воздуха во Владивостоке. Такая погода характерна для первой половины лета. Если циклон над континентом стационарный и фронтальные разделы отсутствуют, то осадки не выпадают, а над прибрежными районами Японского моря отмечаются густые морсящие туманы, суточного хода температуры почти нет.

Характерной особенностью южного типа летней циркуляции является наличие высокого давления, направленного с севера Охотского моря и далее на юго-восток.

1.2.2. Зима

Муссонный характер нашего климата четко прослеживается в зимнее время года, когда над азиатским материком преобладает владыка-антициклон, а над дальневосточными морями бушуют циклоны. Зима в крае чаще бывает малоснежной, а по температурному режиму близкой к многолетним

значениям и незначительно выше их. Холодные зимы (среднемесячные значения ниже нормы на 2-3°C) довольно редки. Во Владивостоке самым холодным месяцем года является январь: именно в этом месяце наблюдался абсолютный минимум температуры воздуха -30.3°C (10 января 1931 года). Особенностью приморского климата являются частые оттепели, когда температура воздуха в дневные часы может повышаться до +7...+12°C, а в феврале до 16° тепла. Во Владивостоке оттепели отмечаются во все зимние месяцы, но не ежегодно. Средняя их продолжительность составляет 1-3 дня, а вот максимальная продолжительность, 5 дней, была зарегистрирована в январе 1983 года.

В годовом распределении осадков наименьшее количество (7-25 мм) приходится на зимние месяцы. Снежные зимы в Приморском крае, как правило, редки, особенно в южных районах. Средние сроки образования устойчивого снежного покрова самые разнообразные. Так на севере края и в центральных районах снежный покров устанавливается в конце первой - начале второй декад, а на остальной территории - в декабре. В южных районах края из десяти зим в 3-5 случаях устойчивого снежного покрова вообще не образуется. Во Владивостоке самая ранняя дата выпадения снега отмечалась в 1963 году - 4 октября. Самая ранняя дата установления снежного покрова приходится на 13 ноября (1947 г.), а по средним срокам - в середине декабря.

1.3. Ветры в Приморском крае

Ветры в Приморском крае носят характер муссонов. Зимой муссоны дуют в основном с севера и северо-запада, а летом — с юга и юго-востока. Однако, значительная пересеченность территории края очень сильно влияет на передвижение воздушных масс, поэтому в ряде мест наблюдаются отклонения муссонов от их основного, для данного сезона, направления.

Что касается скоростей ветра, то для Приморья замечена следующая закономерность. Среднегодовая скорость ветра в южных районах в два-два с половиной раза выше, чем в северных. Например, у острова Аскольд она

составляет 11,2 м в секунду, а у мыса Золотого — 5,3 м в секунду. Другой закономерностью является возрастание скорости ветра от зимы к лету в равнинной части. Это объясняется тем, что в холодное время года на материке устанавливается высокое давление и скорости ветра малы. В теплый же период, когда усиливается влияние тихоокеанских циклонов, скорости ветра возрастают.

Штормы наблюдаются главным образом на побережье края. Наиболее часто они свирепствуют в холодное время года. Количество штормовых дней резко убывает от побережья вглубь территории края. Так, если на южном побережье, в районе мыса Поворотного, в среднем за год бывает 86 штормовых дней, то в селе Астраханке, находящемся на 230 км северо-западнее мыса Поворотного, — всего 27 штормовых дней.

В связи с тем, что образующиеся в тропиках и субтропиках циклоны достигают приморского побережья главным образом в августе и сентябре, в эти же месяцы наблюдаются и наиболее сильные штормовые ветры-тайфуны. Кроме ветров, связанных с сезонными изменениями атмосферного давления и циклонической деятельности, в Приморском крае наблюдаются еще и местные ветры, вызываемые особенностями рельефа и тепловым взаимодействием суши и моря. К ним относятся: бризы, фены, горно-долинные астры и суховеи. Бриз наблюдается в защищенных бухтах побережья Японского моря, в неширокой береговой полосе. Распространение бриза вглубь континента задерживают горы. В летний период дневной бриз начинается обычно в 10-11 часов утра и продолжается до захода солнца. Он дует с моря на нагретое побережье. В холодный период года в связи с сильным ночным охлаждением суши дневной бриз менее продолжителен. Иногда в холодное время года в прибрежных районах возникают относительно теплые сухие ветры — фены. Они образуются при переливании воздушных потоков через хребты. Опускаясь, воздух нагревается и становится суше. При этом повышается температура приземных слоев воздуха, изменяется направление ветра. Весной фены ускоряют таяние снега. В западные районы нашего края приходят

суховеи, которые проникают со стороны северо-восточного Китая и Монголии. Наиболее сильные, часто повторяющиеся суховеи характерны для Приханкайской равнины в апреле - мае.

1.4. Характеристика ветрового режима территории

Ветровой режим Владивостока определяется муссонной циркуляцией, выраженной в преобладании северо-западного ветра в холодное полугодие и юго-восточной - в теплое. Большое влияние на направление и скорость ветра оказывает горный рельеф и характер застройки Владивостока. Весной при переходе к летней циркуляции наблюдается постепенное уменьшение повторяемости ветров северных направлений и увеличение повторяемости южных. В летний период скорости ветра резко уменьшаются. Преобладающее направление ветра в городе юго-восточное. В суточном ходе наблюдается следующее изменение скорости ветра: утром повсеместно, за исключением района бухты Тихой, наблюдаются минимальные скорости, максимальное значение скорости ветра наступает либо днем, либо вечером.

Ветровой режим региона определяется муссонным характером климата и частым прохождением циклонов. Особенности распределения атмосферного давления определяют общие характеристики ветрового режима над акваторией Японского моря. По ветровому режиму район прибрежной зоны можно поделить на три части: ЗПВ, и материковое побережье к югу и северу от мыса Золотого.

В период зимних муссонов на описываемом побережье преобладают северо-западные и северные ветры, повторяемость их колеблется от 40 до 73%, а в открытом море она составляет 21-30%. В отдельных местах района наблюдаются отклонения ветра от преобладающих направлений в зависимости от рельефа местности. Так, в заливе Посыета, в бухте Рудная зимой преобладают западные ветры (30-63%), а в заливе Находка - северо-восточные (37%).

Весной происходит перестройка барического поля и по сравнению с зимой увеличивается повторяемость ветров южных направлений. Ветры в это

время малоустойчивы. Летом направление ветра менее устойчиво, чем зимой, и повторяемость преобладающих ветров выражена слабее. В заливе Петра Великого преобладают восточные, юго-восточные и южные ветры, в остальной части описываемого района - восточные и северо-восточные. Необходимо учитывать, что восточные ветры в открытом море при движении к берегу меняют свое направление и севернее мыса Поворотный становятся северо-восточными, в восточной части залива Петра Великого - юго-восточными, а в западной его части - северо-восточными.

Осенью характер циркуляции приближается к зимнему: увеличивается повторяемость северных ветров, а в заливе Посыета и бухте Рудная - западных. Необходимо учитывать, что направление ветра в открытом море и на побережье различно; так, если ветер на побережье северо-западный, то в открытом море следует ожидать северный. Еще большее различие в направлении ветра на побережье и в открытом море наблюдается в тех случаях, когда ветер направлен с моря на высокий гористый берег. В этом случае ветер принимает направление, параллельное берегу, а так как ориентация берега самая разнообразная, то и направление ветра будет различным даже в пределах одной бухты.

Наибольшие скорости ветра отмечаются зимой. Средняя месячная скорость в январе в открытом море составляет 10 м/с, а на побережье 5-8 м/с. В июле скорость ветра повсеместно уменьшается и не превышает 2-6 м/с. Особенностью северо-западного побережья Японского моря является усиление ветра, направленного вдоль берега. На участке побережья между мысами Белкина и Поворотный северо-восточные ветры усиливаются в два раза по сравнению с открытым морем.

В заливе Петра Великого вследствие его орографических особенностей преобладают ветры двух румбов. В период зимних муссонов, с октября-ноября по март преобладают ветры северных и северо-западных направлений. Штормы связаны в основном с циклонической деятельностью и наблюдаются преимущественно в холодный период года. Наибольшее число дней со

штормовым ветром отмечается в декабре-январе и составляет 9-16 за месяц. В отдельные дни скорость ветра может достигать 40 м/с. Весной, при смене зимнего муссона на летний, ветры мало устойчивы. Летом в заливе преобладают юго-восточные ветры. Штиль чаще отмечается летом и вообще в летний период скорость ветра меньше. В южной части побережья в холодное время года преобладают сильные ветры северо-западных, а в северной - северо-восточных румбов. Повторяемость этих ветров в период с ноября по февраль составляет 60 - 70 %. В январе и феврале повторяемость преобладающих ветров в отдельных пунктах побережья доходит до 75 - 90%. В течение холодного сезона повторяемость штормовых ветров, вызываемых глубокими циклонами, резко возрастает. В теплый период года над морем преобладают южные и юго-восточные ветры. Повторяемость их составляет 40 - 60%, а скорости, как и зимой, в среднем убывают с севера на юг. В целом, скорость ветра в теплое время года значительно меньше, чем зимой. В вершинах Амурского и Уссурийского заливов средняя месячная скорость ветра равна 1 м/с, в бухтах и заливах - 3-5 м/с. Средняя годовая скорость ветра меняется от 1 м/с (в вершине Амурского залива) до 6-7 м/с в открытом море и на севере Татарского пролива. Во временном ходе среднемесячные значения скорости ветра достигают максимальных величин в конце осени, зимой и в начале весны. В переходные сезоны (весной и осенью) направление и скорость ветра очень изменчивы.

Повторяемость штилей, как и скорость ветра, имеет годовой ход. Наименьшая повторяемость штилей отмечается зимой; в открытом море она составляет 1-4%, на побережье 6-10%, а в защищенных бухтах может достигать 30-60%. Весной повторяемость штилей увеличивается на 5-15% по сравнению с зимой. Летом в открытом море она составляет 6-8%, а на побережье колеблется от 5 до 52%. Осенью повсеместно штили наблюдаются реже. Повторяемость скорости ветра 14 м/с и более зимой колеблется от 9 до 14%, а в закрытых бухтах не превышает 5%. Усиление ветра зимой обычно наблюдается в тыловой части проходящего циклона, а также при углублении

циклона в районе Алеутских островов или усилении Азиатского антициклона. Летом повторяемость скорости ветра 14 м/с и более составляет 2-9%, а в закрытых бухтах эти ветры бывают не ежегодно. Усиление ветра летом чаще отмечается в передней части проходящего циклона. Иногда скорость ветра достигает 33 м/с и более. В районе мысов продолжительность этих ветров составляет 8-11 ч в месяц, наибольшая достигает 54 ч. В описываемом районе наблюдаются бризы и фены. Бризы - ветры суточной периодичности; чаще всего они наблюдаются на участке побережья от бухты Преображения до мыса Белкина. Бризы могут наблюдаться в течение всего года, но чаще они отмечаются весной и летом.

Скорость этих ветров колеблется от 1 до 4 м/с, иногда может составлять 8-10 м/с. Скорость дневного бриза несколько больше скорости ночного. В защищенных бухтах бризы наблюдаются чаще. Фен - сильный, порывистый, теплый, сухой ветер, дующий с гор. При фене происходит резкая смена направления ветра, повышение температуры воздуха, уменьшение относительной влажности воздуха и облачности. Продолжительность фена невелика и, как правило, колеблется от 6 до 12 ч.

2. Анализ синоптических условий в Приморском крае в зимний период.

В ходе выполнения дипломной работы были проанализированы многолетние характеристики погоды в Приморском Крае.

Для анализа характеристик были выбраны семь метеорологических станций, которые относятся к Приморскому краю: Красный Яр (31845), Дальнереченск (31873), Мельничное (31895), Пограничный (31915), Рудная Пристань (31959), Владивосток (31960), Тимирязевский (31961). На рисунке 2.1 показано местоположение метеорологических станций.

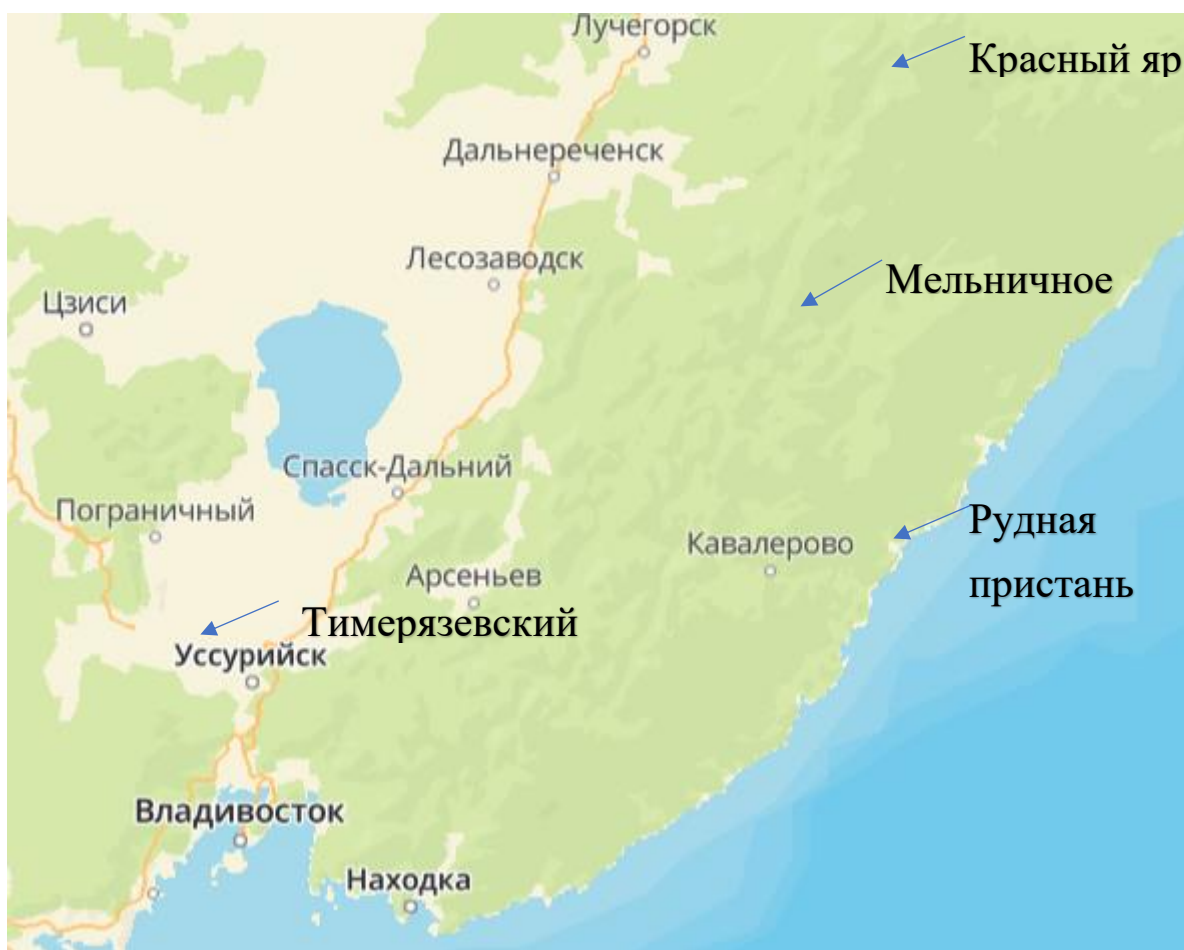


Рисунок 2.1 – Расположение исследуемых метеорологических станций на территории Приморского Края.

Анализ проводился с использованием архива данных по значениям температуры и направления ветра за каждый срок измерений в период с 1966 года по 2022год. Данные были взяты с сайта Обнинска. В процессе исследования мной были рассчитаны значения минимальной температуры воздуха и её повторяемость 1966 год по 2022год за зимний период, а также повторяемость направлений ветра.

На представленном на графике(рисунок 2.2) видно, что самые низкие температуры отмечаются в январе, на станциях расположенных в северных частях края Красный яр $-22,4^{\circ}\text{C}$, Дальнереченск $-19,1^{\circ}\text{C}$, Мельничное $-21,7^{\circ}\text{C}$., а самые высокие в южных районах Владивосток $-12,4^{\circ}\text{C}$, Пограничный $-10,8^{\circ}\text{C}$.

2.1. Анализ режима температуры.

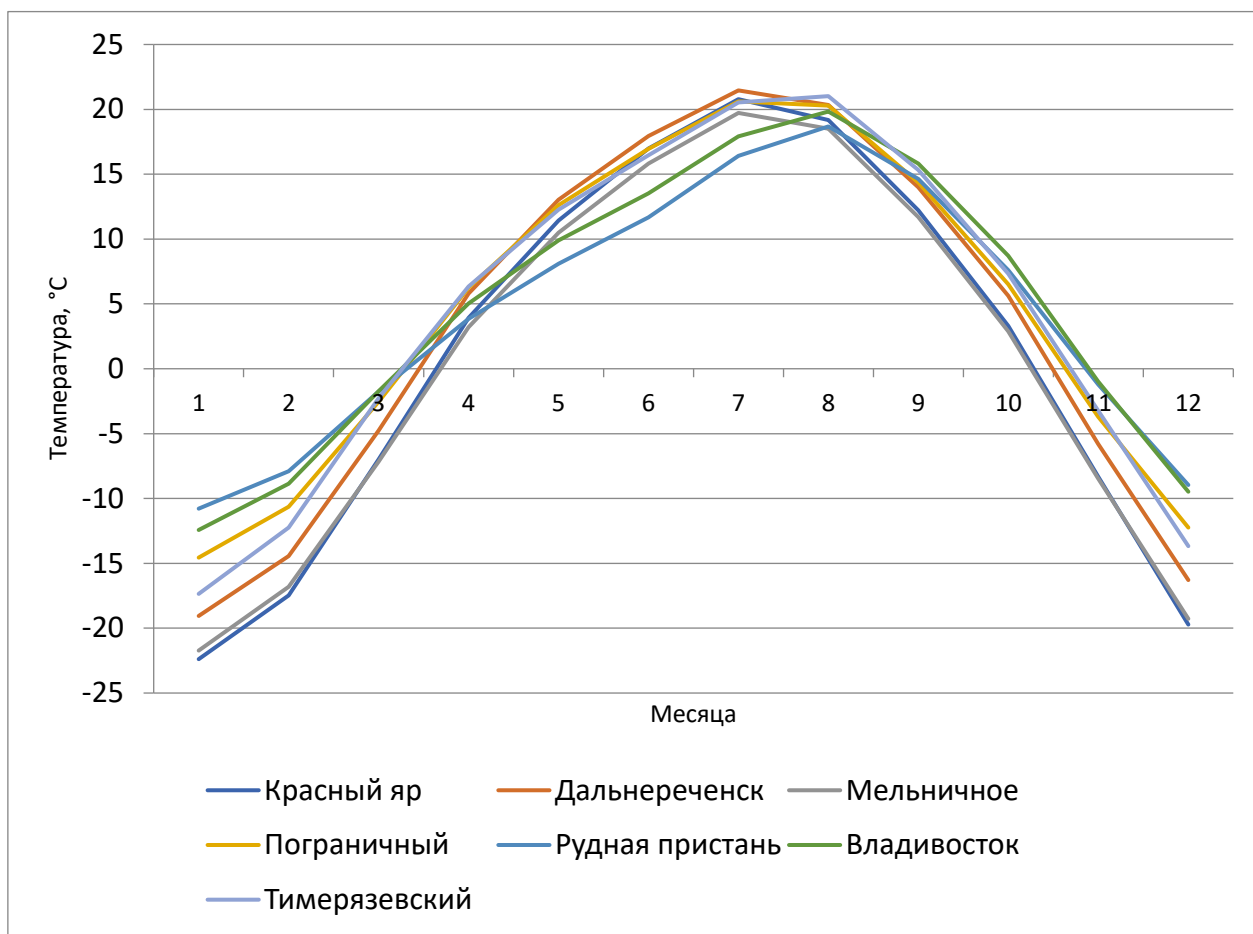


Рисунок 2.2 График годового хода средних температур воздуха.

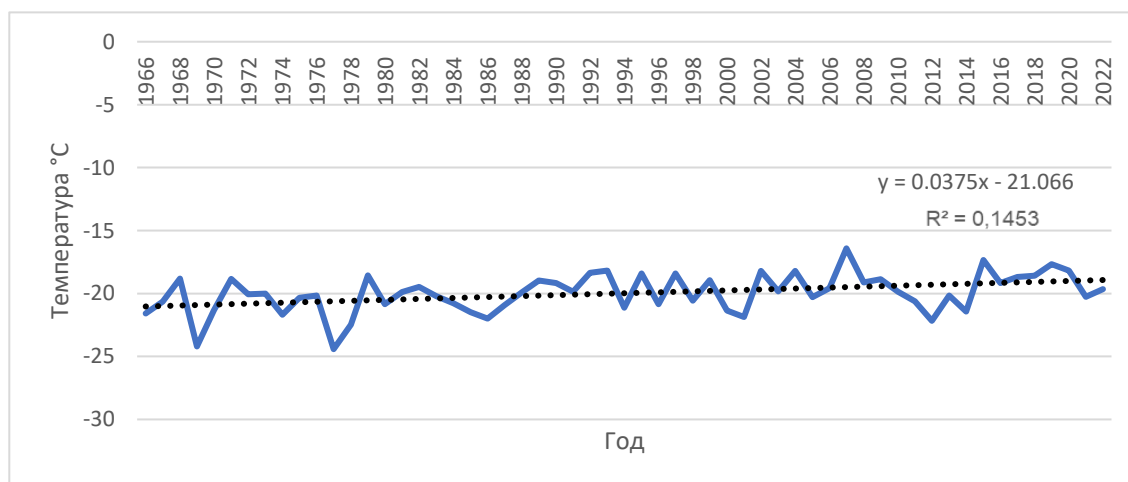


Рисунок 2.3 Средняя за зиму температура воздуха станции Красный Яр.

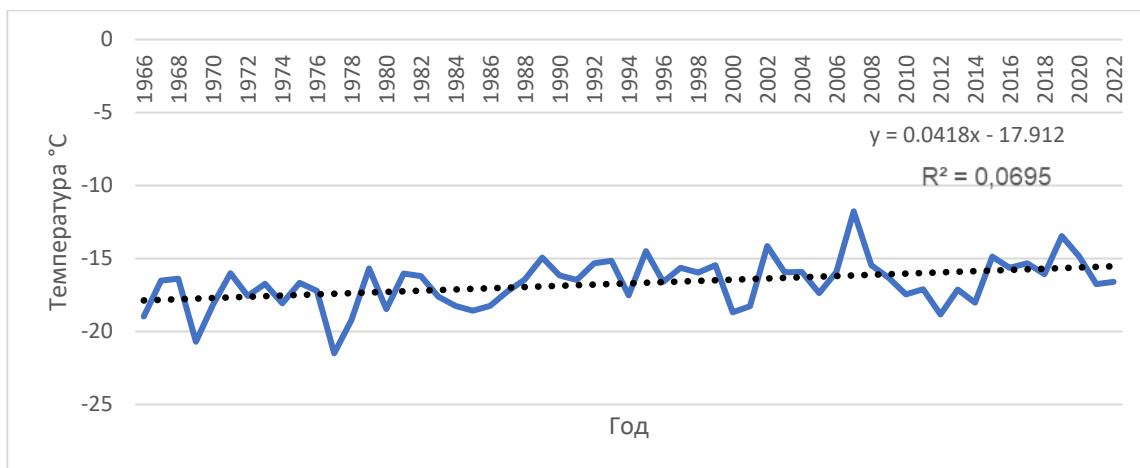


Рисунок 2.4 Средняя за зиму температура воздуха станции Дальнереченск

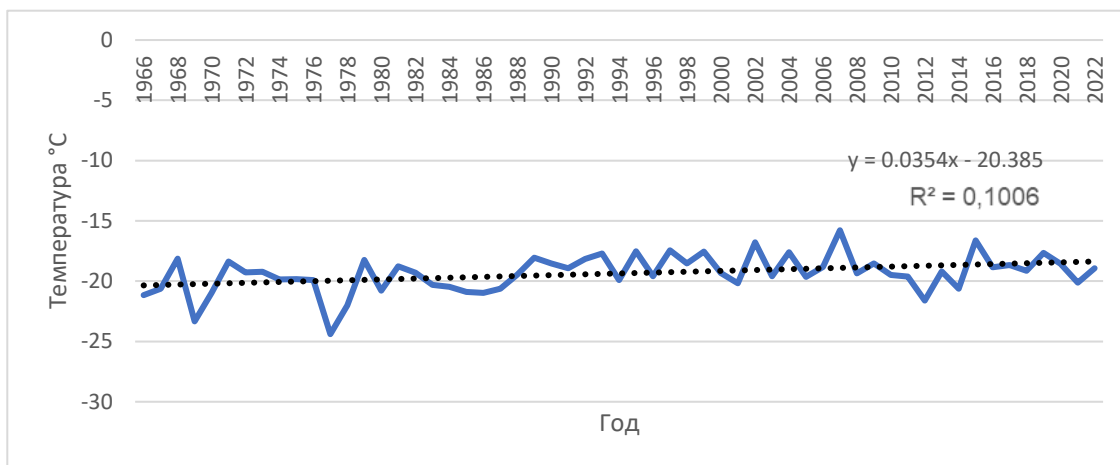


Рисунок 2.5 Средняя за зиму температура воздуха станции Мельничное

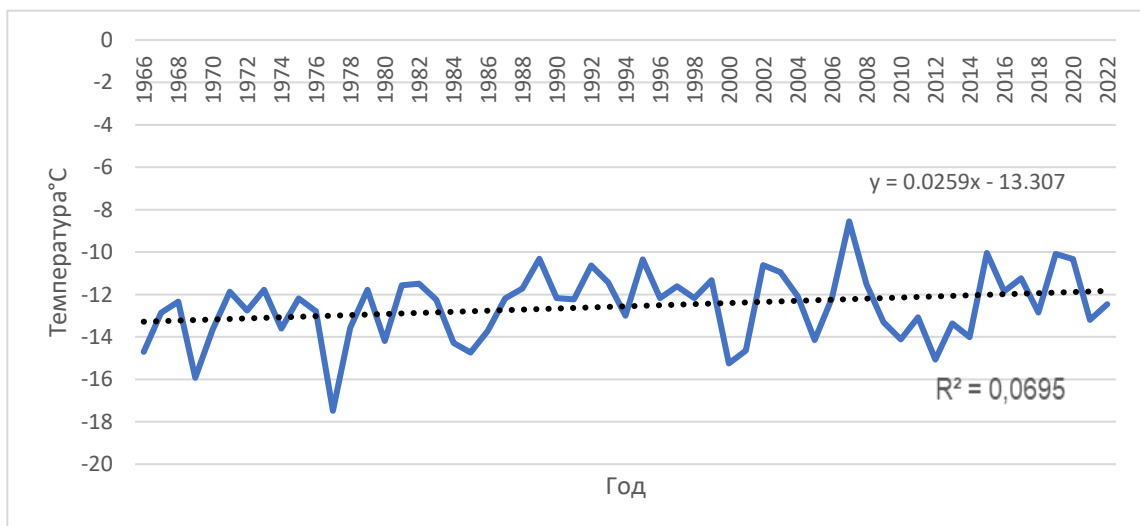


Рисунок 2.6 Средняя за зиму температура воздуха станции Пограничный

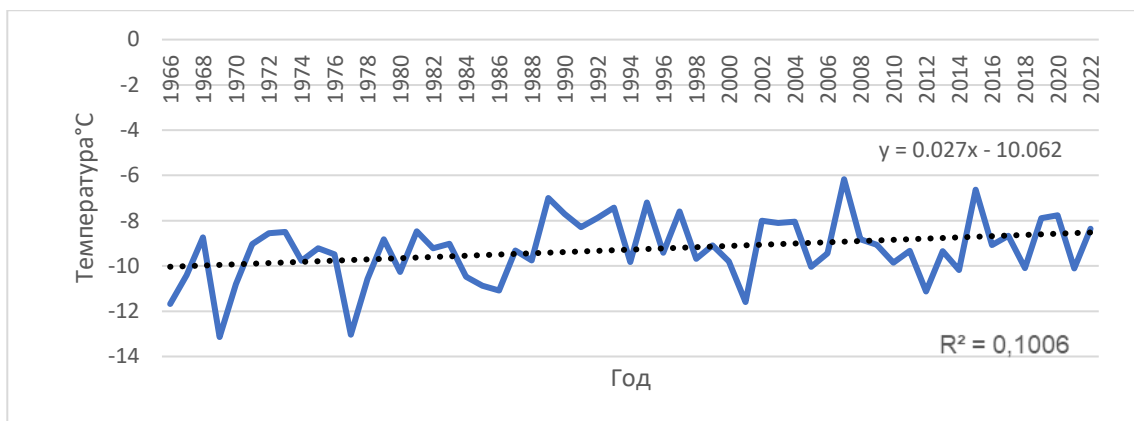


Рисунок 2.7 Средняя за зиму температура воздуха Рудная пристань

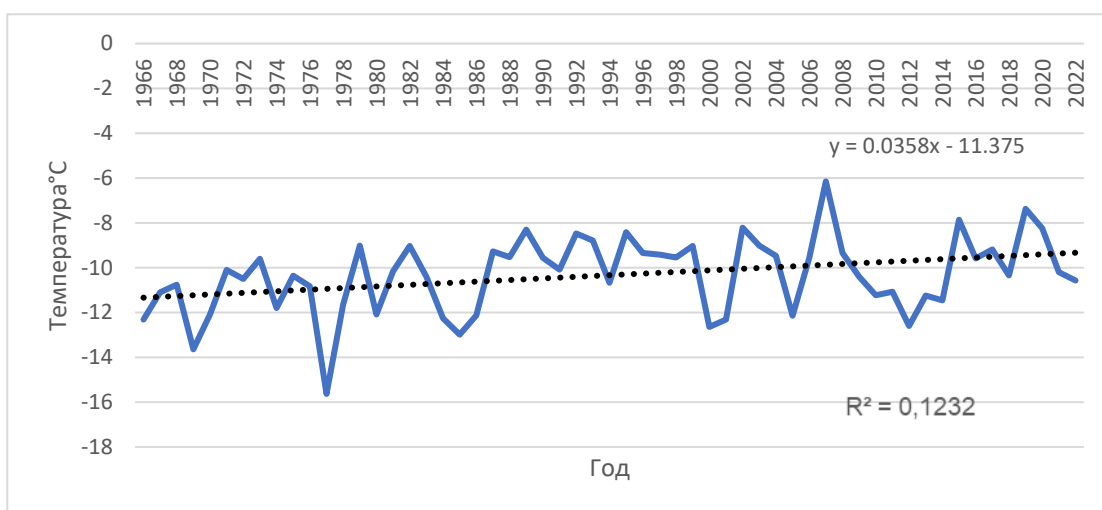


Рисунок 2.8 Средняя за зиму температура воздуха станции Владивосток

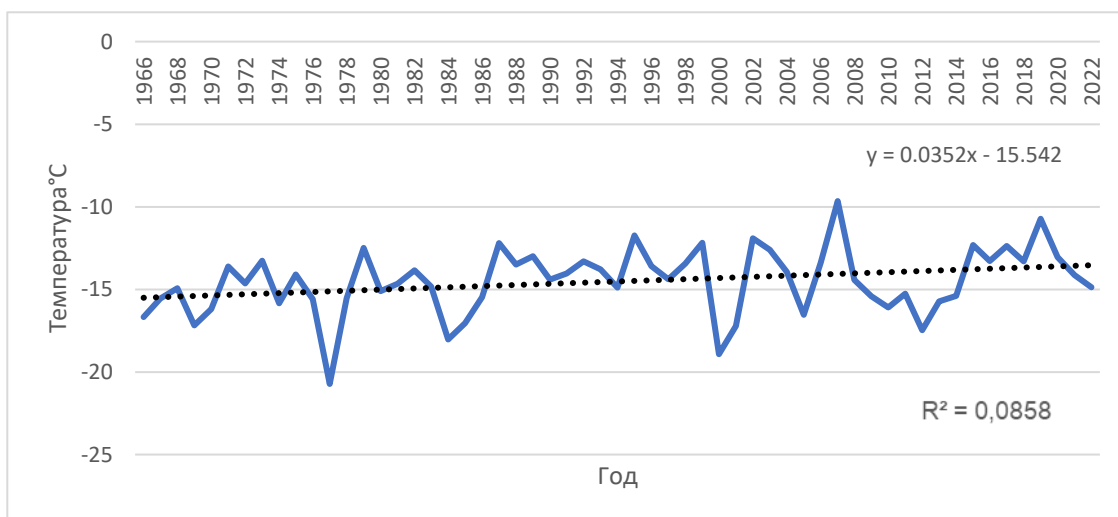


Рисунок 2.9 Средняя за зиму температура воздуха станции Тимирязевский

Из рисунков 2.3-2.9 видно, что самые низкие минимальные температуры воздуха на станциях, которые находятся глубже внутри континента. Самые

низкие температуры прослеживаются на станции Мельничное со значением -24,4°C, а самые большие на станции Владивосток -6,2°C. Так же на графиках прослеживается тенденция увеличения минимальной температуры, только на некоторых станциях она больше (Владивосток и Тимирязевский), а на каких-то меньше (Красный Яр и мельничное). Если присмотреться внимательней к вышеуказанным графикам, то можно увидеть, что все минимумы температур приходятся на 1977год, кроме станции Рудная пристань. На этой станции минимум температуры приходится на 1969 год и составляет -13,1°C. На вышеуказанных графиках видно, что на станциях, находящихся вблизи береговой линии, амплитуда между самой маленькой минимальной температурой воздуха и самой большой больше, чем амплитуда на станциях, находящихся в глубине континента.

Линейные тренды проверены по критерию Фишера и являются значимыми на всех станциях.

В рамках работы рассчитаны повторяемости температур ниже -15°C, -20°C, -25°C. Результаты представлены на рисунках 2.9-2.15.

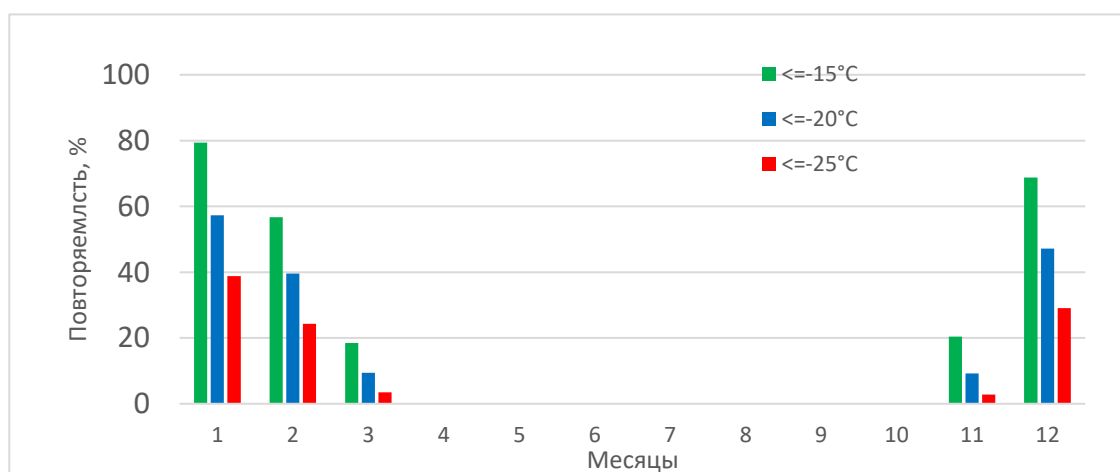


Рисунок 2.9- График повторяемости минимальных температур, значение которых -15°C, -20°C, -25°C на станции Красный Яр.

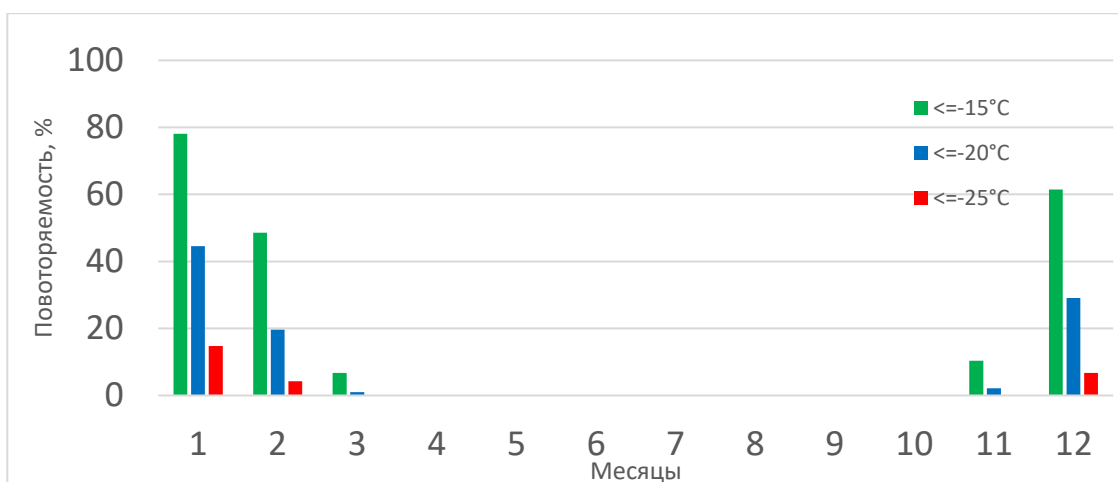


Рисунок 2.10- График повторяемости минимальных температур, значение которых -15°C, -20°C, -25°C на станции Дальнереченск.

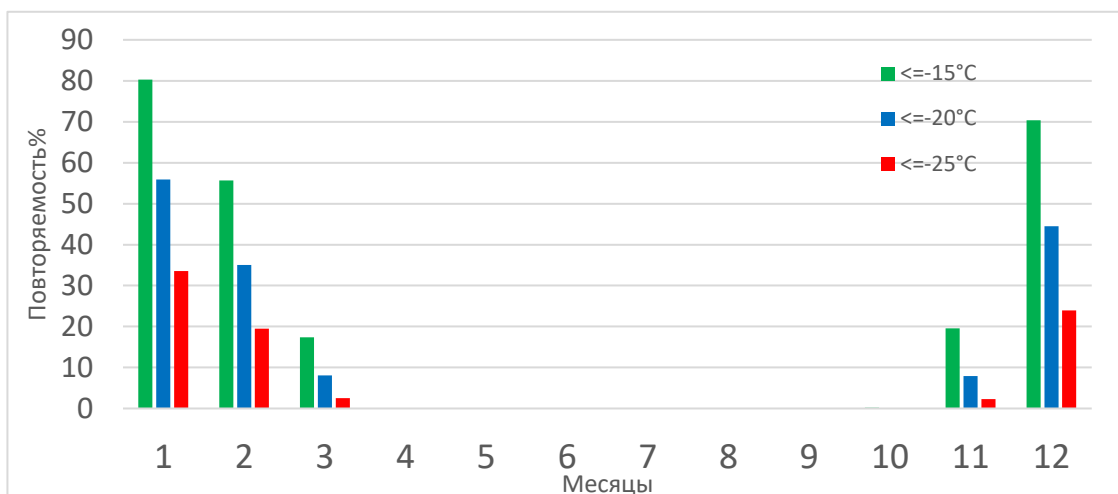


Рисунок 2.11- График повторяемости минимальных температур, значение которых -15°C, -20°C, -25°C на станции Мельничное.

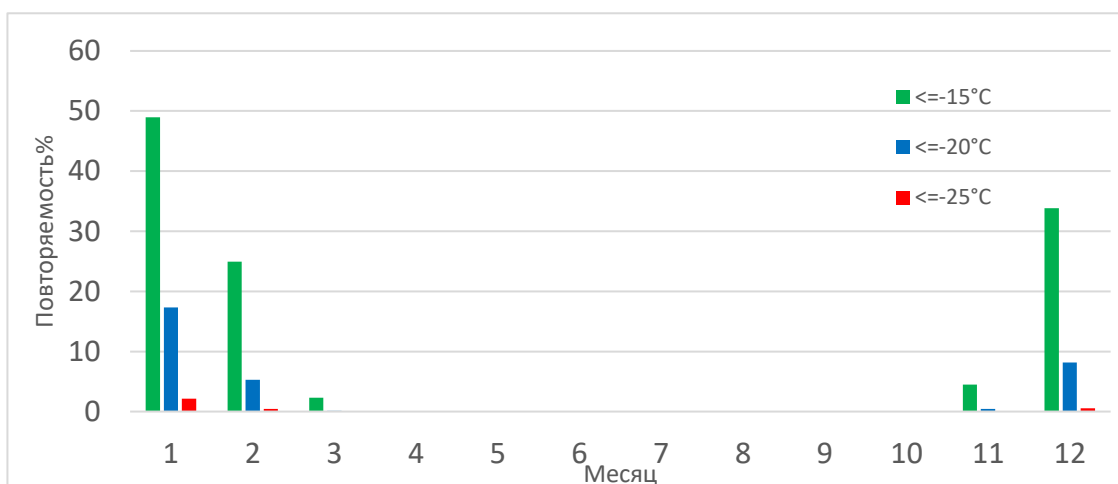


Рисунок 2.12- График повторяемости минимальных температур, значение которых -15°C, -20°C, -25°C на станции Пограничный.

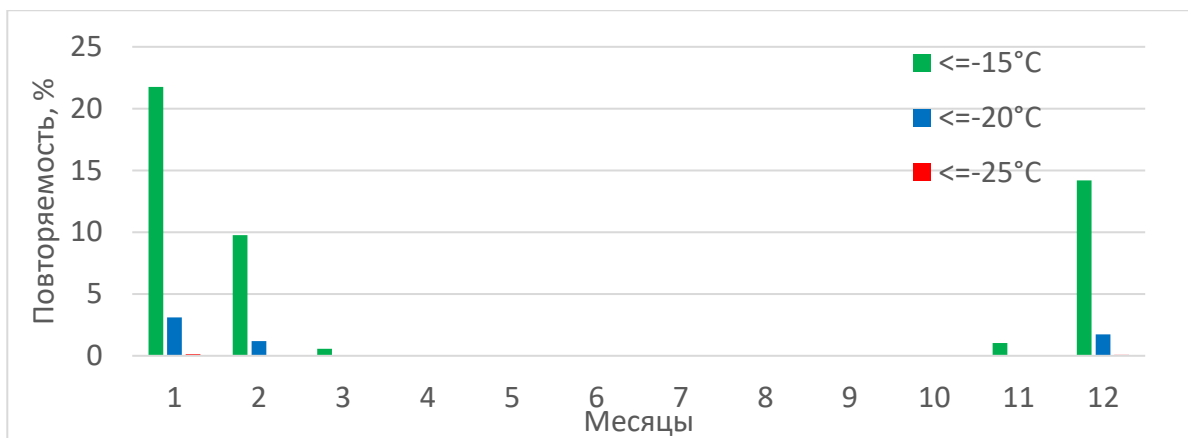


Рисунок 2.13- График повторяемости минимальных температур, значение которых -15°C, -20°C, -25°C на станции Рудная Пристань.

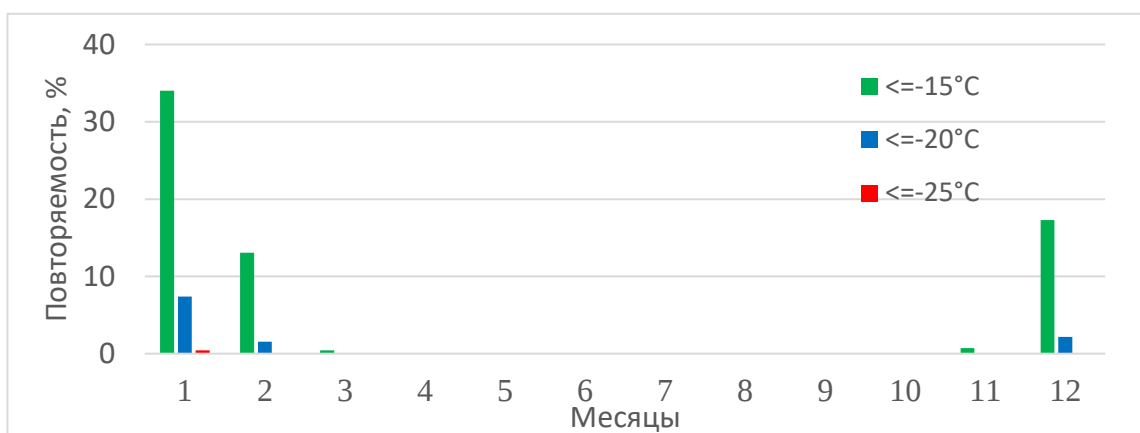


Рисунок 2.14 - График повторяемости минимальных температур, значение которых -15°C, -20°C, -25°C на станции Владивосток.

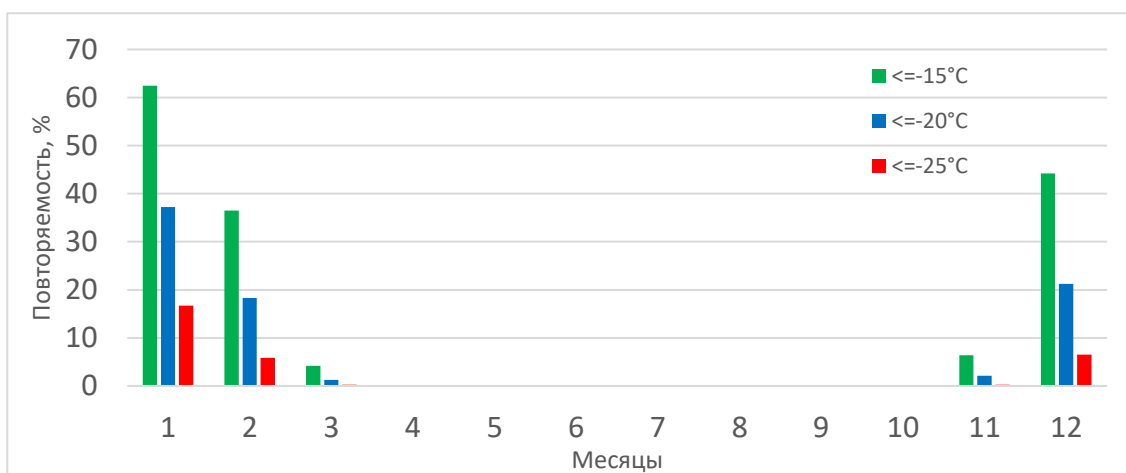


Рисунок 2.15 - График повторяемости минимальных температур, значение которых -15°C, -20°C, -25°C на станции Тимирязевский.

Проанализировав графика представленные под рисунками 2.9-2.15, можно сделать вывод, что в самое большое количество минимальных температур воздуха, которые меньше -15°C , -20°C , -25°C приходятся на январь месяц, на втором месте декабрь, на третьем февраль. Как было рассмотрено на выше описываемых графиках на станциях, которые находятся в прибрежных районах, такие как Владивосток в Рудная пристань количество температур воздуха, которые меньше -15°C , -20°C , -25°C , меньше, чем на станциях, которые находятся в глубине Приморского края, следовательно и повторяемость по месяцам на морских станциях меньше. Так же мы видим, что на морских станциях минимальные температуры меньше -15°C , -20°C , -25°C приходятся только на 3 зимних месяц, в то время как на других станциях, чем глубже они находятся на территории края, тем больше минимальных значений приходится на начало весны и конец осени. Из графиков повторяемости по месяцам видно, что чем северней находится метеорологическая станция, тем больше повторяемость минимальной температуры воздуха, которая меньше, чем -15°C , -20°C , -25°C , а чем южнее, тем меньше.

Далее проанализирован временной ход повторяемости низких значений температуры воздуха, ниже -20°C .

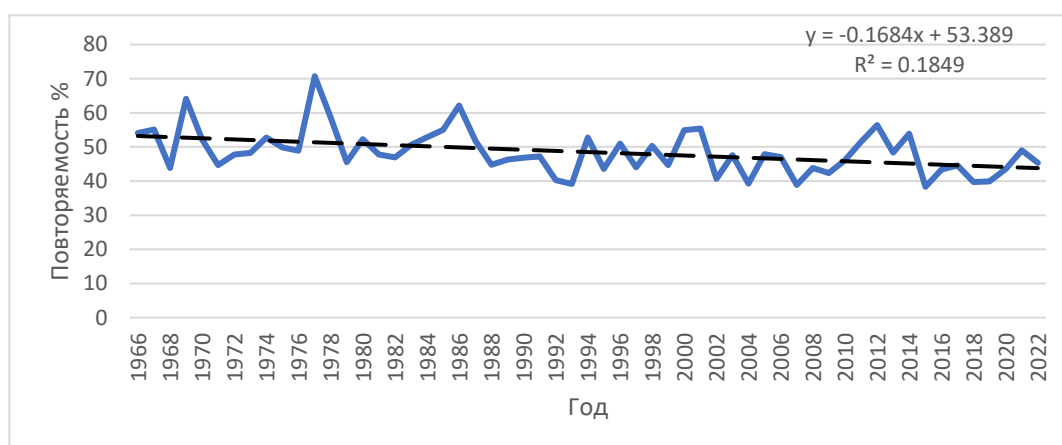


Рисунок 2.16- График повторяемости минимальных температур, значение которых -20°C на станции Красный Яр.

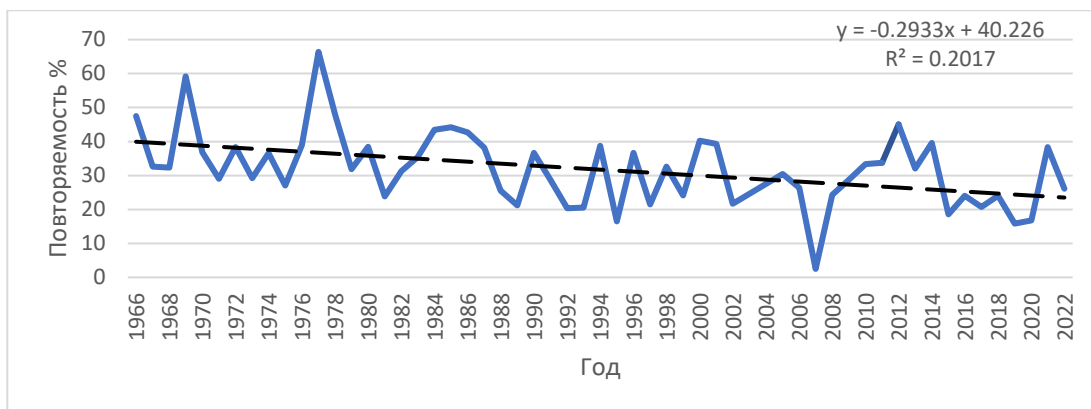


Рисунок 2.17- График повторяемости минимальных температур, значение которых -20°C на станции Дальнереченск.

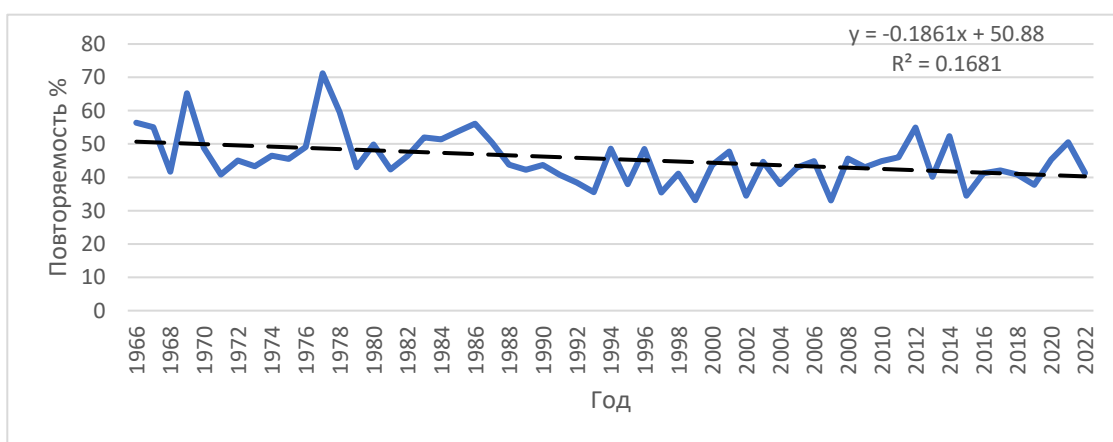


Рисунок 2.18- График повторяемости минимальных температур, значение которых -20°C на станции Мельничное.

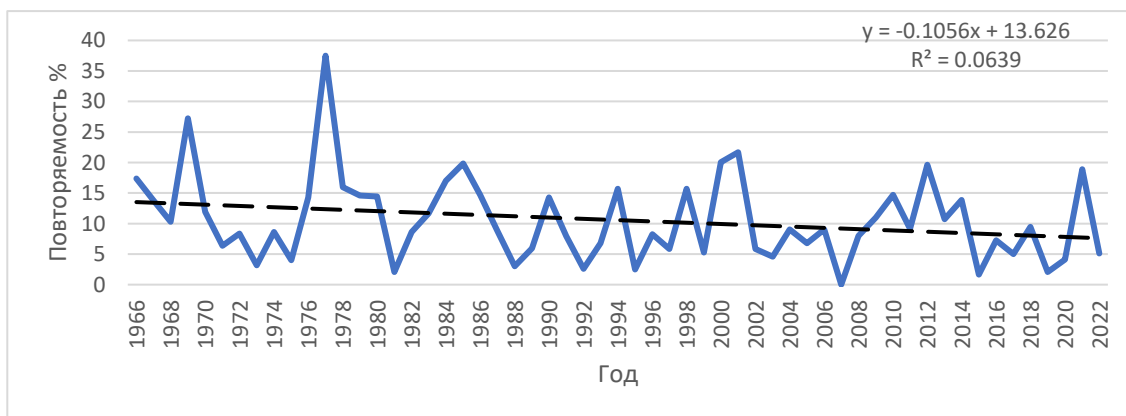


Рисунок 2.19- График повторяемости минимальных температур, значение которых -20°C на станции Пограничный.

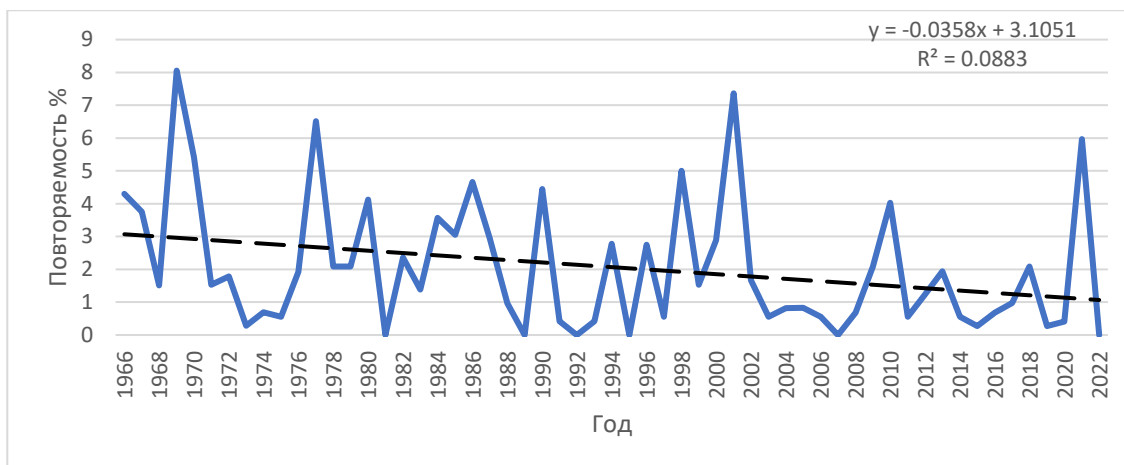


Рисунок 2.20- График повторяемости минимальных температур, значение которых -20°C на станции Рудная Пристань.

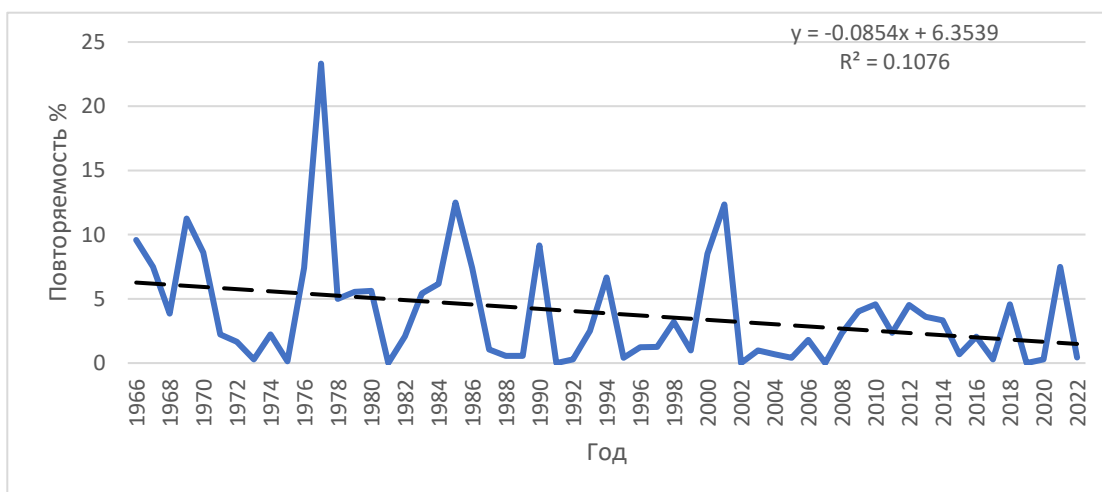


Рисунок 2.21- График повторяемости минимальных температур, значение которых -20°C на станции Владивосток.

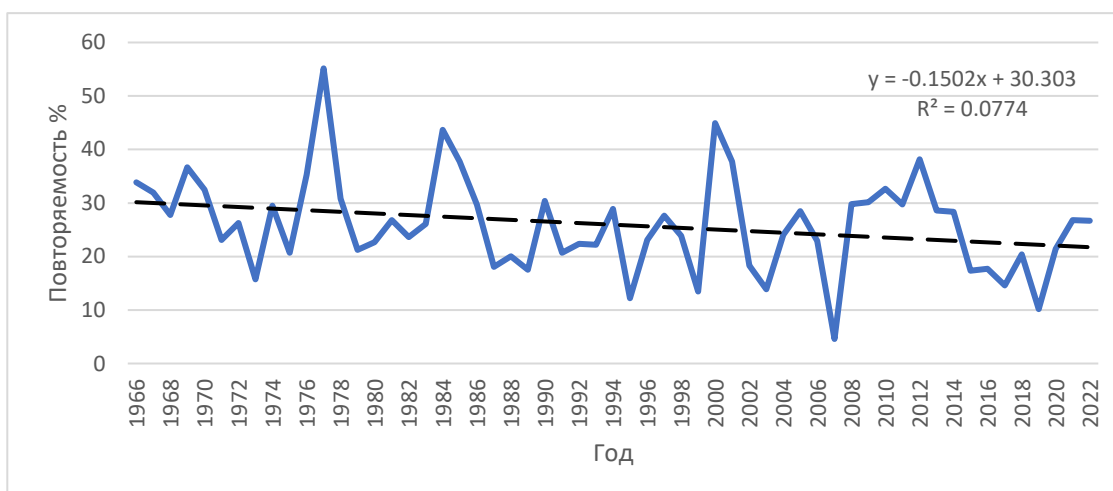


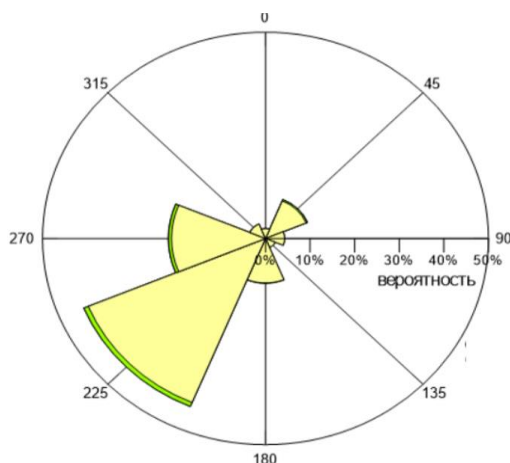
Рисунок 2.22- График повторяемости минимальных температур, значение которых -20°C на станции Тимирязевский.

На рисунках 2.16-2.22 на всех станциях можно наблюдать тенденцию по уменьшению числа случаев с минимальной температурой воздуха меньше -20°C . Максимальный процент повторяемости минимальной температуры по отношению к сумме сроков измерения за зимний период каждого года, которая меньше -20°C , составляет 71% прослеживается на станции Мельничное. На графиках видно, что есть станции, на которых в некоторых годах отсутствовали температуры ниже -20°C , это такие станции как: Владивосток, Рудная пристань, Пограничный, особенно выделяются морские метеорологические станции: Владивосток и Рудная пристань. Если на метеорологической станции Пограничный отсутствие температур воздуха меньше -20°C наблюдалось только в 2007 году, то на морских станциях это прослеживается довольно часто. Наименьшую амплитуду имеют метеорологические станции находящиеся в глубине края, такие как Красный яр, Мельничное. Так же на вышеуказанных графиках видно, что из исследуемого мной периода самый холодный год был 1977, а самый тёплый 2007.

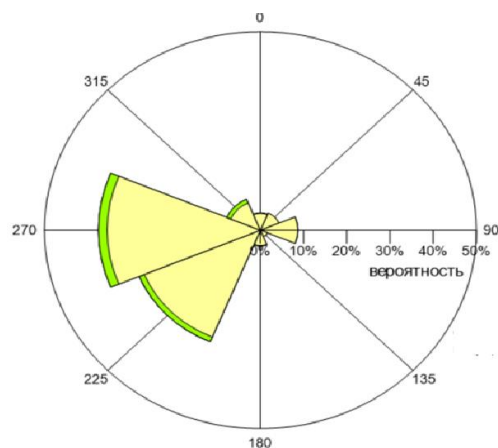
Линейные тренды проверены по критерию Фишера и являются значимыми на всех станциях, кроме станции Пограничный.

2.2. Анализ режима ветра.

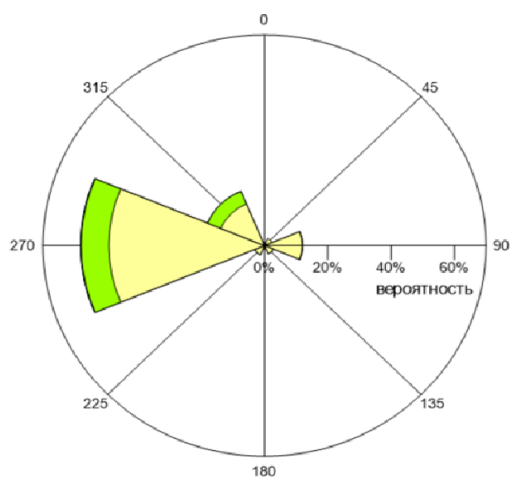
Рассмотрим повторяемость направлений ветра за зимний период.



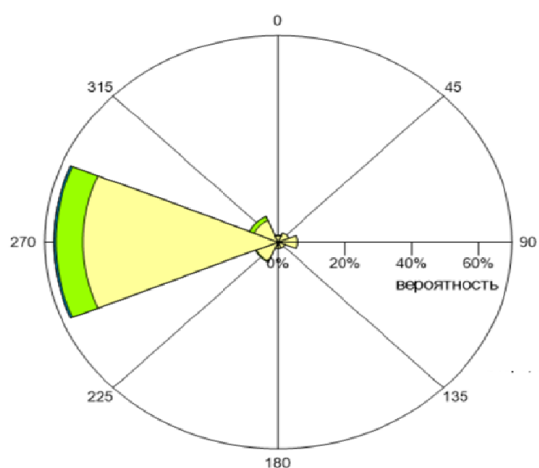
Красный яр. Зима. Штиль 59.4%



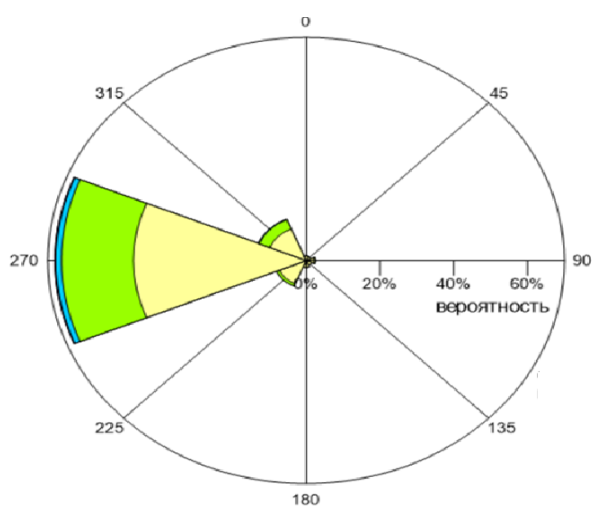
Дальнереченск. Зима. Штиль 6.2%



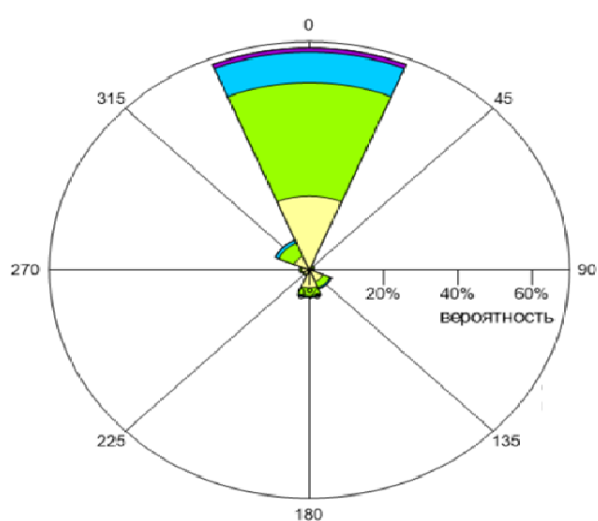
Мельничное. Штиль 37.8%



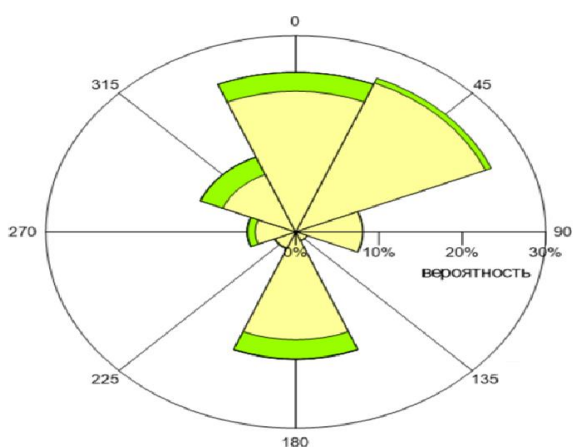
Пограничный. Зима. Штиль 7.2%



Рудная пристань. Зима. Штиль 4.1%



Владивосток. Зима. Штиль 1.0%



Тимирязевский. Зима. Штиль 24,3%

Рисунок 2.23 – Повторяемость направления ветра по станциям

Из вышепоказанных графиков видно, что в зимний период на станциях, которые расположены ближе к северу преобладает западное направление ветра, но на некоторых станциях (Красный яр и частично Дальнереченск) преобладает Юго-Западное направление ветра. Рассмотрев более южные станции Владивосток и Тимирязевский, видим, что преобладает северное направление, но на станции Тимирязевский, которая расположена северней чем Владивосток, имеет достаточно большую повторяемость Южного направления. Так же на графиках мы видим, что самые большие скорости ветра приходятся на прибрежные станции или близкие к ним. Так, например на станции Владивосток отмечались самые высокие скорости ветра больше 10 в 15% случаев. Самые низкие скорости ветра в до 5 м/с отмечаются на станции Красный яр в 97% случаев. Так же на станции Красный яр отмечается штиль в 59% случаев.

2.3. Анализ режима осадков

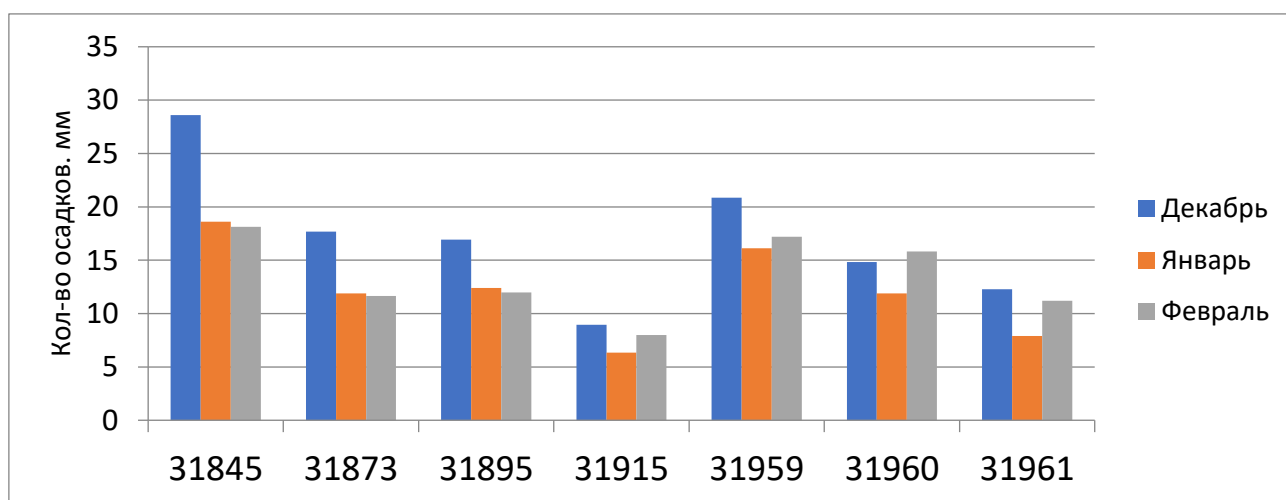


Рисунок 2.24 - Среднемесячное количество осадков по станциям за зимние месяцы.

На графике видно, что самое максимальное количество осадков отмечается в декабре на станции Красный яр. Наибольшее количество осадков отмечается на севере, а наименьшее количество осадков в южных районах далеко от береговой линии.

3. Анализ циркуляционных характеристик атмосферных процессов за зимний период с 2018года по 2022год.

Для анализа было выбрано четыре случая прохождения циклона над территорией Приморского края. Выбранные циклоны представляют собой наибольший интерес в связи с тем, что при их воздействии на территории края было сильное ухудшение погоды, нетипичные явления, сильные ветра, большое количество осадков.

В процессе проведения анализа были рассмотрены приземные карты и карты барической топографии за необходимые сроки. Что бы лучше понять синоптическую ситуацию в крае рассмотрим стандартную ситуацию в крае.

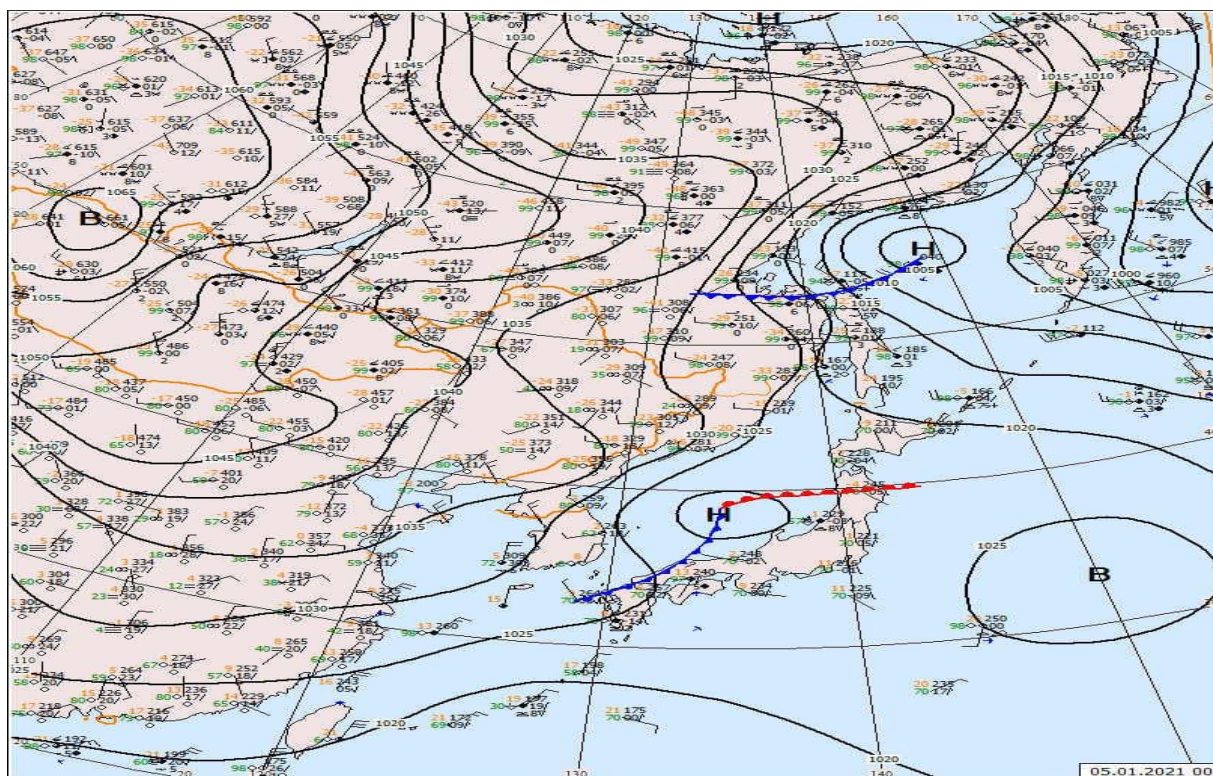


Рисунок 3.1 Приземная карта погоды за 05.01.2021 года срок 00.

На рисунке 3.1 видно, что погоду на побережье Приморского края определяет передняя часть циклона, находящегося в Японском море. Температура вдоль береговой линии изменяется от -10 до -15°C, не большие скорости ветра, и без осадков. С севера же на погоду в крае влияет циклон, который проходит вдоль Сахалина в Охотском море. Здесь же уже

температуры воздуха от -25 до -31°C , небольшие скорости ветра, и без осадков.

Не одно место на земле не может обойти без аномальных процессов и явлений погоды. Приморский край не исключение. В данной главе будут рассмотрены синоптические ситуации с аномальными, неблагоприятными и опасными явлениями погоды: гроза, низкие значения температуры, ледяной дождь, ветер, сильные осадки.

3.1. Аномальные явления погоды (зимняя гроза) и температура

23 декабря 2022г. на территории Приморского края было отмечено не характерное для зимнего периода явления, гроза. Самые сильные очаги были зафиксированы в Финском море. В крае же в период действия грозы преобладал циклон в стадии максимального развития с давлением в центре 976гПа. Максимальное количество осадков в крае было 7см за 3 часа. Максимальная скорость ветра прослеживалась вдоль береговой линии и составила 75км/ч.

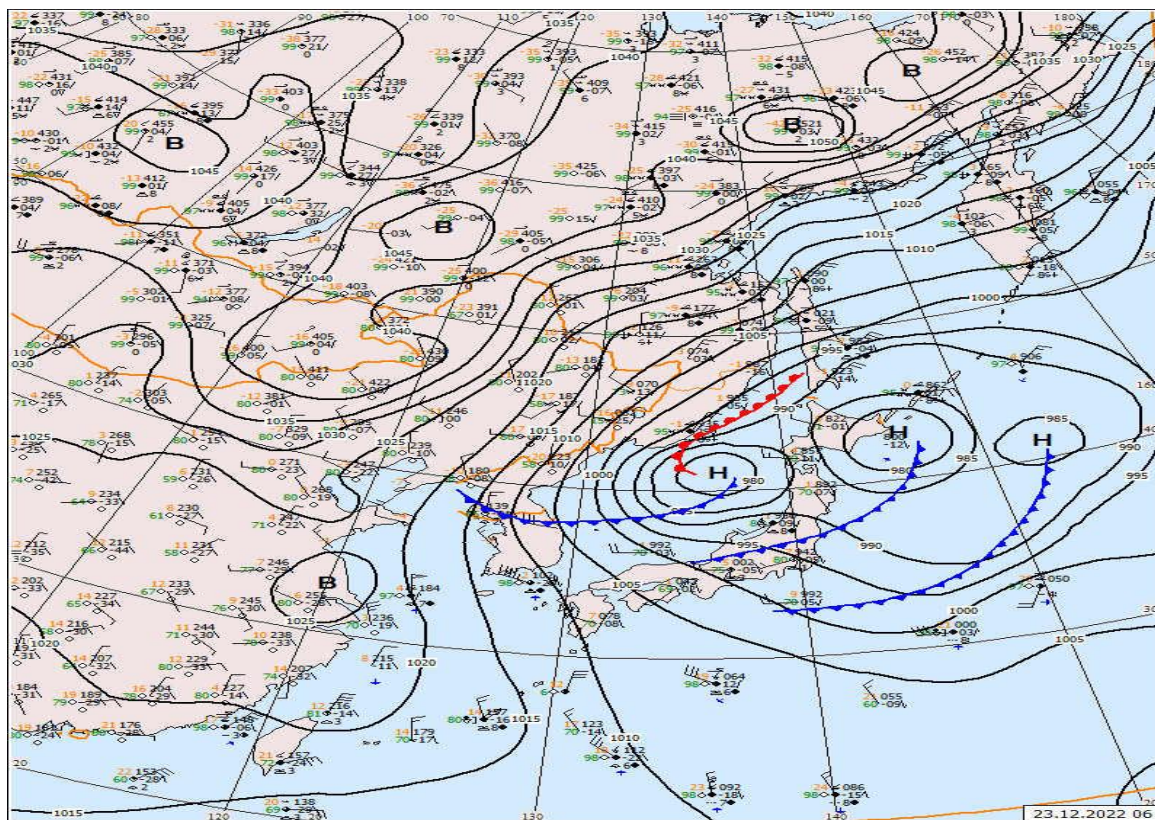


Рисунок 3.2 Приземная карта погоды за 23.12.2022 года срок 06.

Температура.

24 января 2023 года на территории Приморского края наблюдалась аномально низкая температура. Этому явлению сопутствовало нахождение двух низких барических образований: одно из них находилось возле центральной части Японии с давлением в центре 1000гПа, а второе возле Курильских островов с давлением в центре 1000гПа. Максимальная температура составила -21 градус, а минимальная -41 градус, в то время как ощущалось от -36 до -50 градусов. В этот период осадки были только в северной части края, в виде небольшого снега 0,3см за 3 часа. Скорость ветра от 4км/ч до 38км/ч.

3.2. Аномально холодная зима в 2021.

Зимой 2021 года на территорию Приморского края в большей степени оказывали влияние циклоны. Один из них проходил рядом с территорией Приморского края 15 января 2021 года. Давление в центре составляло 997гПа. Под влияние центральной части циклона попала столица Приморского края город Владивосток. Находился циклон в стадии молодого циклона с глубиной до 700 гПа или до 3км. Количество осадков, выпадавших на территории города, составляло 2.9см за 3 часа. Скорость ветра от 30 до 50 км/ч или 10-15м/с. В период прохождения циклона в отдельных регионах Приморского края температура опустилась до -34 градусов.

С 28 по 29января 2021 года вдоль береговой линии Приморского края проходил циклон. Его давление менялось от 1012гПа по 991гПа. За этот период циклон развился до стадии молодого, и его глубина увеличилась до 700гПа. Максимальное количество осадков, выпавших за 3 часа, составило 6мм. Средняя температура по краю составила -21 градуса.

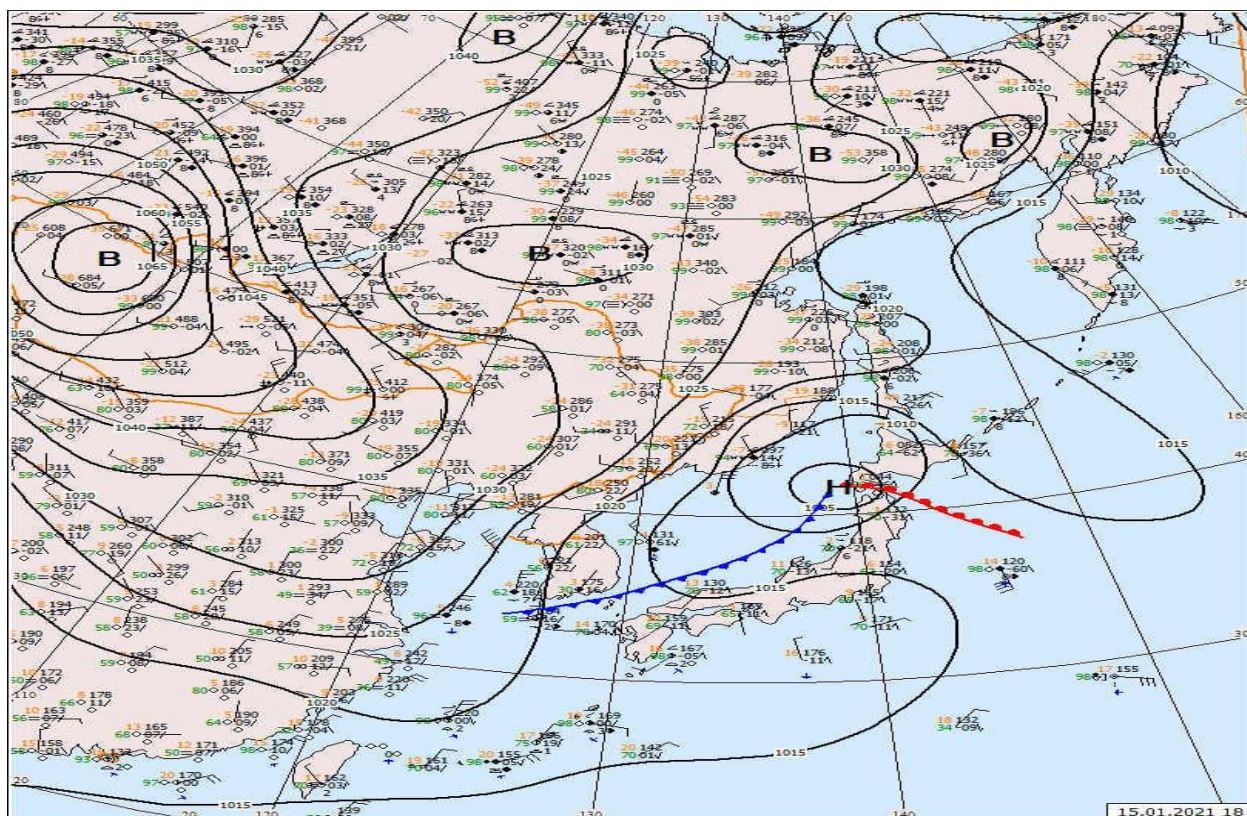


Рисунок 3.20 Приземная карта погоды за 15.01.2021 года срок 18.

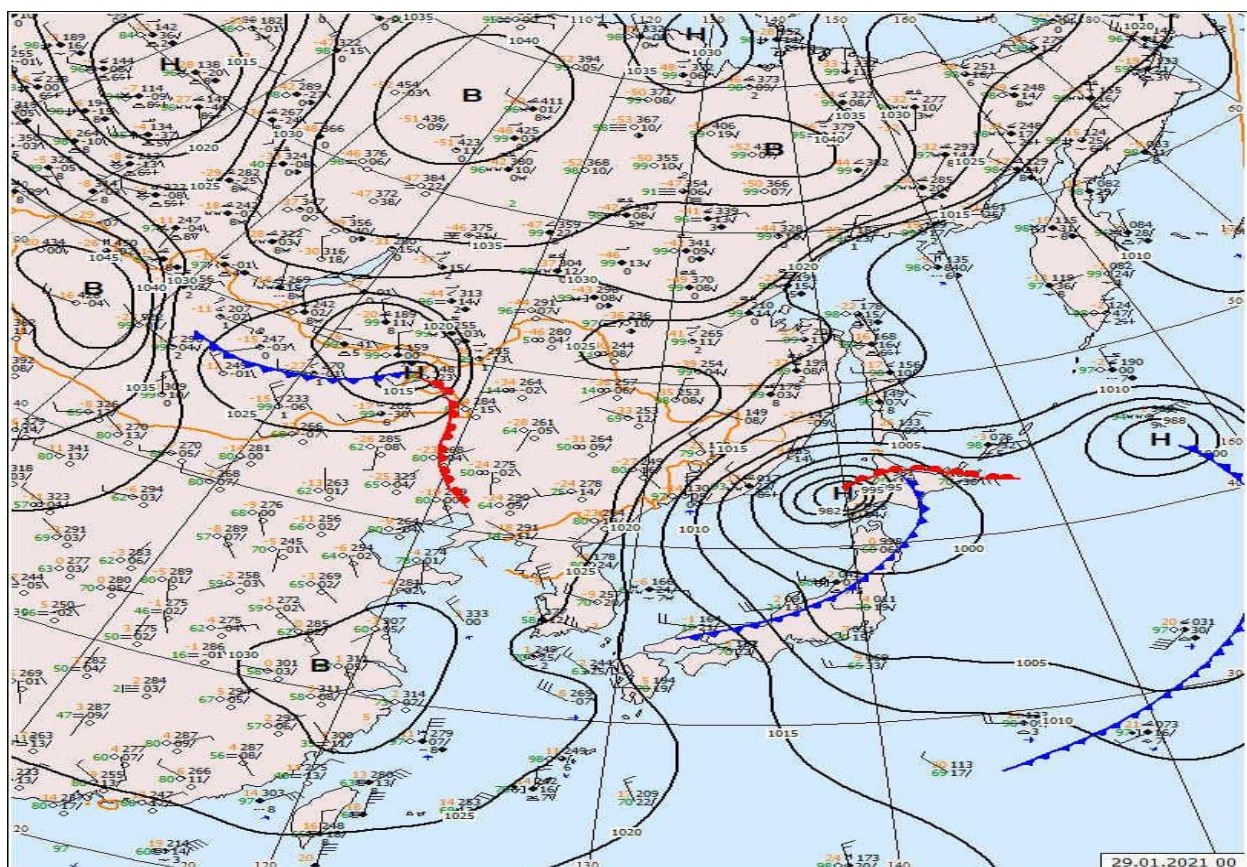


Рисунок 3.21 Приземная карта погоды за 29.01.2021 года срок 00.

3.3. Аномально теплая зима.

2 декабря 2018 года погоду в крае определял циклон, находившийся юго-западной края, с давлением в центре 1008гПа. Скорость ветра от 6 до 23км/ч. (Рисунок 3,22)

22 января 2019 года погоду в крае определял циклон, северо-западной края, который продолжает углубляться. Давление в центре составляло 1005гПа. Температура в крае изменялась от -1 до -23 градусов. Скорость ветра до 5 км/ч. (Рисунок 3.23)

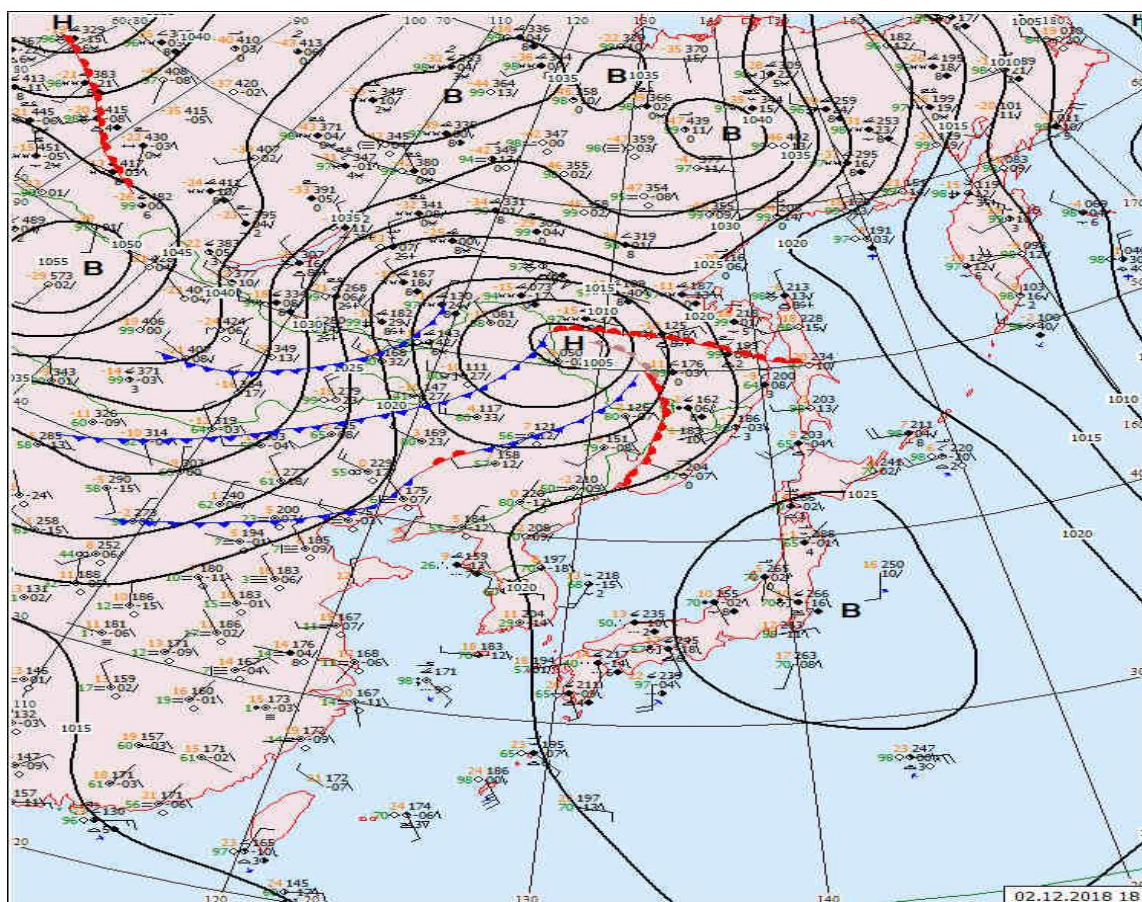


Рисунок 3.22 Приземная карта погоды за 02.12.2018 года срок 18.

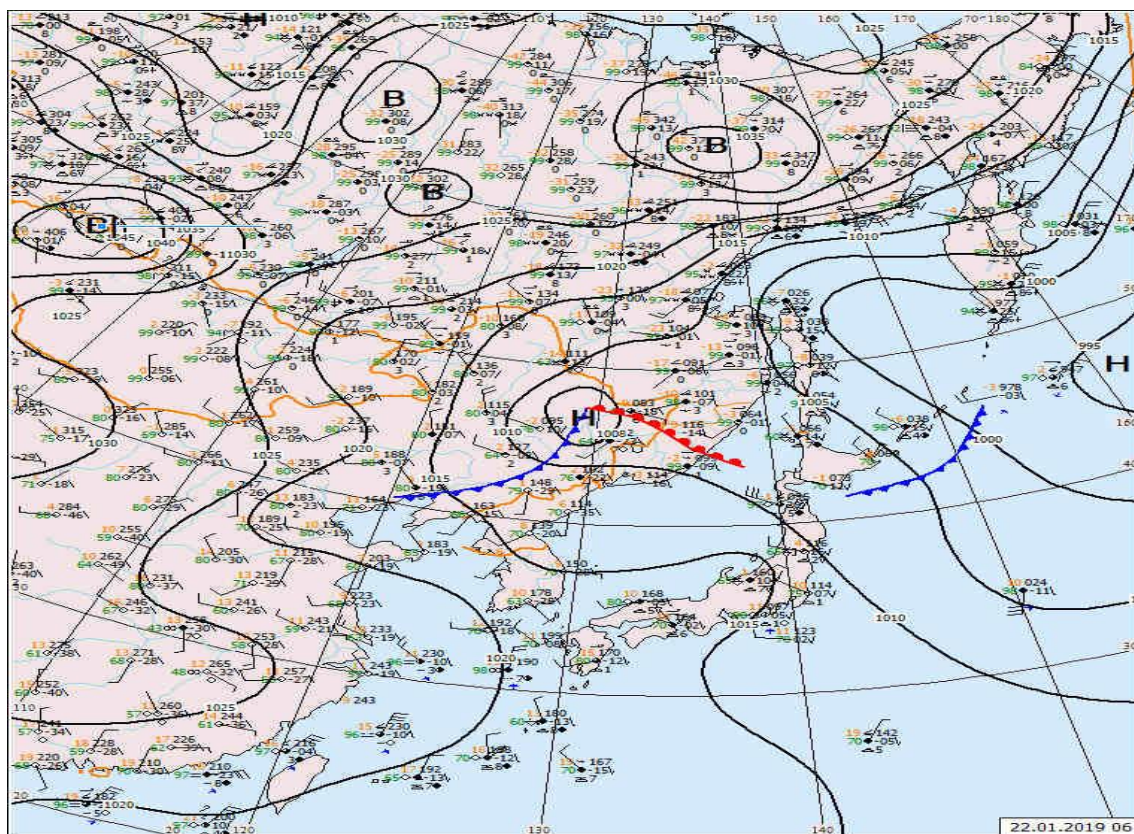


Рисунок 3.23 Приземная карта погоды за 22.01.2019 года срок 12.

3.4. Синоптический анализ атмосферных процессов за 30 ноября – 2 декабря. 2021 года.

30 ноября в 00ч. Юго-западной Приморского края над городом Сеул наблюдается циклоническое образование в стадии возникновения. Давлением в центре составило 1010гПа. Скоростью движения 40км/ч.

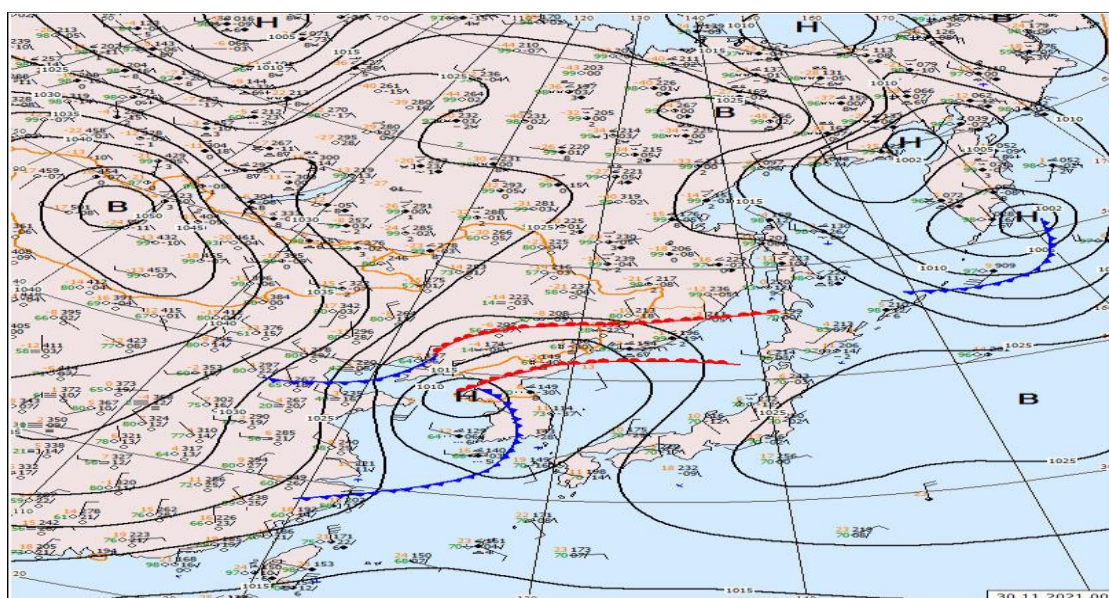


Рисунок 3.3. Приземная карта погоды за 30.11.2021 года срок 00.

30 ноября в 06ч. Циклон смещается на северо-восток и углубляется, виднеется на карте АТ850. Давление в центре составляет 1004гПа. В передней части циклона наблюдается снег, а в центральной и тыловой части дождь.

30 ноября в 12ч. Циклон продолжает углубляться. Давление в центре 996гПа. На карте АТ700 уже виднеются почти замкнутые изобары. Центр продолжает смещаться на северо-запад. В передней части циклона наблюдается снег, а в центральной части замерзающий дождь.

30 ноября в 18ч. Циклон продолжает углубляться. Давление в центре 988гПа. На приземной карте центр проходит вдоль береговой линии Приморского края, а на высоте смещён в глубь континента. В центре наблюдается дождь и замерзающий дождь, а в передней и тыловой снег.

1 декабря 00ч. Циклон продолжает смещение вдоль береговой линии Приморского края. Давление в центре 982гПа. В передней и центральной части наблюдаются как снег, так и дождь, а в тыловой снег.

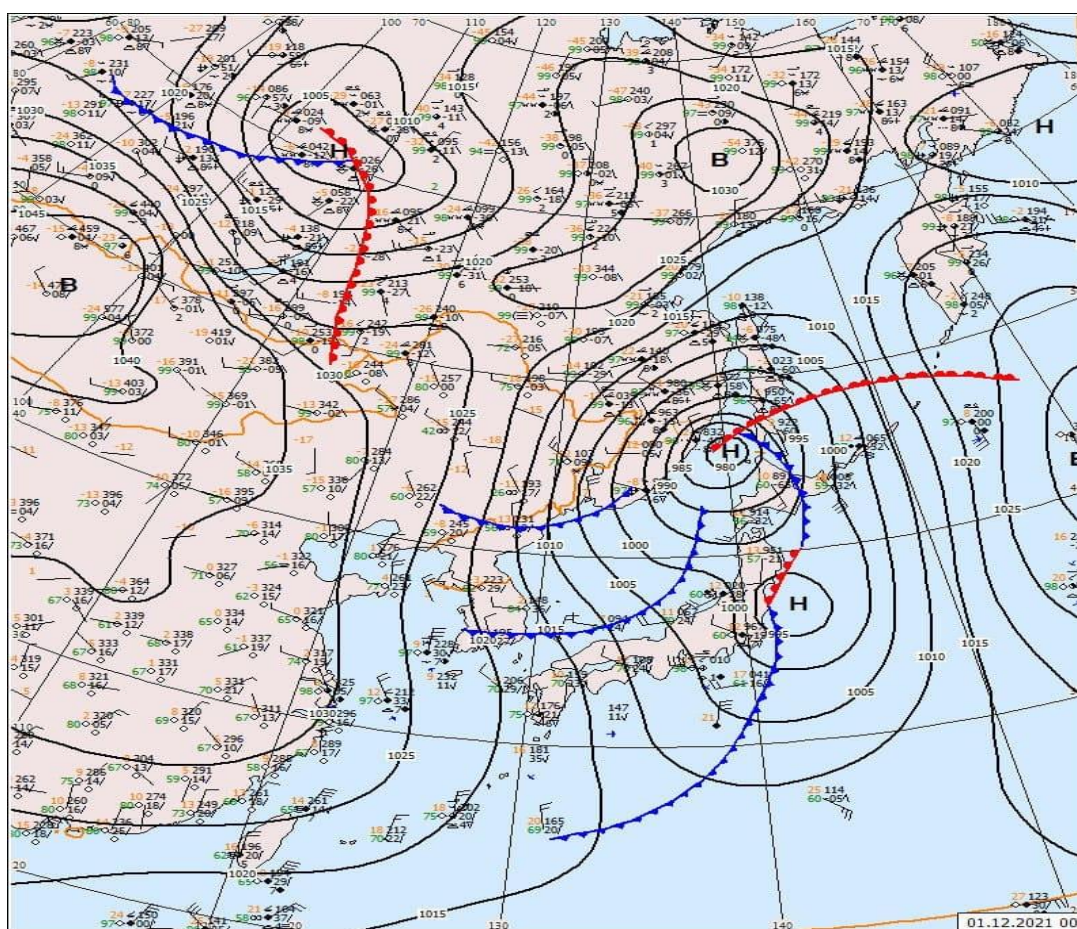


Рисунок 3.4 Приземная карта погоды за 01.12.2021 года срок 00.

1 декабря 06ч. Циклон продолжает смещаться на Северо-восток и углубляться. Его становится видно на карте АТ500 в виде 1 замкнутой изобары. Давление в центре 978гПа.

1 декабря 12ч. Положение циклона не поменялось. Давление в центре 973гПа.

1 декабря 18ч. Центр циклона сместился в охотское море, на карте АТ500 центр находится над Южно-Сахалинском. Давление в центре 961гПа.

2 декабря 00ч. Положение циклона практически не поменялось. Давление в центре 954гПа. Циклон находится в стадии максимального развития. Центр циклона на Приземной карте и АТ500 совпадает.

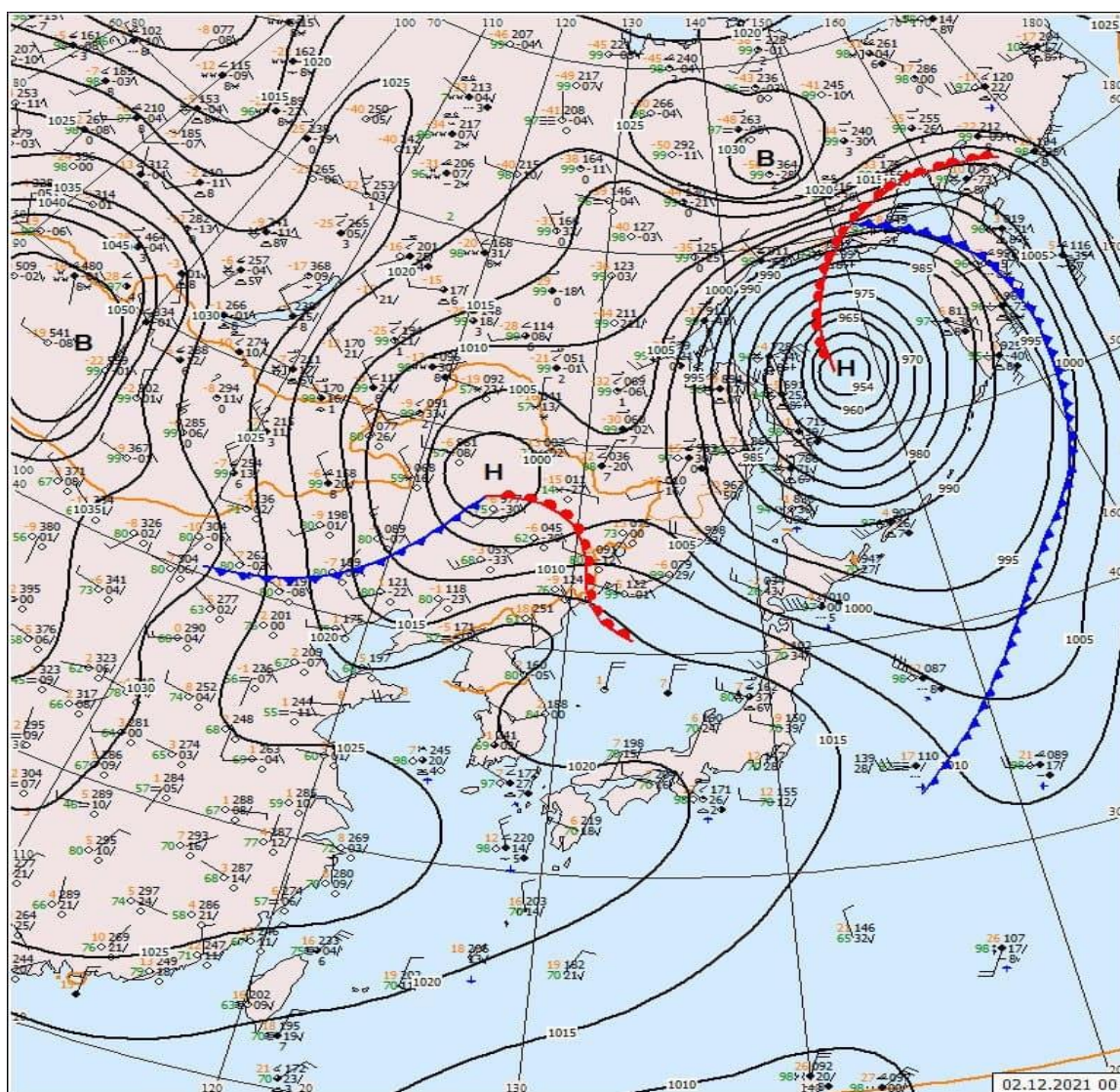


Рисунок 3.5 Приземная карта погоды за 02.12.2021 года срок 00.

2 декабря 06ч. Давление в центре 946 гПа. Скорость ветра в центре циклона у земли 74 км/ч.

2 декабря 12ч. Циклон перешел в стадию заполнения. Давление в центре 950гПа.

2 декабря 18ч. Циклон смещается на северо-восток. Давление в центре 957гПа. Во всех частях циклона идёт снег.

Во все остальные сроки происходит смещение циклона на северо-восток и его заполнение.



Рисунок 3.6 Траектория движения циклона 30.11.2021 по 03.12.2021год.

3.5. Синоптический анализ атмосферных процессов за 18 ноября – 20 ноября. 2020 года.

18 ноября 00ч. На территории Китая образовались область пониженного давления с давлением в центре 1005гПа, с осадками в виде дождя и грозами.

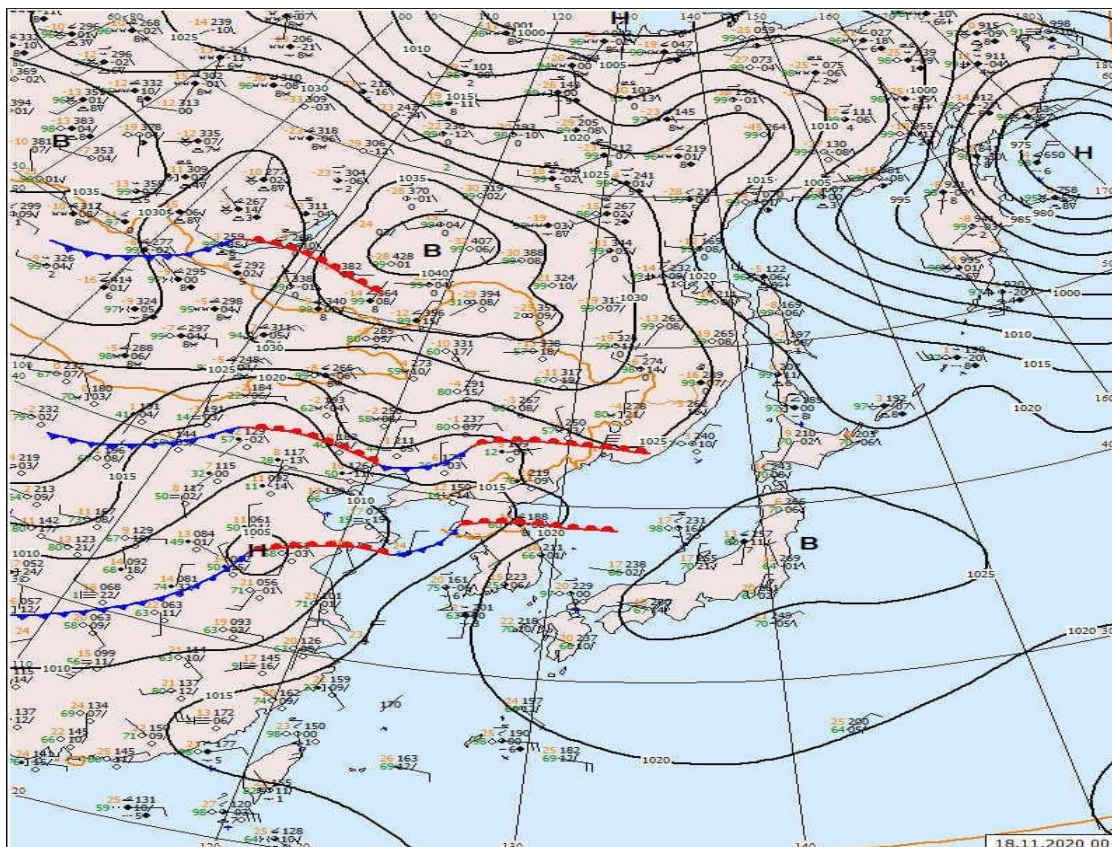


Рисунок 3.7 Приземная карта погоды за 18.11.2020 года срок 00.

18 ноября 06ч. Барических образования сместилось на северо-восток. Давление в центре 1003гПа. Замкнутые изобары прослеживаются на карте АТ700 в количестве одной шт. Скорость ветра в центре циклона на высоте 850гПа составляет 53км/ч. По всей территории циклона выпадают осадки в виде дождя, в отдельных районах с грозами.

18 ноября 12ч. Циклон продолжает смещаться на северо-восток. Давление в центре продолжает падать и составляет 1000гПа. Центр циклона на приземной карте находится в Бохайском море, а на картах АТ850 и АТ700 смещён на северо-запад. Осадки в центре дождь с грозами, в передней части дожди, в отдельных местах замерзающие. В тыловой части небольшие осадки в виде дождя.

18 ноября 18ч. Циклон продолжает смещаться в том же направлении, а также и углубляться. На карте АТ850 практически образовалась третья замкнутая изобара, а на карте АТ700 вторая. Давление в центре 999гПа.

Осадки в центре сильный дождь с грозами, в передней и тыловой части замерзающий дождь. Скорость ветра в центре на высоте 10м над землёй 35км/ч, а на высоте 850гПа 73км/ч.

19 ноября 00ч. На карте АТ 500 образовалась замкнутая изобара. С высотой цент смещается на северо-запад. Давление в центре 997гПа. В передней части циклона сильные замерзающие дожди, в тыловой небольшой снег, туман. (Рисунок 3.8).

19 ноября 06ч. Циклона меняет своё направление начинает смещаться на восток. Давление в центре 1001гПа. В передней части осадки в виде дождя и замерзающего дождя, в центральной части небольшой дождь, местами с грозой, в тыловой части снег.

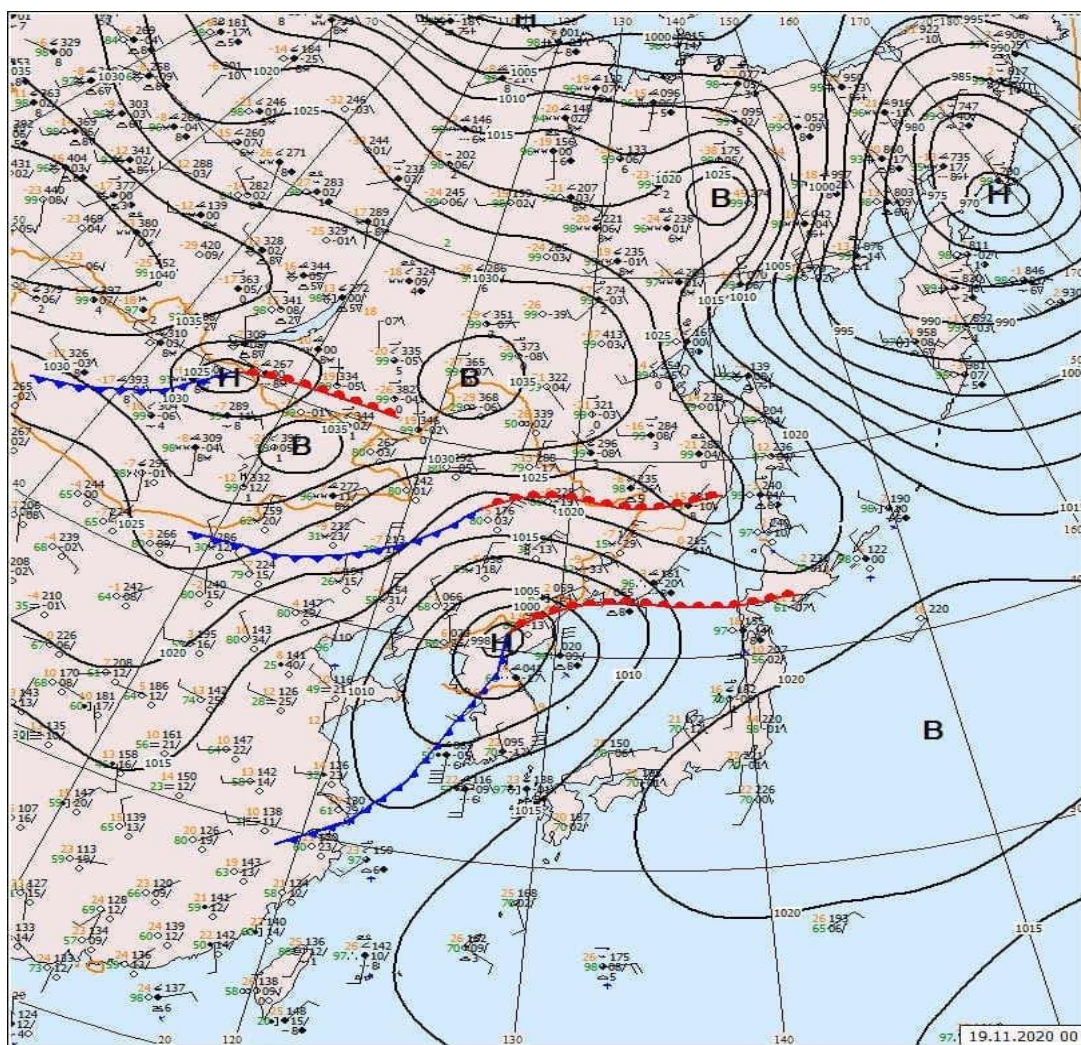


Рисунок 3.8 Приземная карта погоды за 19.11.2020 года срок 00.

19 ноября 12ч. Циклон сместился в Японское море, и находится на небольшом расстоянии от города Владивосток, а центр на карте АТ850 над городом. Давление в центре 998гПа. В передней части замерзающий дождь, в тёплом секторе дождь с грозами, в тыловой части снег. Скорость ветра в центре циклона на высоте 10м 35км/ч.

19 ноября 18ч. Циклон сильно сместился на северо-восток, и его центр находится рядом с Южно-Сахалинском. Давление в центре 998гПа. На территории Приморского края продолжает идти снег. На карте АТ700 пропала замкнутая изобара.

20 ноября 00ч. Циклон практически не изменил своего положения.

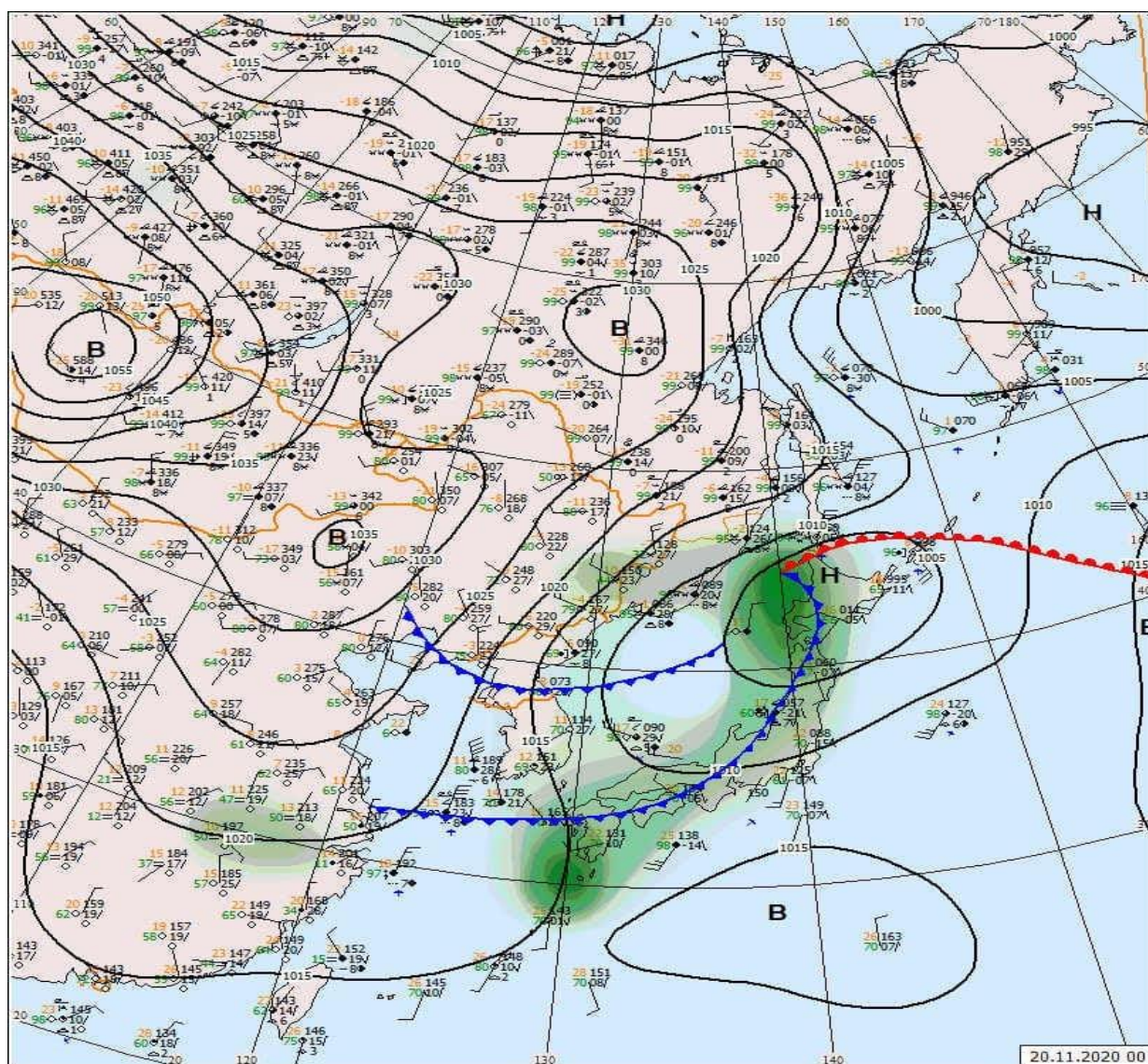


Рисунок 3.9 Приземная карта погоды за 20.11.2020 года срок 00.

20 ноября 06ч. Циклон смещается на восток. Давление в центре 999гПа.

Во все остальные сроки происходит смещение циклона на восток и его заполнение.

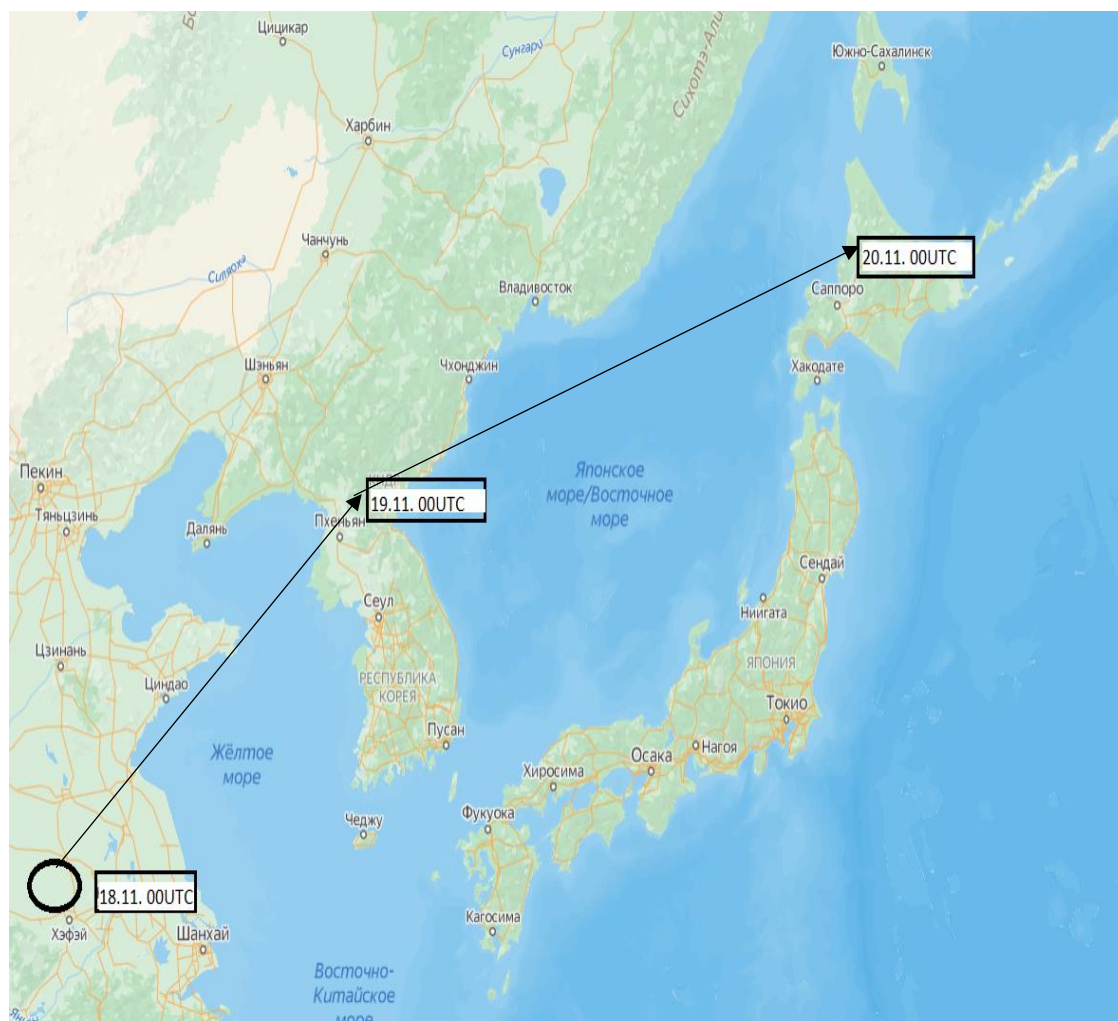


Рисунок 3.10 Траектория движения циклона от 18.11.2020 по 20.11.2020год

3.6. Синоптический анализ атмосферных процессов за 15 января – 17 января. 2021 года.

15 января 00ч. В Западно-Корейском заливе образовался циклон, который видно на приземной карте, и на карте АТ950. Давление в центре 1012гПа. Скорость ветра в центре на высоте 10м составляет 29км/ч, а на 1500м 56км/ч. осадки в передней часть, небольшой снег.

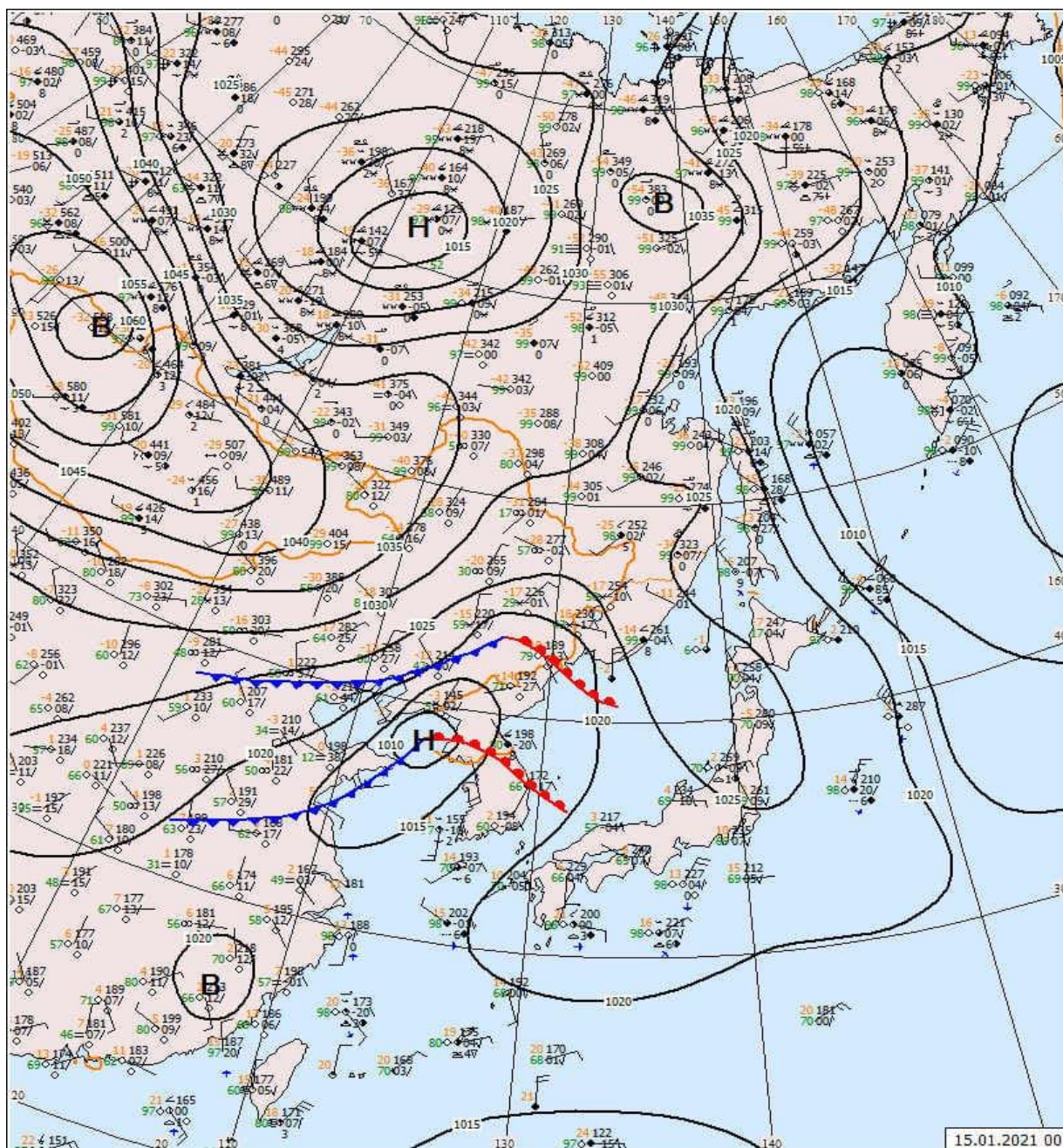


Рисунок 3.11 Приземная карта погоды за 15.01.2021 года срок 00.

15 января 06ч. На карте АТ850 образовалась одна замкнутая изобара. Скорость ветра над землёй в образовании над Сеулом 7км/ч, а в море 34км/ч. Давление в обоих центрах 1012гПа. Осадки в центральной части снег.

15 января 12ч. Центр циклона находится в Японском море. Давление в центре 1006гПа. Осадки в передней и тыловой части снег. В тёплом секторе местами грозы.

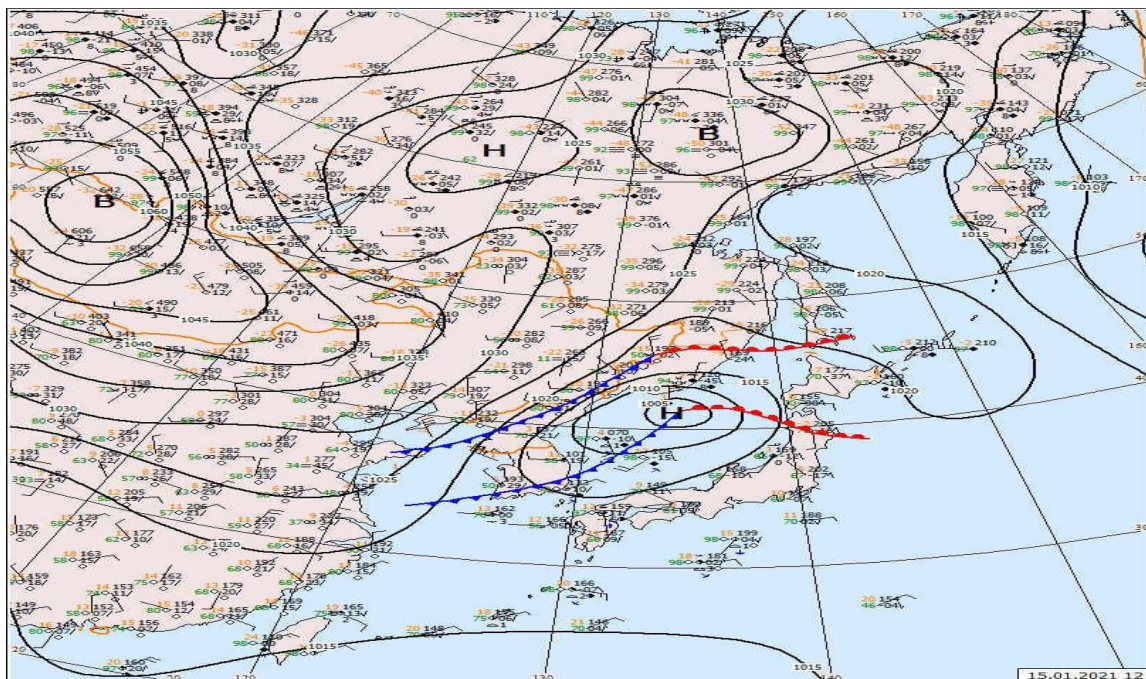


Рисунок 3.12 Приземная карта погоды за 15.01.2021 года срок 12.

15 января 18ч. Циклон смещается на северо-восток. Появилась циклон продолжает углубляться и на карте АТ700 появилась замкнутая изобара. Центр циклона на всех высотах практически совпадает. Давление в центре 1001гПа. Осадки в передней и тыловой части снег, в тёплом секторе дождь с грозой.

16 января 00ч. Циклон продолжает смещаться в том же направлении. Давление в центре 997гПа. На карте АТ700 пропала замкнутая изобара.

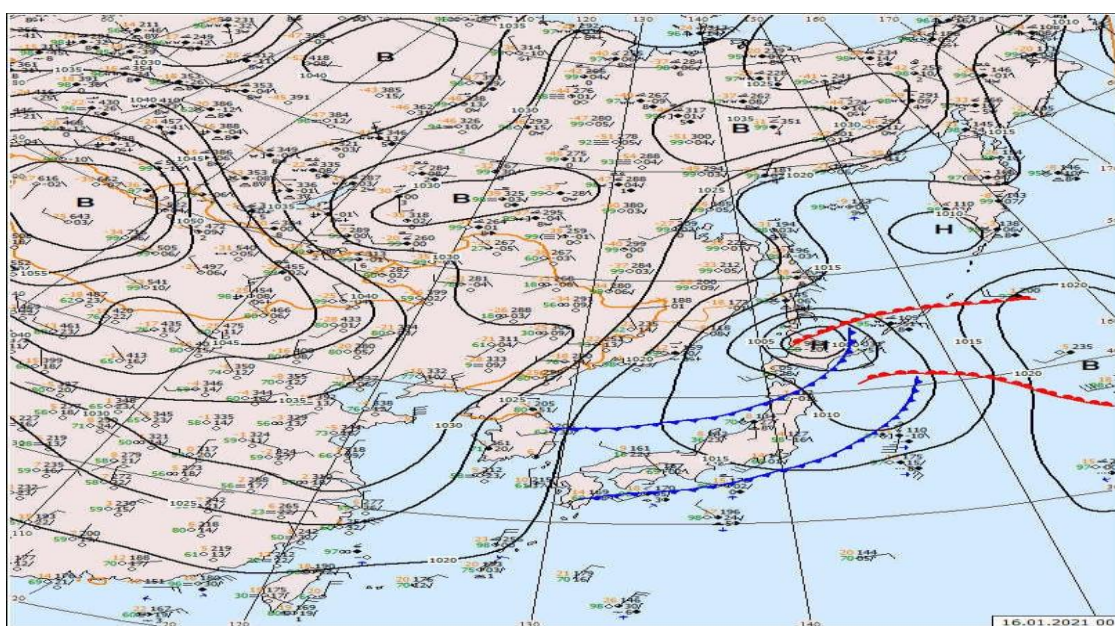


Рисунок 3.13 Приземная карта погоды за 16.01.2021 года срок 00.

В дальнейшем циклон смешался на северо-восток и не изменялся до 17 января 18ч начал повторно углубляться.

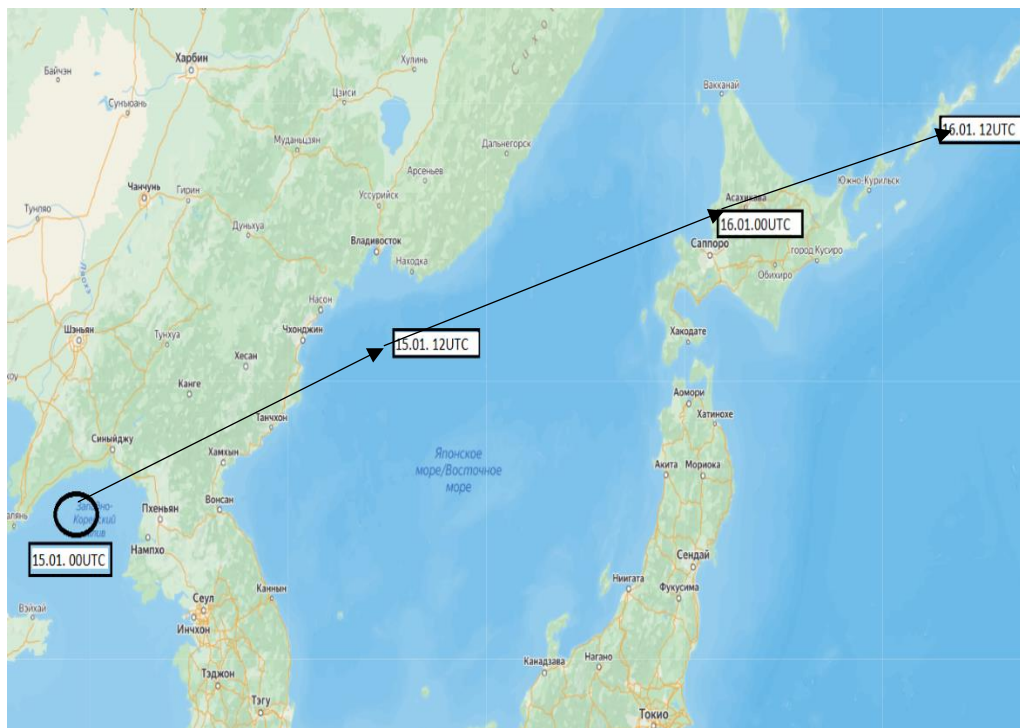


Рисунок 3.14 Траектория движения циклона с 15.01.2021 по 16.01.2021 год.

3.7 Синоптический анализ атмосферных процессов за 14 февраля – 17 февраля. 2021 года.

14 февраля 06ч. На погоду в Приморском крае влияет образовавшийся над Японией антициклон, с давлением в центре 1029гПа, с ветром в центре 11км/ч. В западной периферии местам в прибрежных районах края наблюдался небольшой снег, а вблизи города Владивосток туман. (Рисунок 3.15).

14 февраля 12ч. Антициклон сместился на юго-восток. Давление в центре составляло 1031гПа. Туман наблюдался уже вдоль береговой линии края, местами снег, а в отдельных районах замерзающий дождь. Температура составляла от -9 до 3 градусов. С юга на территорию Приморского края идёт циклон, вытесняя антициклон.

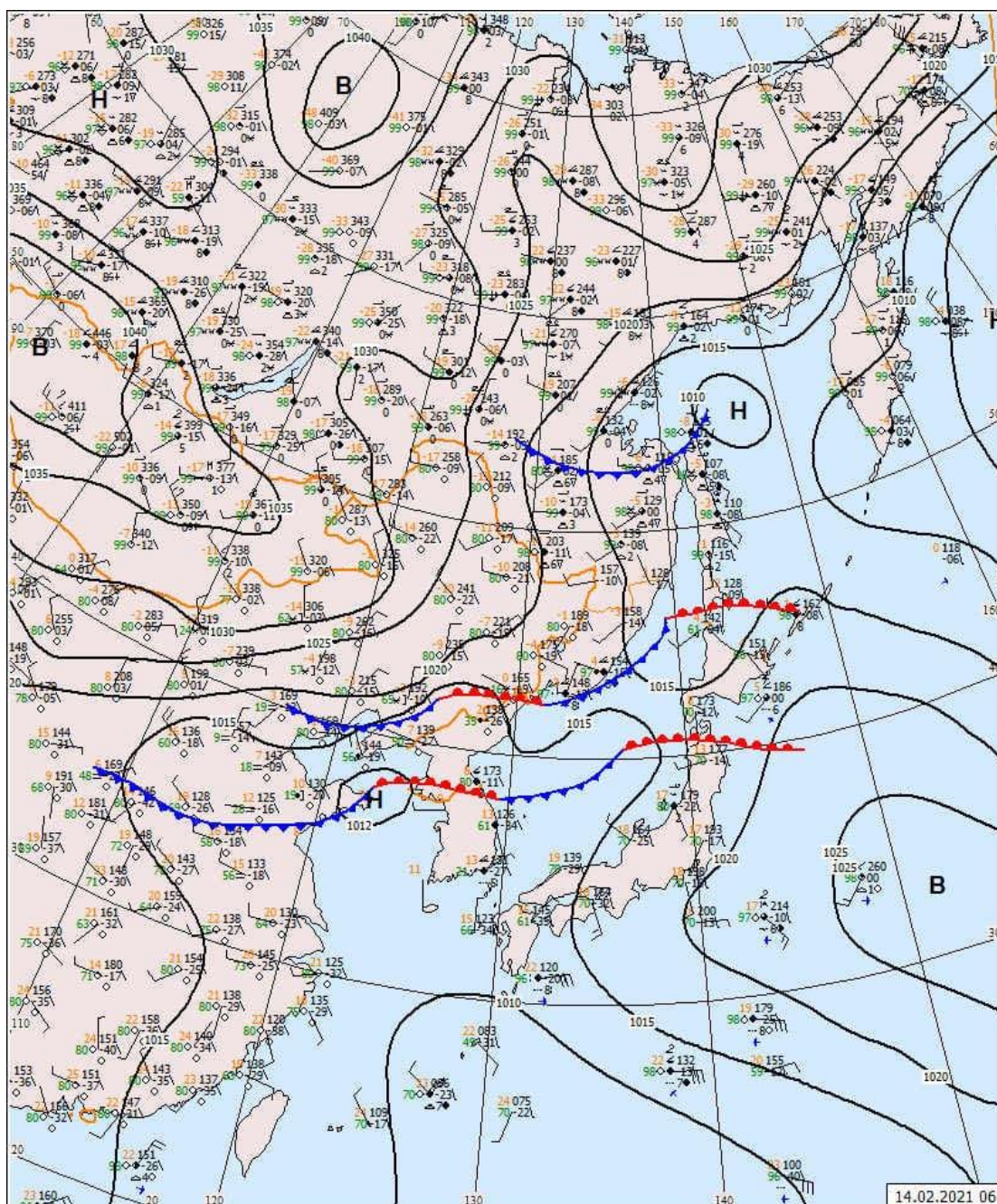


Рисунок 3.15 Приземная карта погоды за 14.02.2021 года срок 06.

14 февраля 18ч. Антициклон продолжает смещаться в том же направлении. Давление в центре не изменилось. Туман углубляется в глубь континента.

15 февраля 00ч. Циклон имеет две области низкого давления со значением 1000гПа, вытиснил антициклон и стал влиять на погоду в

Приморском крае. В крае наблюдается снег с температурой воздуха от -18 до -8 градусов. Скорость ветра в центре циклон 61 км/ч.

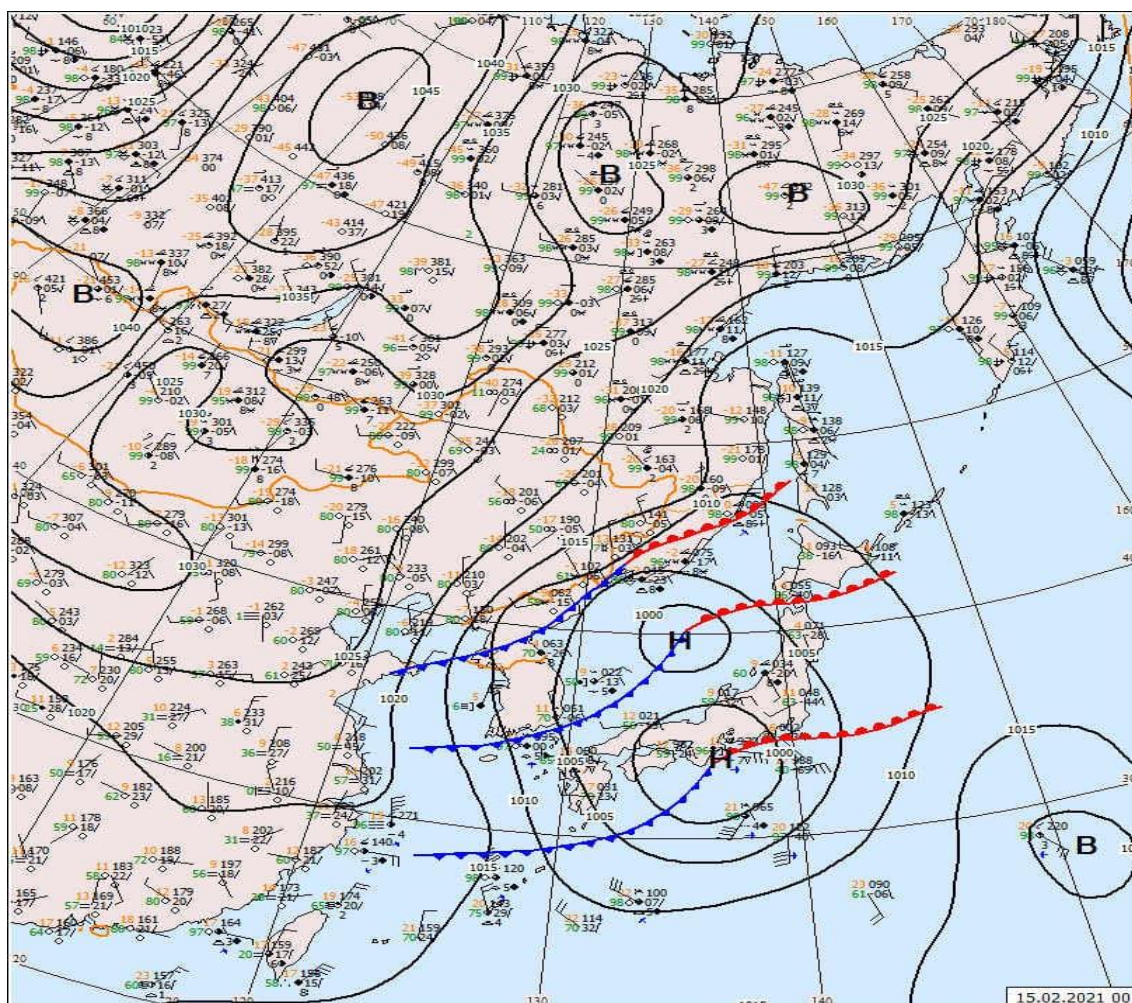


Рисунок 3.16 Приземная карта погоды за 15.02.2021 года срок 00.

15 февраля 06ч. Центры циклонов смещаются на северо-восток. Давления в центрах 988 гПа. В крае продолжает идти снег, а в центре циклона дождь с грозами. Циклон продолжает углубляться.

15 февраля 12ч. Две области низкого давления объединились в одну и давлением в центре 984 гПа. И смещаются на северо-восток. На карте АТ850 прослеживаются 4 замкнутые изобары. На территории края продолжает идти снег, а в передней части циклон замерзающий дождь.

15 февраля 18ч. Синоптическая ситуация в крае не изменилась.

16 февраля 00ч. Циклон не изменил своего положения. Давление в центре 965гПа. В северной части края наблюдается небольшой снег, а в центре циклона снег, местами замерзающий дождь.

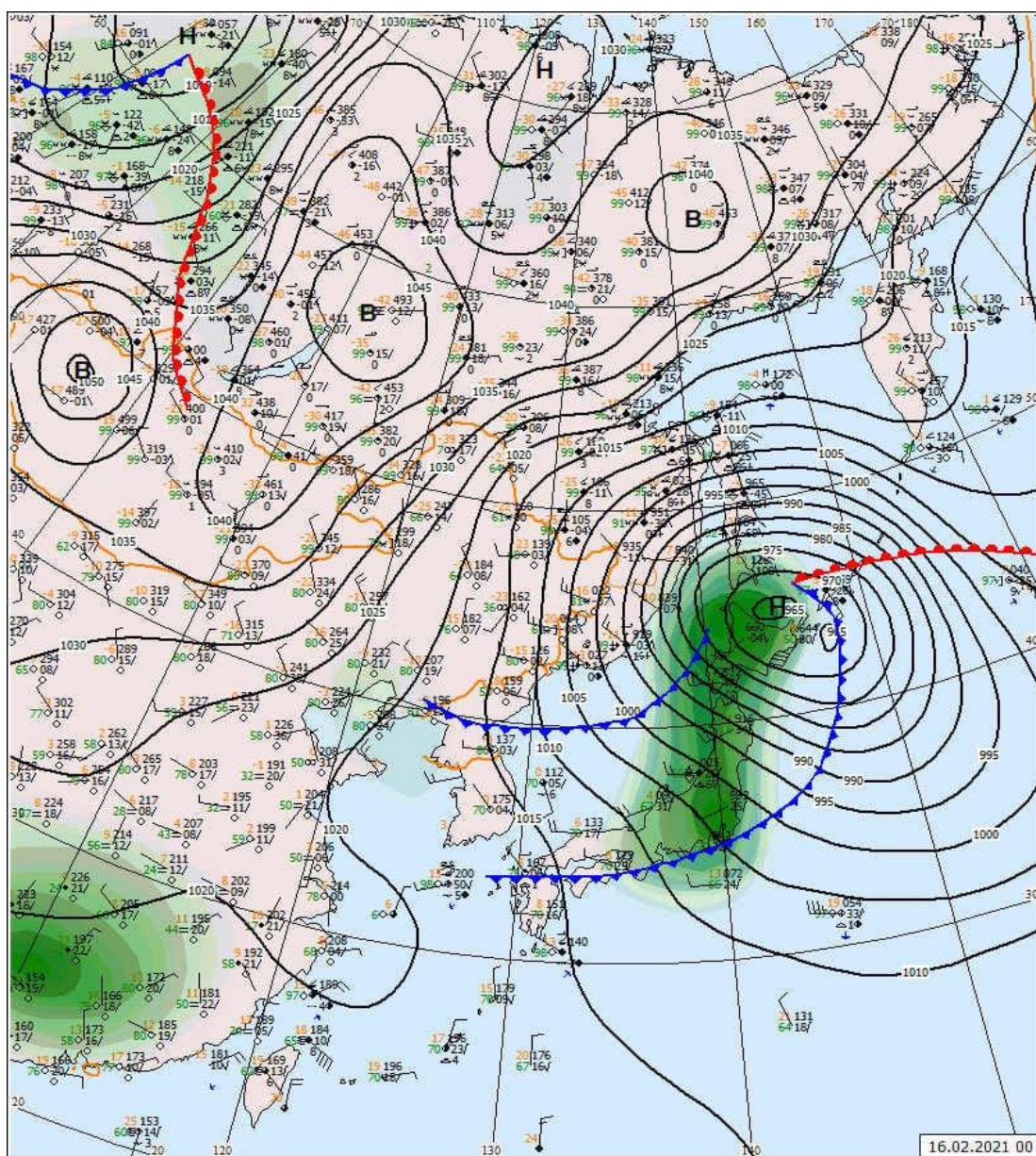


Рисунок 3.17 Приземная карта погоды за 16.02.2021 года срок 00.

16 февраля 06ч. Циклон достиг стадии максимального развития. Давление в центре 965гПа. Синоптическая ситуация в крае не поменялась.

16 февраля 12ч. Циклон не изменил своего положения и перешёл в стадию заполнения. Давление в центре начало расти, и составило 975гПа. Синоптическая ситуация в крае не изменилась.

17 февраль 00ч. Циклон продолжает углубляться, и из одной области низкого давления образовалась две, с давлением в центре 975гПа. На всей области воздействия циклона выпадают осадки в виде небольшого снега.

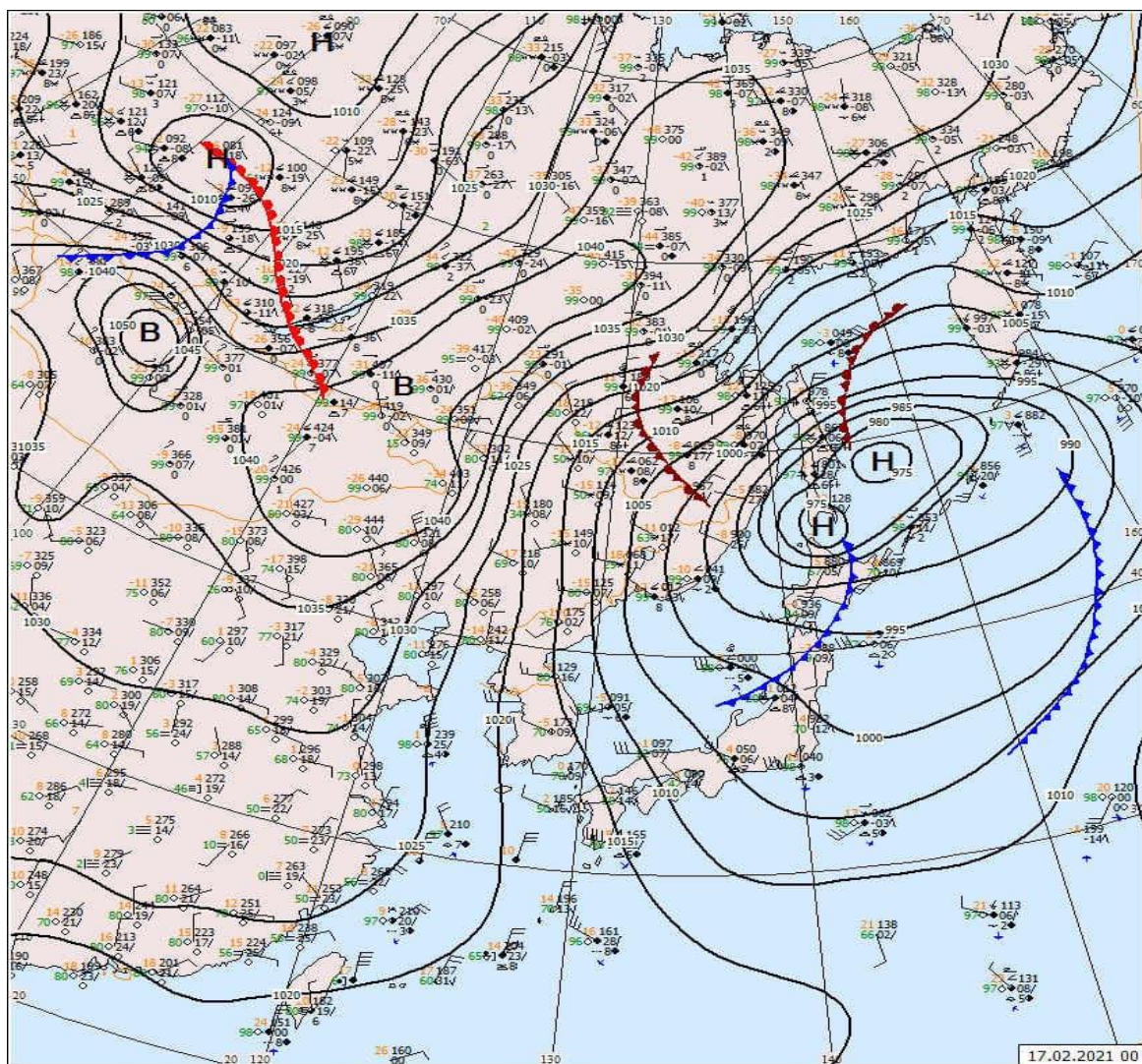


Рисунок 3.18 Приземная карта погоды за 17.02.2021 года срок 00.

В течении всего остывшего времени действия циклона он продолжает заполняться и смещаться на северо-восток.

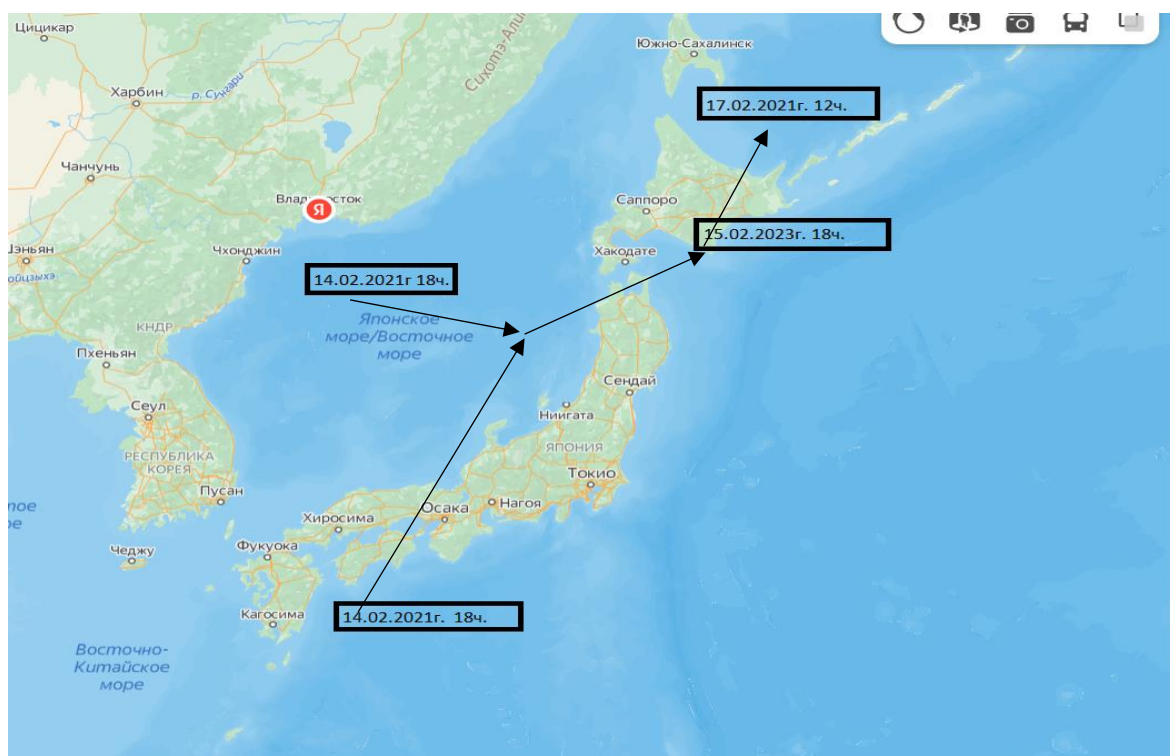


Рисунок 3.19 Траектория движения циклона 14.02.2021 по 17.02.2021 год.

Заключение

В ходе выполнения данной работы были выполнены все поставленные цели и задачи.

Описано физико-географическое положение Приморского края, общая циркуляция атмосферы, синоптические процессы и характеристика ветров.

Произведён анализ приземных карт погоды за зимний период 2018-2023 года, и выбраны наиболее показательные случаи неблагоприятных и опасных явлений погоды. Во всех пяти случаях в приморском крае отмечались неблагоприятные и опасные явления погоды, а именно: сильный ветер, ледяной дождь, гололёд, ливни.

В ходе исследования были проанализированы метеорологические характеристики, взятые за период 1966-2022год, рассчитаны средние за зиму минимальные температуры воздуха, повторяемость минимальных температур по месяцам и годам, а также повторяемость направлений ветра и за зимний и летний период.

В результате самые низкие средние температуры отмечаются в северных частях края до $-22,4^{\circ}\text{C}$., а самые высокие в южных $-10,8^{\circ}\text{C}$. С удалённостью станций на север отмечается увеличение роста повторяемости низких температур. С течением времени прослеживается увеличение средней температуры воздуха за зиму. На большинстве станций отмечается западное и юго-западное направление ветра. Наибольшая повторяемость скорости ветра до 5м/с наблюдается на северных территориях края. Максимальное количество осадков фиксируется на северных станциях.

Зимой на погоду в крае влияют южные циклоны, которые проходят по восточной периферии азиатского антициклона. В начале зимы могут отмечаться не только южные циклоны, но и западные. Высокие температуры наблюдаются, когда территория находится в теплом секторе циклона. низкие температуры формируются в тыловой части. Интенсивные осадки имеют фронтальный характер. Связаны с прохождением южных циклонов. Так же

южные циклоны принося на территорию края неблагоприятные явления погоды такие как сильный ветер, сильный снег, метель, гололёд.

Список литературы

1. Основные закономерности общей циркуляции атмосферы / А.И. Угрюмов, И.В. Лаврова. [Текст] – Санкт-Петербург РГГМУ, 2021. – 72 с.
2. Хромов С.П. Метеорология и климатология / Хромов С.П., Петросянц М.А.. [Текст] — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012. — 584 с.
3. Полянская Е.А. Синоптические процессы Восточной Сибири и Дальнего Востока. Учебное пособие. [Текст] Саратов, изд-во Сарат. ун-та, 2014. 53 с. ISBN 978-5-292-04233-4
4. «Временные методические указания по использованию информации доплеровского метеорологического лоатора ДМРЛ-С в синоптической практике» [Текст] – М.: Росгидромет, 2014. – 110 с.
5. Дикинис А. В., Заболотских Е.В., Мостаманди К. А., Неёлова Л. О. Оценка количественных характеристик штормовых циклонов [Текст] /. – Санкт-Петербург. РГГМУ, 2010г. – Вып.16. – 11 с.
6. Н.А. Дашко Курс лекций по синоптической метеорологии Н. А. Курс лекций по синоптической метеорологии [Текст] /. - Владивосток: ДВГУ, 2005
7. Русин И.Н., Тараканов Г.Г. Сверхкраткосрочные прогнозы погоды [Текст] /. - Санкт-Петербург, 1996 г. - 116 с.
8. Мельникова И.И., Радикевич В.М. Динамическая метеорология [Текст] /. - Л.: ЛГМИ, 1974. — 170 с.
9. Архив метеорологических данных, [Электронный ресурс] <http://meteo.ru/pogoda-i-klimat/570-dannye-s-ams-obninsk>, дата обращения 02.03.2023
10. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология [Текст] /. - Л.: Гидрометеиздат, 1991г. – 616 с
11. Зверев А.С. Синоптическая метеорология [Текст] /. – Л.: Гидрометеиздат, 1977г. – 711 с

12. Калинин Н.А. Энергетика циклонов умеренных широт [Текст] /. - Пермь. Изд-во ПГУ, 1991г. - 192 с

13. Мельникова И.И., Радикович В.М. Динамическая метеорология [Текст] /. - Л.: ЛГМИ, 1974. — 170 с