



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 синоптических условий формирования аномальных
осадков в г. Владивостоку»

Исполнитель Баимова Виталия Наильевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук
(ученая степень, ученое звание)

Ефимова Юлия 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)

« 11 » июня 2023 г.

Санкт-Петербург
2023

Оглавление

Введение.....	3
1. Климатические характеристики Приморского края.....	4
1.1 Формирование климата, климатические пояса	4
1.2 Приморский край: географическое положение и его особенности, климат региона.....	6
2. Муссонный тип климата.....	12
2.1 Характеристика муссонов, территориальное разделение	12
2.2 Режим осадков	17
2.3 Тропические циклоны, траектории их движения	21
3. Анализ синоптических условий формирования аномальных осадков в г. Владивосток	25
3.1. Постановка цели и задач бакалаврского проекта	25
3.2 Анализ количества дней с аномальными и экстремальными осадками в городе Владивостоке за период с 1991-2020.....	27
3.3. Анализ траекторий циклонов, влияющих на режим осадков.....	30
3.4. Траектории тропических циклонов.....	42
Заключение	48
Список используемых источников.....	50

Введение

Целью научно-исследовательской работы является синоптический анализ аномальных осадков в городе Владивосток в теплый период.

Приморский край и город Владивосток – это популярное туристическое место. Со своей удивительной флорой и фауной. Каждый год тысячи туристов со всей России съезжаются, чтобы посмотреть живописные сопки, девственный леса, величественные склоны Сихотэ-Алиня и чистейшие морские бухты. Приморский край один из регионов России, где наблюдается муссонная циркуляция. Интересно проанализировать, как такой тип циркуляции влияет на режим осадков в этом регионе. Анализ аномальных осадков в теплый период имеет очень актуальную повестку на сегодняшний день. Синоптический анализ и характерные барические образования позволят выявлять высокие суммы осадков. Значит, преждевременно оповещать городские службы и жителей для принятия мер о безопасности и сохранности.

В данной работе подразумевается проанализировать циклоны, которые влияют на выпадение количества аномальных и экстремальных осадков за период с 1991 по 2020 год.

В первой главе будут рассмотрены климат, формирование климатических особенностей, географическое и климатическое описание Приморского края.

Во второй главе будет рассмотрено: муссонный тип климата, классификация муссонов по территории, также осадки, их возникновение.

В третьей главе будут показаны результаты проделанной научно-исследовательской работы, а также анализ синоптических условий формирования аномальных осадков в городе Владивосток.

1. Климатические характеристики Приморского края

1.1 Формирование климата, климатические пояса

Поверхность Земли освещается и нагревается неравномерно из-за наклона земной оси. Различное количество тепла приходится на территории от экватора до полюсов.

Климат – это устойчивый режим погоды на определенной местности, который повторяется из года в год. Главным фактором является географическая широта, которая определяет количество тепла, получаемого земной поверхностью, и уменьшается от экватора к полюсам. Расположение близко к морю и океанам также влияет на климат: более близкие к морю местности имеют больше осадков и меньше изменений в годовых температурах. Океанические течения также влияют на климат, делая его более мягким или суровым.

Преобладающие ветры и рельеф и высота над уровнем моря также влияют на климат. Влажный или сухой воздух переносится в зависимости от преобладающих ветров, а горы и равнины также оказывают влияние на условия воздухообмена. Высота над уровнем моря также влияет на температуру: чем выше расположена территория, тем холоднее там воздух.

На формирование погоды и климата в различных частях Земли, оказывают влияние несколько факторов, включающих круговорот тепла, влаги, а также циркуляцию атмосферы. Эти факторы создают различные условия для образования воздушных масс и их движения в разных широтах, что определяет особенности климата Земли. Что в результате, территории Земли делятся на климатические пояса, которые отличаются температурой, давлением, осадками, господствующими массами и ветрами.

Симметричное размещение климатических поясов вокруг экватора свидетельствует о законе географической зональности. Основные

климатические пояса называются так по господствующим воздушным массам и широтам, в которых они формируются. Кроме основных, существуют и переходные климатические пояса, которые определяются по летнему и зимнему положениям климатических фронтов. Всего существует 13 климатических поясов на Земле, семь основных и шесть переходных. Границы каждого пояса определяются по положению климатических фронтов в разное время года.

Климат на Земле зависит от того, насколько наклонены солнечные лучи в отношении поверхности. Поэтому мы наблюдаем различие в климате в разных местах. Климатические пояса - это территории на Земле, которые имеют прерывистые или непрерывные полосы вокруг Земли, которые отличаются температурой, давлением, ветрами, количеством и режимом осадков. Климатические пояса начинаются от экватора и до полюсов, и они разделяются на основные и переходные. В основных климатических поясах господствует один тип воздушной массы, а в переходных - меняются два типа воздушных масс. Распределение температуры и осадков в рамках каждого пояса зависит также от других факторов, таких как близость океанов, рельеф и течения. Из-за этого в каждом климатическом поясе можно выделить различные климатические области, каждая из которых имеет свой уникальный климатический тип.

Климатические пояса Земли расположены симметрично относительно экватора и состоят из семи зон: экваториальный, субэкваториальный, тропический, субтропический, умеренный, субарктический и арктический. В экваториальной зоне температура воздуха высокая и всегда дождливо. В субэкваториальной зоне лето также дождливое, а зимой - сухое. В тропической зоне температура всегда высокая, а наибольшая - в летнее время.

В субтропической зоне летняя температура также высока, а зимой прохладно, но выше 0°C. В умеренной зоне присутствуют резкие смены времен года с холодной зимой и теплым летом. В субарктической зоне

температура воздуха не превышает $+10^{\circ}\text{C}$ летом, а зимой холодно. А в арктической зоне средняя температура зимой очень низкая и летом ниже 0°C .

Проявление различного климата внутри географических зон вызвано третьим фактором образования климата - влиянием поверхности Земли. Из-за этого фактора в разных частях материков климат различный в зависимости от удаленности территории от берегов океана и законов циркуляции атмосферы. Обычно внутри географических зон выделяют климатические области, которые также именуется секторами. Например, на восточной части материков тропический климат обычно дождливый.

1.2 Приморский край: географическое положение и его особенности, климат региона

Приморский край находится на холмистой местности, растянувшись с севера на юг на 900 км. горная местность занимает, примерно, 80% территории. Горы Сихотэ-Алинь занимают центральную и восточную части края, западная часть края - это Уссурийская и Приханкайская низменности. У южных границ с Китаем расположены отроги Маньчжуро-Корейских гор.

Приморский край – регион, который вытянут вдоль побережья Японского моря на 910 км.

Холмистый рельеф края делает огромные различия климата в разных районах и зонах. Например, в рамках одного и того же физико-географического района прослеживается разница в погодных условиях.



Рисунок 1 - Физическая карта Приморского края

Эти погодные условия зависят от многих факторов:

- Высота местности;
- удаленность района от моря;
- Защищенность от ветров;
- направления горных склонов, долин, рек и т.д.

От географического расположения происходит распределение солнечной радиации, как следствие, степень нагретости земной поверхности, продолжительность светового дня и ночи, циркуляция воздушных масс. Южная часть края показывает продолжительность дня летом- примерно 16 часов, в зимнее время этот показатель не больше 8 часов. Показанная

продолжительность определяет значительное поступление солнечной радиации в зимний период в сравнение с северными регионами страны.

Из-за своего географического положения в крае муссонный, влажный умеренный климат. Для него характерно- короткая холодная зима, дождливое лето. Большое количество осадков приходится в летний период - июнь и июль.

Приморье располагается на пересечение азиатского материка и одного из крупнейших океанов - Тихий океан, обладающий хорошо показанными сезонными чередованиями областей высокого и низкого атмосферного давления.

Температурный режим на территории

В зимний период температура в среднем опускается от -12 до 21 С. Наиболее низкая температура наблюдается в континентальных районах – в области западных склонов и в горах Сихотэ-Алинь. Хребет Сихотэ-Алинь играет огромную роль в формировании температурного режима, он является климатической границей между восточными прибрежными и западными предгорными районами. Зимние температуры на побережье Японского моря обуславливаются не только влиянием Сихотэ-Алиня в связи муссонной циркуляции, но и присутствием «феновых процессов». Феном является теплый, сухой порывистый ветер, который дует с гор в долины. Продолжительность составляет от нескольких часов до нескольких суток, иногда с паузами. Фен наблюдается в разных горных системах, если только воздушное течение общей циркуляции пересекает хребет. С подветренной стороны воздух оттекает от хребта, создавая разрежение, из-за этого воздух вышележащих слоев засасывается вниз, как нисходящий поток.

Ветры, которые дуют с гор Сихотэ-Алиня в сторону океана, существенно повышают температуру воздуха, следовательно, южное и восточное побережья края являются зимой в особенности теплыми районами.

Длительность холодного периода на наибольшей территории края, примерно, равна 120-150 дней, в северной части предгорий и на Сихотэ-Алинь увеличивается до 180 дней. Одной из особенностей приморского климата в зимний период обладание частых оттепель.

В зимний период наблюдается большая разница между величиной атмосферного давления над азиатской частью Евразийского материка и Тихим океаном увеличивается повторяемость штормовых северных ветров.

В весенний период в континентальных частях рост температуры воздуха от 0 - 10 С происходит на середину апреля, в прибрежных районах период увеличивается, примерно, на 20 суток и приходится на конец мая.

Заморозки заканчиваются раньше всего в южных и прибрежных областях, примерно, в конце апреля, на континентальной части окончание заморозков приходится на третью декаду апреля и на первую неделю мая.

Постоянный приток тепла в марте является повышением температуры воздуха от суток к суткам. Средняя месячная температура воздуха в марте на всей территории края имеет отрицательные значения, но выше по сравнению с февральской температурой на 5 С. В следующие месяцы весны наблюдается повышение средней месячной температуры воздуха.

Весной заметно увеличение туманов от 1-3 дней в континентальных частях и увеличение туманов в прибрежных районах до 13 дней. В начале марта на территории еще действует зимний муссон, но уже к середине марта заметно уменьшение повторяемости зимних направлений, появляются ветры, которые свойственны в летний период. В мае значительно растет повторяемость этих ветров.

В летний период в Приморье наблюдается жаркая и сухая погода в континентальной части, на побережье в первую половину лета наблюдаются туманы и морось, во второй половине – лето – жаркое, влажное, с обилием осадков.

Среднемесячная температура воздуха на побережье в июне выше майской на 2 – 4 С. На востоке, на склонах Сихотэ-Алиня и побережье

Японского моря среднемесячная температура составляет 9-15 С. По мере удаления от береговой линии в сторону континентальной части температура значительно растет, наибольшее значения средней месячной температуры наблюдается в долинах рек Арсеньевка и Уссури и оно равно 16-18 С.

Летний муссон в июле-августе набирает наибольшую устойчивость. Для континентальных районов – июль самый теплый месяц, для прибрежной зоны – август.

В период с августа по сентябрь температура воздуха понижается в континентальных районах на 6-7°C, а на побережье Японского моря - на 2-4°C. Средняя месячная температура воздуха составляет 11-16°C. Особенностью сентября является положительная температура воздуха в ночные часы, колеблющаяся от 14-19°C до 2-7 °С в теплое время года, и возможность первых заморозков в крае. В третьей декаде сентября наблюдаются заморозки в верховьях и средних частях долины западного предгорья Сихотэ-Алиня и в верховьях долин восточного предгорья. Температура воздуха днем в сентябре довольно высока - 19-24°C, в отдельные годы может достигать 26-31°C. Количество осадков в сентябре по сравнению с августом уменьшается и составляет 80-140 мм. Однако в отдельные годы количество осадков может значительно превышать норму, например, в 1989, 1992, 1994 годах. В октябре средняя месячная температура воздуха понижается повсеместно на 6-8 °С, а на севере центральных районов - на 8.5-9°C и составляет 2-7°C, на юге - до 9 °С. В равнинной части территории края в начале первой декады могут наблюдаться первые заморозки. Однако в дневные часы воздух в октябре прогревается до 10-15°C тепла, а в заливе Посыет могут достигать 29-31°C. Количество атмосферных осадков в октябре сокращается на 40-50 мм по сравнению со сентябрем и может достигать 2-10%. В отдельные годы количество осадков может значительно превышать норму или наоборот, быть минимальным, особенно в засушливые годы 1950, 1961, 1962, 1968 годов.

В октябре в крае возможны опасные снегопады, когда за 12 часов выпадает 20 мм и более. Грозы в октябре бывают не каждый год и на юге

страны они наблюдаются не более одного дня в месяц. Встречаются туманы радиационного характера, особенно на севере. Метели в октябре - редкость. Ноябрь характеризуется направлением ветра на большей части районов края, которое приобретает направление основного зимнего муссона. В ноябре отмечаются особо опасные ветры с максимальной скоростью 35-40 м/с и более. К тому же, в ноябре происходит наиболее резкое снижение температуры воздуха на 8-12°C по всей территории края, кроме южных мысов и островов залива Петра Великого и юго-восточного побережья. В первой декаде ноября в южной половине края средняя суточная температура воздуха переходит через 0°C в сторону понижения. Вторую половину месяца характеризуют ночные температуры -5...-10°C, а иногда в отдельные ночи и -10...-15°C. Иногда могут быть дни, когда температура воздуха достигает абсолютного минимума в -30...-35 °С, хотя на побережье это значение составляет -17...-24°C. Количество осадков в ноябре уменьшается по сравнению с октябрём и в основном преобладают твердые и смешанные осадки, которые дают количество осадков 20 мм и более за 12 часов. В ноябре также отмечается формирование устойчивого снежного покрова в предгорьях Сихотэ-Алиня.

2. Муссонный тип климата

2.1 Характеристика муссонов, территориальное разделение

Термин муссоны пришел к нам из арабского языка «mawsim», что означает «сезон». Муссоны являются устойчивыми сезонными ветрами. Летом, в сезон, ветра дуют с моря на сушу, принося огромные осадки в виде дождей, а зимой же наоборот, ветры меняют свое направление на противоположенное, принося сухую погоду.

Главная особенность муссонного типа климата – резкая смена влажности в разные периоды года. Это преобладание осадков в летние время, а зимой наоборот – сухой сезон. Заметна частая перемена ветров с северных направлений на южные. В летний период выпадает большая часть всей годовой нормы осадков, относительная влажность повышена.

Летний муссон возникает из-за зоны низкого давления над материком, принося с морской поверхности влажный воздух. Зимой

Муссонный климат очень выражен в тропической и субтропической зонах, особенно выделяются области Южной, Юго-Восточной Азии, Экваториальной Африки. В России муссонный тип климата выражен на Дальнем Востоке.

Местные рельефные особенности приводят к тому, что формируется ряд разновидностей Муссонного климата. Горный и холмистый рельеф играет огромную роль в возникновении и задержании осадков над территорией.

Классификация муссонов по территории очень обширна. Выделяют три главных муссонной циркуляции на земле, с огромным влияние на погоду и климат местности.

- Индийский муссон

Одной из самых характерных муссонных циркуляций наблюдается в районе Индийского Океана. В зимний период он дует с северо-востока, а в

теплый период направление на юго-западное. Большое количество осадков наблюдается в этом регионе в июне и июле.

В Индии сезон дождей или муссон начинается обычно конце мая и заканчивается в середине сентября. Его продолжительность и интенсивность могут изменяться, и это связано с особенностями территории страны, где Гималаи играют важную роль и являются естественным препятствием на пути воздушных масс. Ассиметричное нагревание моря и суши является еще одной причиной формирования перемещающихся ветров. Они зарождаются на поверхности Индийского океана и достигают полуострова Индостан, начиная с Андаманских и Никобарских островов в Бенгальском заливе. Ученые в Индии постоянно исследуют муссоны и делают все возможное, чтобы разобраться точный алгоритм прогнозирования их появления. Однако муссоны меняются каждые 30-40 лет в соответствии с данными за последние 130 лет. Осадки могут быть крайне интенсивными, ветры – штормовыми, а могут проходить и довольно спокойно. Юг страны является самым дождливым местом, где муссоны проявляются сильнее всего, особенно в штате Мегхалая. На севере же лишь по ночам проходят ливни, а днем земля согревается щедрым солнцем.

- Азиатский муссон

Азия с восточной и юго-восточной сторон омывается Тихим океаном, на Юге - Индийским. В азиатской тропической зоне рассматриваются условия для создания некоторого устойчивого циркуляционного режима, который характеризуется преобладанием ветров одного направления зимой и противоположенного летом.

Восточно - азиатский муссон делится на два сезона:

- теплый влажный муссон

Характерен для летнего периода с огромным количеством осадков.

- холодный сухой муссон

Характерен для зимнего периода с сухой погодой. Именно в этот период происходит отложение эоловой пыли и почвообразования, которые привели к образованию Лёссового плато.

Муссонный климат в умеренных широтах (40-60 параллели) формируются за счёт преобладания в холодное время года континентальных воздушных масс, которые приходят с суши на море под влиянием зимних азиатских антициклонов, в теплое время года под влиянием -морских воздушных масс, приносимых на материк при активной деятельности циклон над его восточной частью.

В Азии отмечается холодная сухая и малоснежная зима, под влиянием азиатских антициклонов, которые приходят с Восточной Сибири, и дождливое лето с очень высокой относительной влажностью.

Чаще всего на фоне азиатских стран выделяется Япония. Циклоническая деятельность в этом районе характерна и в зимней период. Фронтальные осадки, которые выпадают в этот период, усиливаются орографическими факторами. Летом циклоны движутся на север, осадки в середине сезон наблюдают незначительные. Следовательно, зима более дождливая, чем лето.

Над Японией и Корее граница муссонов имеет, принимает форму квазистационарного фронта, который отделяет более холодную воздушную массу, связанную с Охотским холмом на севере, от горячей влажной воздушной массы, которая связана с субтропическим хребтом на юге. Как граница муссонов передвигается к северу от данного места, днем температуры часто больше 30 градусов Цельсия.

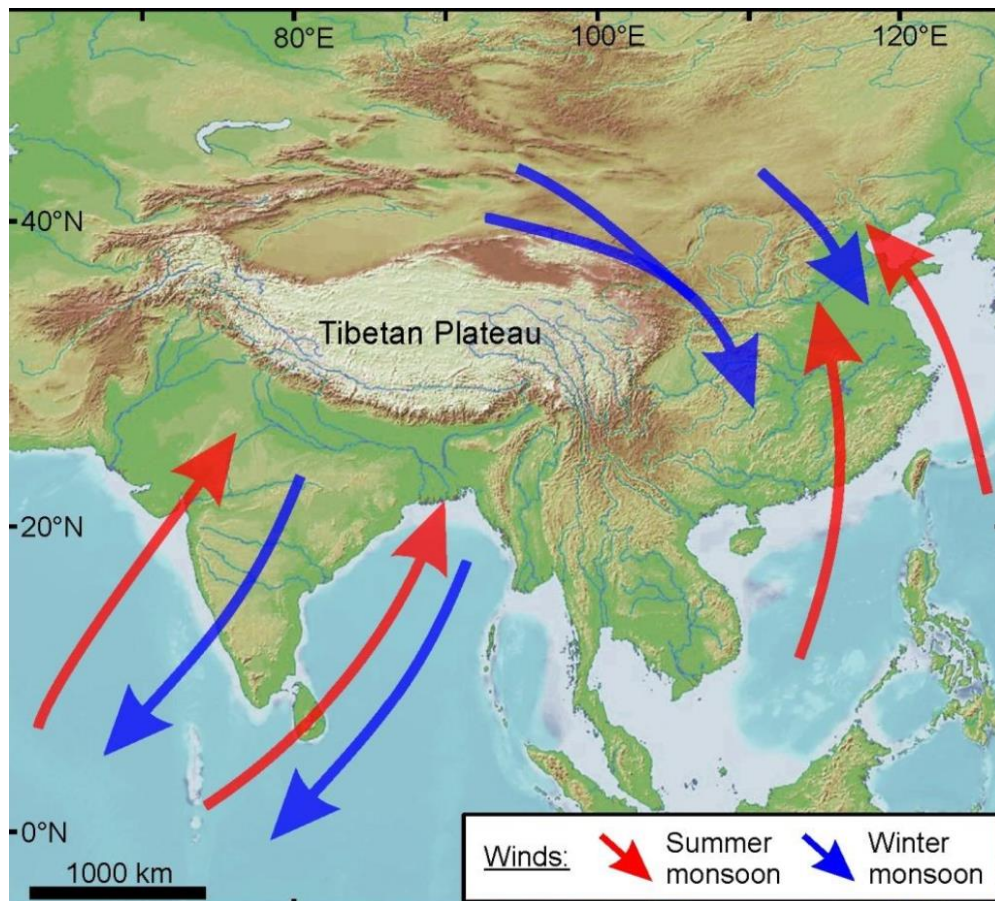


Рисунок 2 – Карта муссонной циркуляции Азиатского и Индийского типа

- Африканский муссон

Муссоны Африканского континента гораздо меньше по толщине и площади. Маленькие размеры африканской муссонной циркуляции выражены небольшими

составляющие меньше 15 градусов на западной части Африки и приблизительно 30 градусов на восточной части континента. Одним из показателей отличия является не участие полярной воздушной массы в формировании Африканского муссона, из этого следует, что муссоны зимнего и летнего периода различают очень слабо. Но главная характеристика муссонного климата присутствует. Она заключается в том, что сезонная смена направлений ветра прослеживается в большинстве районов материка.

Муссонная циркуляция в разных районах Африки отличается друг от друга. В западной части материка муссоны летнего и зимнего периода

различаются своими свойствами из-за того, что их формирование происходит в разных воздушных массах. В восточной части континента муссоны имеют различие только по направлению.

- **Западноафриканский муссон**

Это мощная циркуляционная система, влияющая на регионы материка, находящиеся между широтами 9 и 20 градусов северной широты. Характеризуется ветрами, дующими с юго-запада в летний период и северо-восточными направлениями в зимней период года. В районах, удаленных от этого региона, также прослеживается смены ветров, но влияние муссонов уменьшается с увеличением расстояния.

В западных регионах муссон – результат сезонного сдвига зоны межтропической конвергенции и сезонной разности в влажности и температуре между экваториальным Атлантическим океаном и пустыней Сахара. Муссон наблюдается в Западной Африке в середине июня, а к октябрю уходит на юг.

Юго-западный зимний муссон проходит, как неглубокий влажный слой приземного воздуха, менее 2000м, который перекрывает основной северо-восточный пассат, дующий из Сахары и Сахеля потоком сухого и пыльного воздуха. На северо-востоке наблюдается харматтан- это порывистый сухой прохладный ветер ночное время , горячий, обжигающий в дневное время.

- **Восточноафриканский муссон**

Это муссонная система появляется из-за того, что зона межтропической конвергенции смещается к югу от экватора. Примерное появления муссона в этой области - январь, уход – март. Обилие осадков наблюдается в весенний период, наименьшее – осенью.

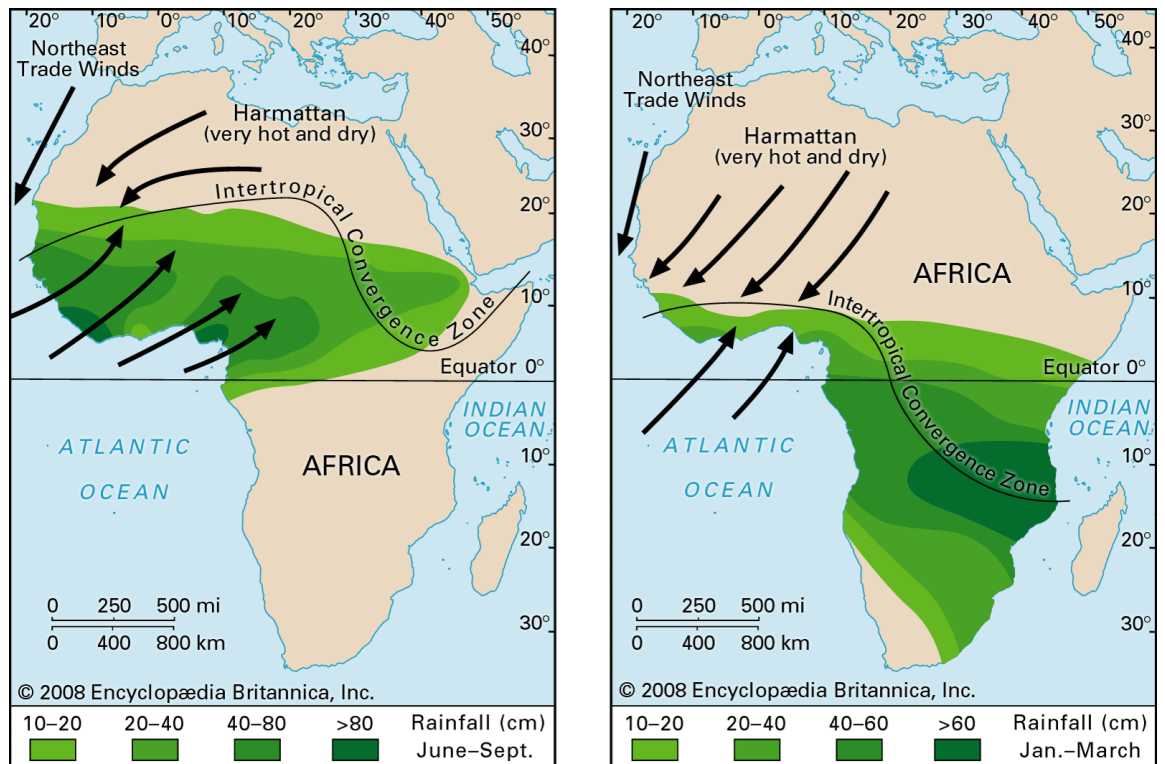


Рисунок 2.2 - Карта расположения муссонной циркуляции на материке Африка в разные сезоны

2.2 Режим осадков

Атмосферные осадки представляют собой воду в различных состояниях, которые выпадают из облаков или осаждаются из воздуха на земную поверхность и объекты. Они являются одной из наиболее важных метеорологических величин, необходимых для увлажнения суши, и представляют множество климатических показателей. Осадки могут быть жидкими, твердыми и смешанными. Количество осадков – это главный показатель, используемый для вычисления всех основных статистических характеристик, кроме автокорреляционной функции, которую можно вычислить только для месячного количества осадков. Различные характеристики осадков вычисляются в суточном разрезе: декадное, месячное, сезонное и годовое среднее, коэффициенты вариации и асимметрии общего количества осадков, среднее месячное и годовое количество жидких, твердых

и смешанных осадков, среднее, коэффициенты вариации и асимметрии суточного максимума осадков. Распределения осадков и ветра очень сложны и выравниваются с трудом, поэтому определяется повторяемость осадков в виде среднего числа дней с осадками по градациям их количества. Продолжительность осадков представляется средним значением по месяцам и за год, а также квантилями различной обеспеченности. Интенсивность осадков характеризуется средним значением и повторяемостью различных значений. Однако главная трудность в расчетах среднего количества осадков заключается в несовершенстве методики их измерения и значительной зависимости от окружающей местности.

Существуют два типа суточного хода осадков - континентальный и морской. Континентальный тип имеет два максимума - основной в послеполуденные часы и незначительный рано утром, а минимумы наступают ночью и перед полуднем. Морской тип имеет лишь один максимум ночью и один минимум днем. Оба типа наблюдаются в жарком поясе и только летом - в умеренных поясах.

Годовой ход осадков различен в зависимости от места - это зависит от радиационного режима, циркуляции атмосферы, топографии и других факторов. Существуют несколько типов годового хода осадков, которые можно изобразить в виде столбиковых диаграмм.

Экваториальный тип характеризуется равномерными осадками весь год, с небольшими максимумами в апреле и октябре и минимумами в июле и январе.

Муссонный тип имеет максимум осадков летом и минимум зимой, особенно на субэкваториальных широтах и восточных побережьях. Однако годовая амплитуда осадков сглажена, особенно в субтропиках.

Средиземноморский тип имеет максимум осадков зимой и минимум летом и характерен для субтропических широт.

В умеренных широтах существуют континентальный и морской типы. Континентальный тип имеет больше осадков летом, а морской тип имеет

равномерное распределение осадков в течение года с небольшим максимумом в осенне-зимнее время.

Заметно, что общее количество осадков уменьшается внутри материков, особенно на средиземноморском и умеренно-континентальном типах.

Распределение осадков на поверхности Земли зависит от многих причин, включая температуру воздуха, испарение, абсолютную и относительную влажность воздуха, облачность, водность облаков, атмосферное давление, господствующие ветры и другие факторы. Кроме того, незональные условия, такие как распределение суши и моря, размеры и орографические особенности материков, также играют важную роль в распределении осадков. Картографическое изображение распределения осадков называется изогнетами - линиями на карте, соединяющими точки с одинаковым количеством осадков за определенный период времени.

Атмосферные осадки, в целом, являются зональными, хотя их зональность выражена менее отчетливо, чем это видно на распределении температуры. Наибольшее количество осадков выпадает в экваториальных и субэкваториальных широтах, где температуры высокие, большое количество испарений, высокая влажность воздуха и соответственно водность облаков, а также преобладают восходящие токи воздуха. Здесь же отмечается рекордное количество осадков, около 12 270 мм/год, в предгорьях Гималаев (в Черрапунджи) и на Гавайских островах (на наветренных склонах гор).

В тропических и субтропических широтах обоих полушарий осадков мало - в среднем 250-300 мм, а в сухих регионах, таких как Сахара, пустыни Аравии и Австралии - местами менее 100 мм в год. Это связано с преобладанием высокого атмосферного давления в зимний период и низкой относительной влажностью воздуха, особенно летом. На восточных побережьях материков в тропических и субтропических поясах, омываемых теплыми течениями, выпадает до 1000 мм осадков. В умеренных широтах количество осадков возрастает: над океанами и на берегах - до 1000 мм,

внутренние районы материков - в среднем около 500 мм и меньше. Осадки здесь выпадают в основном за счет циклонической деятельности, а летом также из-за термической конвекции. Орографические осадки также бывают в изобилии на некоторых западных склонах гор - до 2000-3000 мм и более. Наименьшее количество осадков (100-200 мм) наблюдается в котловинах среди гор Центральной Азии и Северной Америки.

В субполярных и полярных широтах количество осадков снова убывает до 200-100 мм, особенно в Антарктиде.

Высокие значения температуры и влажности в тропической атмосфере обуславливают значительную водность тропических облаков. Запас воды в облаках столь велик, что даже небольшое по размерам облако может разразиться сильным ливнем. Непродолжительные, но сильные ливни из отдельных облаков Сб — довольно распространенное явление в тропиках. Ливневые осадки выпадают также из облачных гряд и облачных скоплений, включающих в себя различные по мощности облака (Си med., Сб и др.) В большинстве случаев осадки в тропиках носят ливневый характер. Наиболее продолжительны осадки из систем облаков, связанных с ВЗ К и тропическими циклонами. Осадки в ВЗ К могут быть ливневыми и обложными, продолжительными (несколько часов) и кратковременными (2— 3 мин), очень сильными и совсем слабыми. Обложные осадки ВЗК выпадают из слоисто-дождевых или изредка из высокослоистых облаков, которые характерны для тропических депрессий. Из смыкающихся в обширные гряды кучево-дождевых облаков выпадают ливневые дожди.

В тропиках часто выпадают дожди из теплых облаков, состоящих из непереохлажденных капель, в то время как вне тропиков осадки выпадают преимущественно из смешанных облаков. Ближе к экватору повторяемость дождя из теплых облаков увеличивается, хотя все же преобладают дожди из смешанных облаков. Формирование теплых кучево-дождевых облаков характерно для тропической зоны. Многие исследования свидетельствуют о том, что в тропиках в большинстве случаев облака не достигают уровня

нулевой изотермы, но осадки все равно выпадают. Образование дождя из теплых облаков происходит в результате охлаждения поднимающегося воздуха и конденсации водяного пара, а затем рост капель до размеров дождевых. Дожди в тропиках из теплых облаков обычно интенсивные, но кратковременные, а условия для восходящих движений в тропической атмосфере создаются практически ежедневно.

В тропической атмосфере каждый день создаются условия, необходимые для развития восходящих движений. Главная причина - термическая конвекция, которая возникает из-за перемещения воздуха в пограничном слое под действием конвергенции ветров. Однако, при дивергенции ветра развитие конвекции ограничивается. Орография также может способствовать созданию восходящих движений. Когда воздух поднимается, он охлаждается и становится насыщенным, что приводит к конденсации водяного пара на частицах (ядрах конденсации), которые всегда есть в атмосфере в достаточном количестве. Частицы могут быть гигроскопичными или твердыми и нерастворимыми. Капли облака начинают формироваться из облачных ядер, которых намного меньше, чем частиц в воздухе, и только небольшое число ядер становится зародышами капель. Рост капель осуществляется за счет процесса укрупнения (роста) капель до размера дождевых, однако, конденсация не может полностью обеспечить этот процесс, поэтому формирование дождя занимает много времени. Однако, в тропиках дождь может формироваться всего за несколько минут, что указывает на наличие других факторов, влияющих на конденсацию водяного пара.

2.3 Тропические циклоны, траектории их движения

Тропические циклоны формируются в спокойных зонах над океанами, как в северном, так и в южном полушарии, и движутся вдоль изобар с востока на запад. В северном полушарии, тропические циклоны, образованные над

Тихим океаном, перемещаются вдоль пассатов, достигая юго-восточных берегов Азии, перед тем, как повернуть вправо и направиться к Японским островам. Среднее количество тайфунов, образующихся у юго-восточных берегов Азии в год, превышает 20. Над Атлантическим океаном, тропические циклоны также движутся вдоль пассатов, достигая Мексиканского залива и Флориды, перед тем, как повернуть на север. В зоне большой разницы в температурах средних широт, тропические циклоны обычно становятся внетропическими циклонами. Тропические циклоны наблюдаются на полуострове Индокитай, на Тихоокеанском побережье Китая и Японии, а также на Дальнем Востоке и Атлантическом побережье Северной Америки. В южном полушарии, тропические циклоны возникают в экваториальной зоне Индийского и Тихого океанов, но не на Южной Атлантике. Система циркуляции тропических циклонов похожа на ту, что и внетропических циклонов. Разница заключается в причинах их возникновения. Для возникновения внетропических циклонов необходимы большие горизонтальные градиенты температуры и давления в тропосфере, тогда как для возникновения тропических циклонов они не являются необходимыми. Однако температура поверхности океана должна быть достаточно высокой – от 27°C. Тропические циклоны чаще всего образуются в зоне конвергенции в летнем полушарии между тропиками и экватором, где наблюдаются упорядоченные восходящие движения воздуха. В зоне конвергенции, термическая конвекция усиливается, способствуя развитию неустойчивости воздуха, возникновению интенсивных восходящих движений влажного воздуха, конденсации водяного пара и освобождению огромного количества энергии.

Различают тропические циклоны, появляющиеся в разных регионах мира, такие как тайфуны на Тихом океане, которые на китайском языке означают "сильный ветер", ураганы в Северной Атлантике, что на индейском языке означает также "сильный ветер", и циклоны в Индии. Прогнозирование их пути движения важно, но трудно, так как они могут неожиданно изменить

направление движения, особенно при подходе к материку. Даже если траектория известна, разрушения, которые тропический циклон может причинить при своем прохождении, невозможно предсказать. Тропические циклоны сопровождаются разрушениями и человеческими жертвами, особенно когда проходят через густонаселенные районы. Скорость ветра в циклонах может достигать 300-400 км/ч.

Тропические циклоны - это метеорологические явления, которые охватывают тропосферу, поднимаясь на высоты от 8 до 12 км. Несмотря на уменьшение скорости ветра с высотой, они остаются сильными на высоте 4-5 км, но в разных частях циклона скорости могут отличаться. Наибольшие скорости наблюдаются в той части циклона, где направление вращательного движения совпадает с направлением его перемещения. В северном полушарии правая часть циклона является наиболее опасной для моряков и называется "опасным полукругом".

При приближении циклона давление быстро падает, а затем так же быстро повышается после прохождения его центра через пункт наблюдений.

Тропические циклоны имеют схожую структуру с внетропическими циклонами, но имеют специальный элемент их строения, называемый "глазом бури". Когда циклон приближается, сначала приходят ветры одного направления, затем наступает затишье и появляется "глаз бури" - зона с нисходящими движениями воздуха в центре, в то время как во всей системе тропических циклонов происходит интенсивный подъем воздуха, вызывающий облакообразование и выпадение осадков. После затишья снова начинаются ураганные ветры, но уже противоположного направления.



Рисунок 2.3 – Последствия прохождения тайфуна «Хагибис» над островом Хонсю, 7 октября 2019 год

В циклонах также возникают приливы, вызванные ураганными ветрами, которые способны вызвать разрушения на побережье. Каждый год тропические циклоны, возникающие в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах, наносят значительный ущерб населению Юго-Восточной, Восточной и Южной Азии (Индия, Пакистан, Австралия, Мадагаскар, центральные и юго-восточные части Северной Америки).

3. Анализ синоптических условий формирования аномальных осадков в г. Владивосток

3.1. Постановка цели и задач бакалаврского проекта

Развитие метеорологии не стоит на месте, каждый день ученые показывают, что так еще мало изведено и показано человечеству. Метеорология – одна из самых молодых и малоизведанных наук. С развитием авиации и космоса был сделан огромный шаг, но человечеству предстоит еще многое понять и изучить.

Самое интересное, что климат за последние 100 лет кардинально изменился. Сначала промышленная революция, после пластиковый бум, это сильно сказалось на погоде и климате в целом. Дальний Восток обширная территория со своими климатическими особенностями. Приморский край – удивительный регион, с удивительным климатом. Интересно было узнать, как за последние 60 лет в Приморье изменилась климатическая ситуация. Нами была взята одна из особенностей края – это значительное количество осадков теплый период. Выявление причин их возникновения и последствия являются задачей несомненно актуальной.

Высокие суммы осадков являются опасным гидрометеорологическим явлением.

Например, их повторяемость в 2019 году составила 8 случаев. Была максимальной за последние 30 лет. В 2019 году был побит рекорд по осадкам, значение которых составило на 60 мм больше, чем в 1990 году, который являлся рекордсменом. Их значение составило 527,6 мм.

Около месячной нормы осадков выпало с 27 августа. В пригороде за двое суток с 27 августа выпало около 160 миллиметров. Наблюдалась гроза, усиление ветра. Из-за непрекращающихся ливней во Владивостоке и пригороде были подтоплены дороги и жилые дома. 28 августа на территории

города был введен режим чрезвычайной ситуации, который действовал до полной ликвидации последствий сильных ливней, около недели.

Известно, что причины таких аномальных осадков могут быть как тропические циклоны, так и усиление муссонной циркуляции в летние месяцы.[15]

Целью нашей работы является синоптический анализ аномальных осадков в городе Владивосток в теплый период.

Для решения поставленной цели необходимо на 1 этапе проанализировать аномальные осадки. В данной работе сумма осадков были разделены на 2 группы:

- Аномальные (больше 30 миллиметров в сутки);
- Экстремальные (больше 50 миллиметров в сутки).

Второй задачей является анализ повторяемости аномальных и экстремальных осадков для каждого месяца, а также их суммы за разные годы, за период 30 лет.

Третьей задачей является анализ синоптических условий формирования экстремальных сумм осадков, построение траекторий циклонов, влияющих на формирование высоких сумм осадков.

В работе для построения траекторий использовались синоптические карты модели MERRA-2 с интервалом в 3 часа. Таким образом, были получены траектории движения циклонов.

Для анализа синоптической ситуации использовались приземные и высотные карты погоды и карты полей метеорологических характеристик[14].

3.2 Анализ количества дней с аномальными и экстремальными осадками в городе Владивостоке за период с 1991-2020.

В ходе бакалаврского проекта были выделены дни с аномальными и экстремальными осадками в г. Владивосток в теплый период. За теплый период мы принимаем месяцы с апреля по октябрь.

Таблица 3.1 - Число случаев с аномальным количеством осадков по десятилетиям за период 1991 по 2020 год

Период/ месяц	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
1991-2000	1	5	8	3	9	3	7
2001-2010	1	2	2	9	7	5	1
2011-2020	1	3	4	3	12	5	2
Сумма	3	10	14	14	28	13	10

В таблице 3.1 представлены дни, когда наблюдались аномальные осадки для каждого месяца за 30-летний период.

Самым влажным месяцем является август во всех десятилетиях. Особенно выделяется период с 2011 по 2020, где наблюдалось 12 случаев.

Самым сухим месяцем является апрель, где наблюдалось в каждом десятилетии по 1 одному случаю.

Можно заметить, что в октябре число случаев с каждым десятилетием уменьшилось в 2 раза.

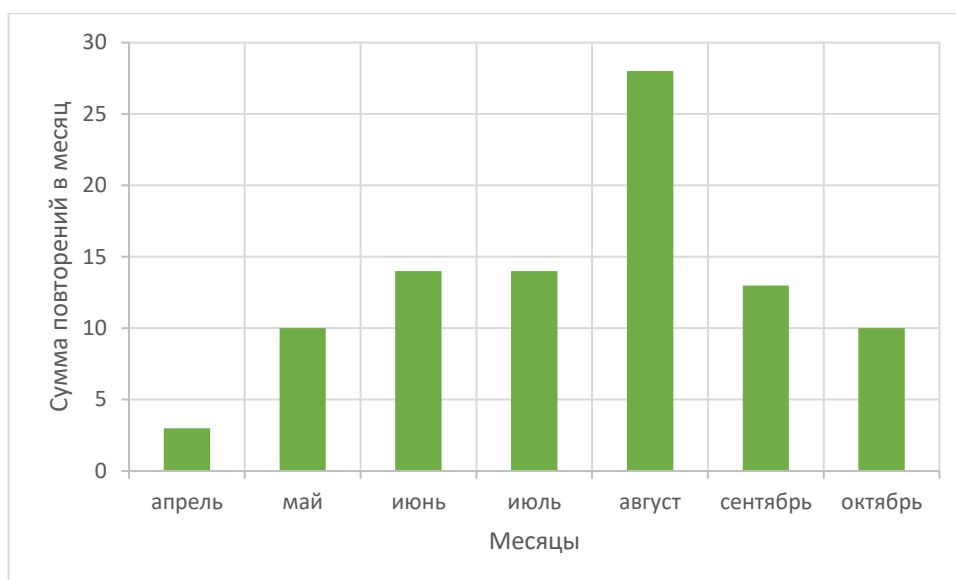


Рисунок 3 – Число повторений случаев с аномальными осадками

Таблица 3.2. – Число случаев с экстремальным количеством осадков по десятилетиям за период 1991 по 2020 год

период	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
с 1991 по 2000	0	0	1	3	6	10	1
2001 по 2010	0	3	2	7	6	2	0
2011 по 2020	0	2	3	9	10	2	2
сумма	0	5	6	19	22	14	3

В таблице 3.2 представлены дни, когда наблюдались экстремальные осадки для каждого месяца за 30-летний период. Месяцем с наименьшим количеством дней с высокой суммой осадков стал октябрь. С наибольшим количеством – август.

Для подтверждения выше сказанного обратимся к рисунку 3.

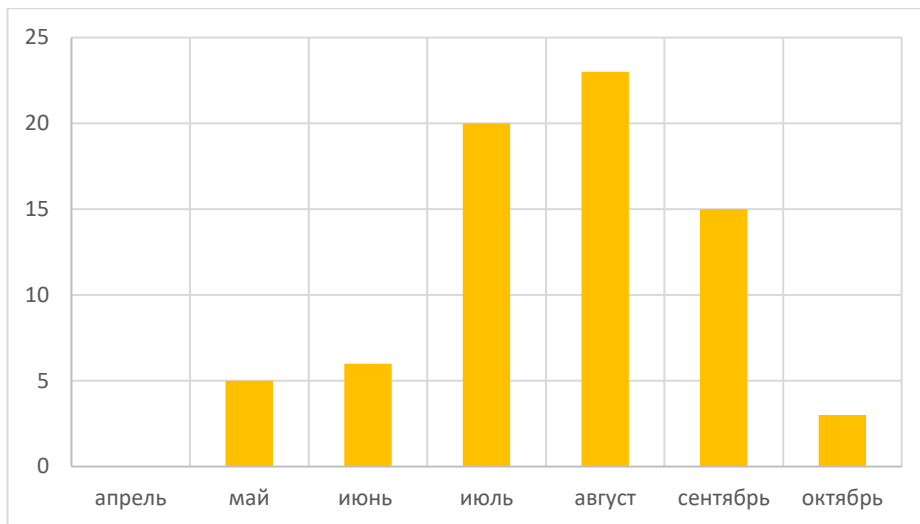


Рисунок 3 – Число повторений случаев с аномальными осадками

Стоит учесть, что наблюдались осадки, идущие несколько дней подряд.

Рассматривая 10-летия, увидим, что происходит увеличение число случаев с экстремальным количеством осадков. Особенно, это характерно для августа, а также июля. Но стоит учесть, что выделяется также сентябрь за период с 1991 по 2000. Отметим, что с июля по сентябрь в этом регионе наблюдается муссонная циркуляция, которая приносит значительное количество осадков. последние 10-летие мы видим увеличение случаев в июле и августе.

Сравнивая Аномальные и экстремальные осадки в город Владивосток, можно сделать некоторые выводы.

Во-первых, аномальных осадков наблюдается больше, чем экстремальных.

Во-вторых, в апреле не наблюдается выпадение экстремальных осадков, но аномальные осадки имеют место быть.

В-третьих, самыми влажными месяцами являются июля, август и сентябрь.

3.3. Анализ траекторий циклонов, влияющих на режим осадков

В бакалаврской работе был рассмотрен каждый случай экстремальных осадков за период с апреля 1991 года по октябрь 2020 года. Для этого рассматривался период, включающий в себя день, когда наблюдалось экстремальное количество осадков, а также 2 дня перед прохождением циклона над данным регионом, также день после. Каждый день данного периода был сопоставлен с архивом синоптических карт, определена синоптическая ситуация, сопутствующая выпадению экстремальных сумм осадков. Для каждого случая циклонов были построены траектории. Пример траекторий представлен на рисунках 3.1, и 3.2, 3.3.

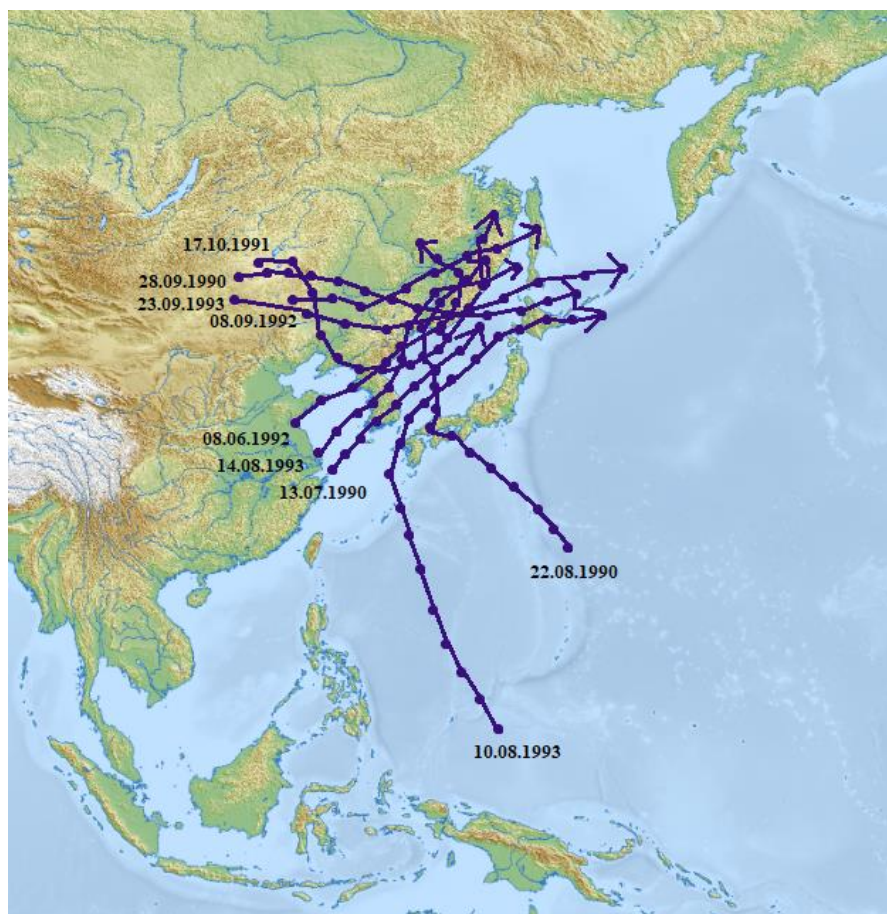


Рис. 3.1. Траектории циклонов в период с 1990-1993 года

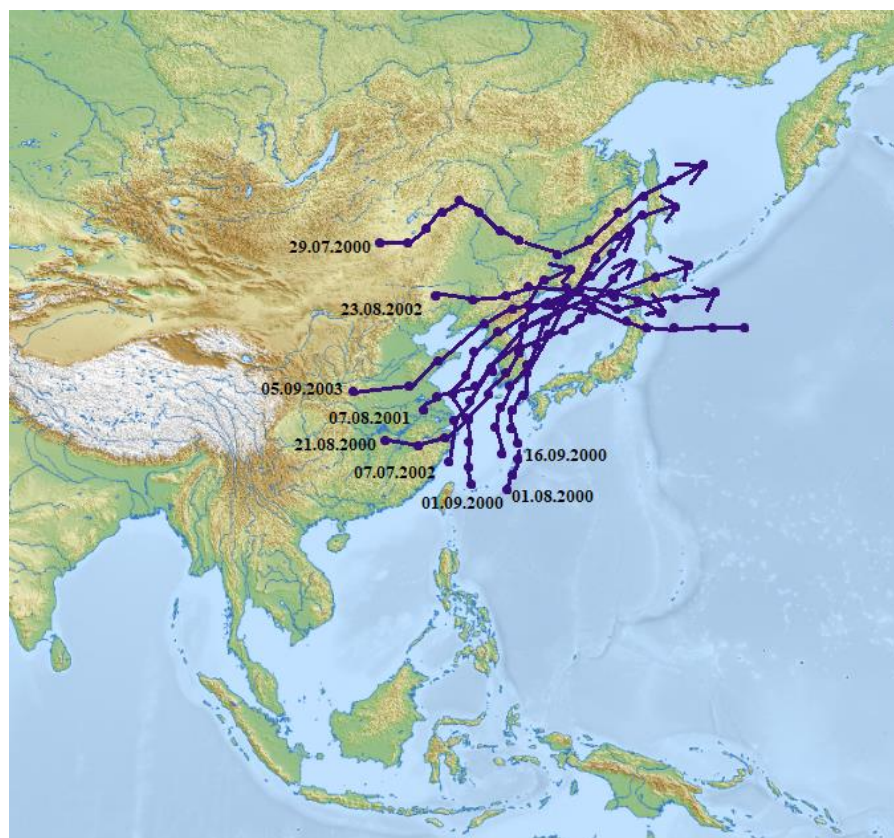


Рис. 3.2. Траектории циклонов в период с 2000 по 2003 года

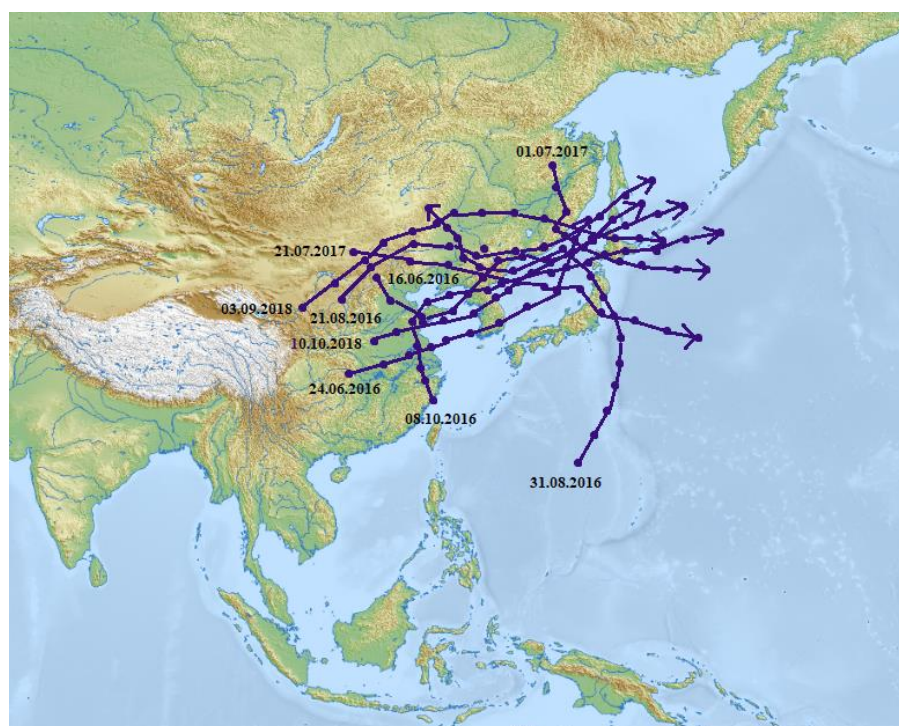


Рис 3.3. Траектории циклонов в период с 2016 по 2018 года

В результате анализа данных траекторий были выявлены наиболее характерные для данного района.

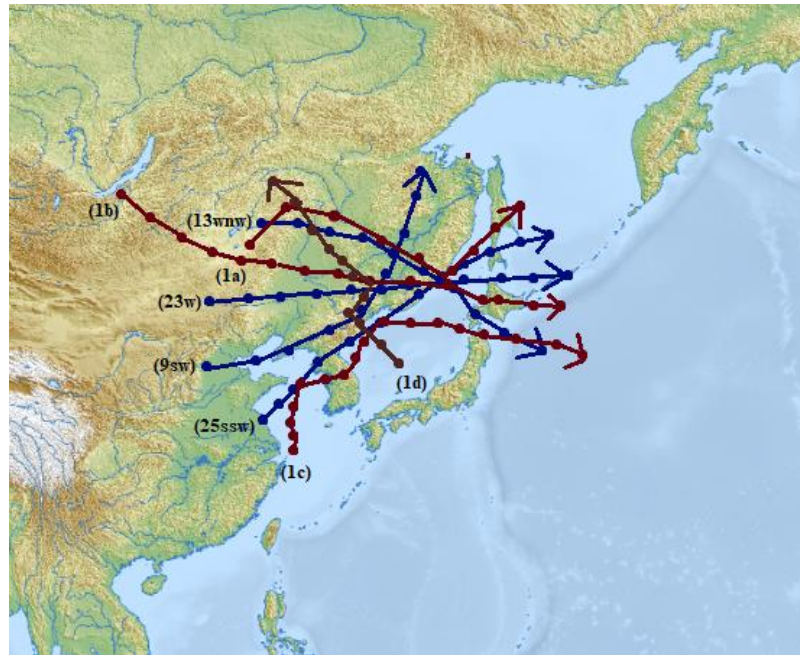


Рисунок 3.4. Редкие и типичные траектории за период 1991-2020 года

Синей линией обозначены характерные траектории, коричневая линия – редкие траектории. В скобках обозначены их повторяемость. Рассмотрим 74 случая. Самыми характерными являются траектории циклонов, которые зарождаются в восточной части Китая, а также в районах Желтого моря и Восточно-Китайского моря (рисунок 3.5)



Рисунок 3.5 Типичные траектории циклонов за период с 1991 по 2020 год

Рассмотрим осадки, которые выпадают в результате траектории 13wnw. Для примера возьмем случай 24 июля 2013 год. В этот день во Владивостоке зафиксировано количество осадков равное 77,3 миллиметров. Рассмотрим приземную карту погоду в день выпадения экстремальных осадков (рисунок 3.6)

В эту дату во Владивостоке зафиксировано 53,4 миллиметров осадков. В день выпадения осадков над Владивостоком располагается тыловая часть циклона, с давлением в центре 994,0 гПа. На востоке в районе полуострова Камчатка и Тихого океана располагается антициклон с малоградиентом барическим полем.

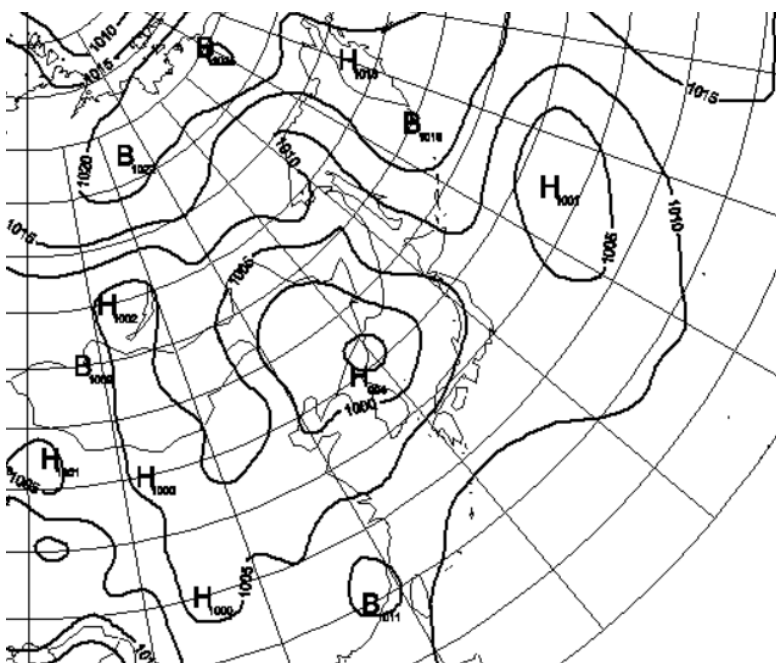


Рисунок 3.6 – Приземная карта 24 июля 2013 год.

Как было уже показано ранее, данный циклон, вызвавший обилие осадков пришел по траектории (13wnw).

Рассмотрим траектории (13wnw). Частота их повторения равна 18%. Такие траектории наблюдались в такие года, как: 1990, 1993, 2008, 2010, 2013, 2014, 2017.

Для анализа возьмем случай с экстремальным количеством осадков дату 18 июля 2014 год.

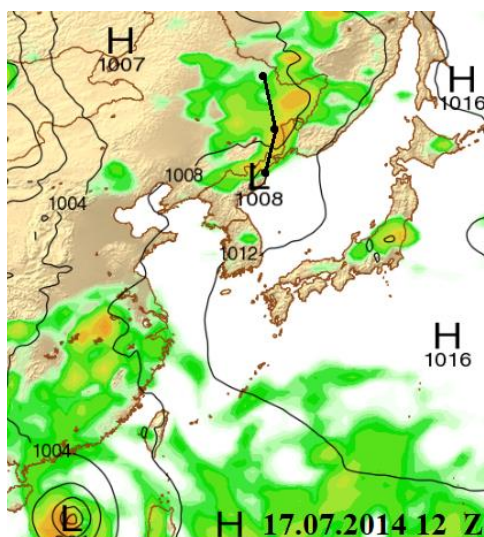


Рисунок 3.6 а

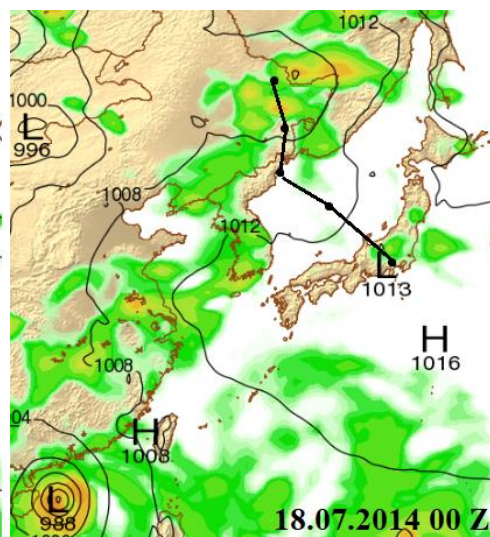


Рисунок 3.6 б

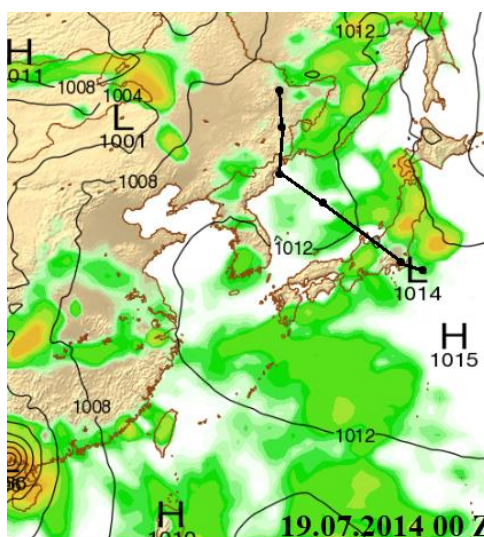


Рисунок 3.6 в

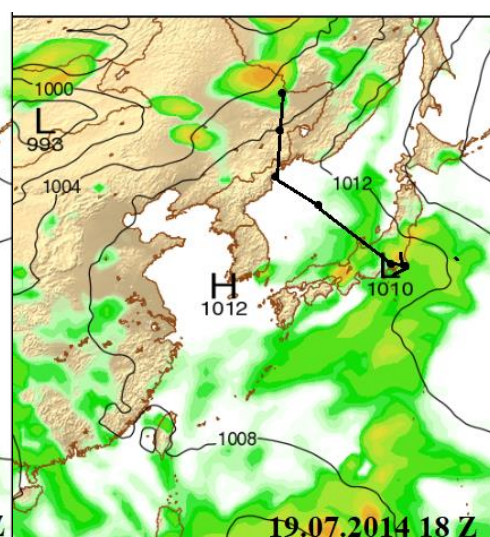


Рисунок 3.6 г

Циклон зародился в районе озера Далайнор (рисунок 3.6 а). Направление движения циклона южное, достигнув хребет Хамгён, циклон смещается на юго-восток (рисунок 3.4 в). Обострение зоны осадков наблюдается в тыловой части циклона в районе хребтов Большой Хинга и Малый Хинга, а также в южной части Сихотэ-Алиня (рисунок 3.6 б). Это мы наблюдаем в сроки 17 июля 12 часов и 18 июля 00 ч. В течение этих сроков сумма осадков была равна 165,7 миллиметров. 17 июня – это 35,0 миллиметров, 18 июля - 135,7 миллиметров. Пройдя остров Хонсю, циклон также сохраняет обострение зоны осадков тыловой части. Это мы видим в срок 19 июля 00 часов(рисунок 3.6 в) Сумма осадков 19 июля равна 37, 6 миллиметров.

Рассмотрим осадки, которые выпадают в результате траектории (23w). Для примера возьмем случай 10 октября 2018 год. В этот день во Владивостоке зафиксировано количество осадков равное 67,3 миллиметров за все сроки. Рассмотрим приземную карту погоду в день выпадения экстремальных осадков (рисунок 3.7)

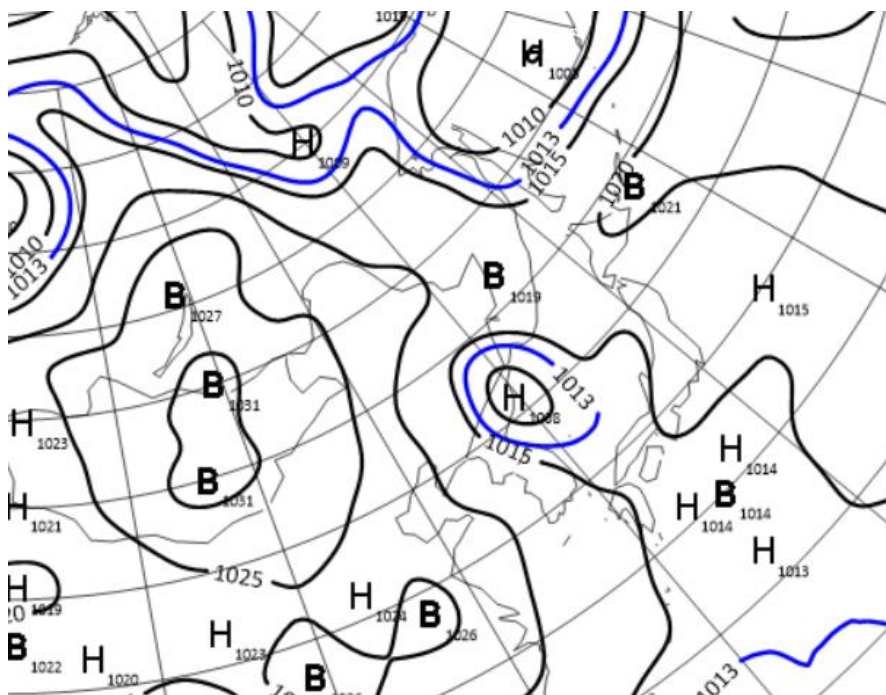


Рисунок 3.7 – Приземная карта погоды 10 октября 2018 год.

В эту дату во Владивостоке зафиксировано 53,4 миллиметров осадков во. В день выпадения осадков над Владивостоком располагается тыловая часть циклона, с давлением в центре 1007,8 гПа. На востоке в районе полуострова Камчатка и Охотского моря располагается циклон с малоградиентом барическим полем.

Как было уже показано ранее, данный циклон, вызвавший обилие осадков пришел по траектории (23w).

Рассмотрим и проанализируем траектории (23w). Частота их повторения равна 31%. Они наблюдались в такие года, как: 1993, 1994, 1997, 1998, 2002, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2016, 2017, 2018, 2019.

Рассмотрим дату 18 августа 2002 год.

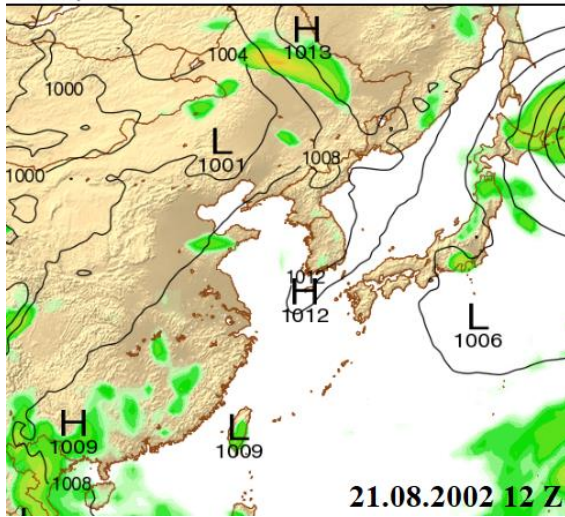


Рисунок 3.7 а

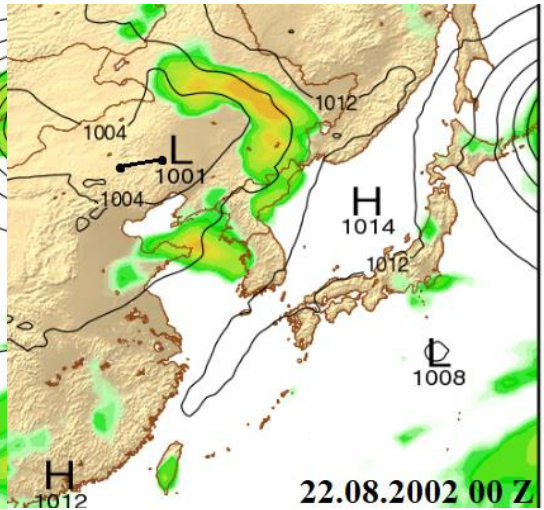


Рисунок 3.7 б

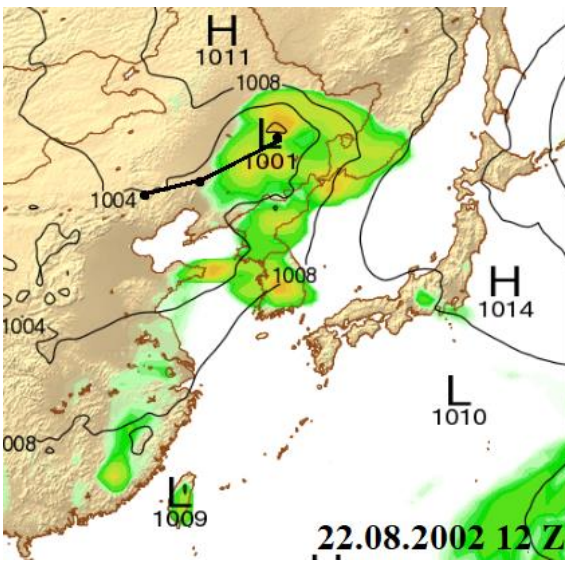


Рисунок 3.7 в

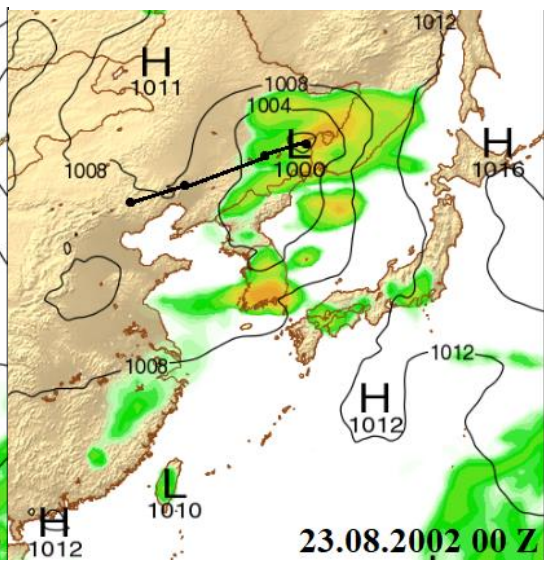


Рисунок 3.7 г

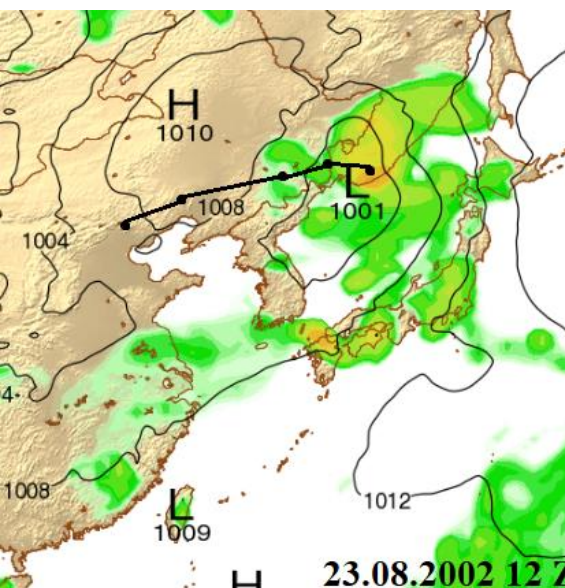


Рисунок 3.7 д

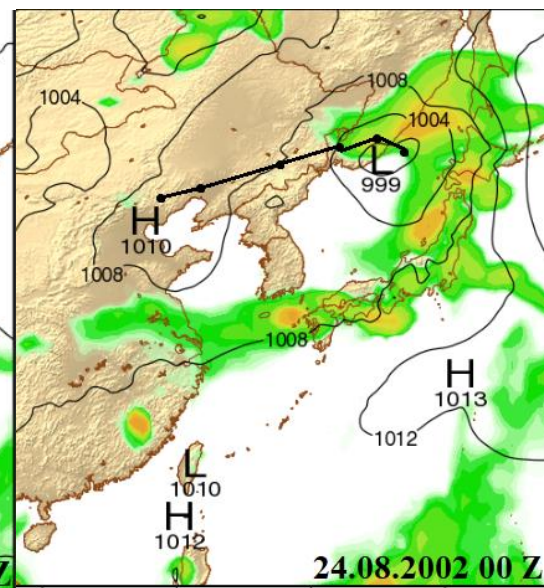


Рисунок 3.7 ж

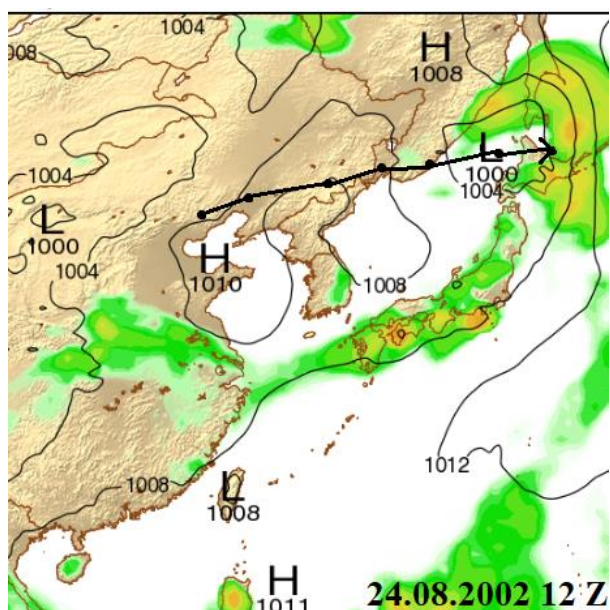


Рисунок 3.7 з

Циклон зарождается в районе реки Луаньхэ (рисунок 3.7 а). Направление его движения северо-восточное. Циклон смещается на юго-восток, достигнув хребет Сихотэ-Алинь. Но после прохождения этой горной системы, циклон смещается на северо-восток (рисунок 3.7 з). Обострение зоны осадков наблюдается в передней части циклона в районе хребтов Большой Хинган, хребет Турана, а также Буреинского хребта. Это мы видим в срок 22 августа 00 часов (рисунок 3.7 б) В срок 22 августа 12 часов обострение осадков наблюдается как в тыловой, так и в передней части (рисунок 3.7 в). В течение этих сроков сумма осадков была равна 21,7 миллиметр. 22 августа 00 часов – 11,7 миллиметров, 12 часов – 10 миллиметров. 23 августа сумма осадков равна 66,3 миллиметра. 24 августа обострение осадков наблюдается в передней части циклона (рисунок 3.7 ж и 3.7 з). Сумма осадков в эти сроки была равна 17,8 миллиметров.

Рассмотрим траектории (25ssw). Частота их повторения равна 34%. Эти траектории наблюдались в года: 1990, 1992, 1993, 1995, 1997, 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2007, 2009, 2010, 2011, 2013, 2016, 2019.

Проанализируем дату 7 августа 2001.

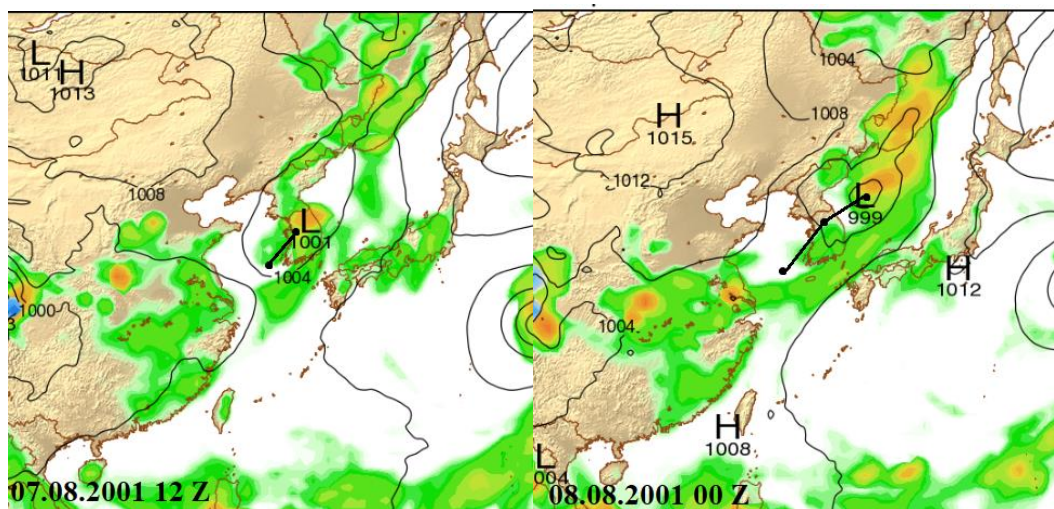


Рисунок 3.8 а

Рисунок 3.8 б

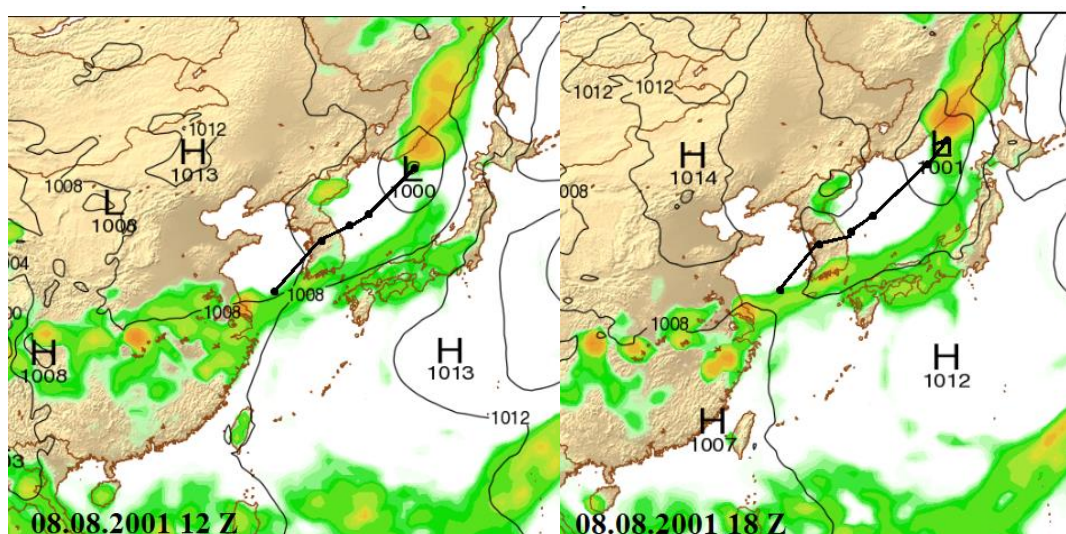


Рисунок 3.8 в

Рисунок 3.8 г

Циклон зарождается в районе залива Ханчжлувань (рисунок 3.6 а). Направление его движения северо-восточное до полуострова Корея(рисунок 3.6 б). После этого циклон поворачивает на восток (рисунок 3.6 в). Обострение зоны осадков наблюдается в передней части циклона в районе Плато Кэма, плоскогорья Чанбайшань, хребта Хамгён, а также северо-восточной части Японского моря (рисунок 3.6 в). Это мы наблюдаем 7 августа во все сроки, а также 8 августа 00 часов и 12 часов. В течение этих сроков сумма осадков была равна 217,6 миллиметров. 7 августа – это 167,9 миллиметров, 8 августа - 49,7 мм. Для этого региона свойственно в летние месяцы муссонная циркуляция. Циклон формирует под собой за счет конвергенции очаг влажного воздуха, который вместе с циклоном движется над японским морем, что приносит

обилие выпадение осадков. Стоит учесть, что пик муссонной циркуляции приходит на август и сентябрь.

Рассмотрим осадки, которые выпадают в результате траектории(9sw). Для примера возьмем случай 3 июля 2013 год. В эту дату во Владивостоке зафиксировано 53,4 миллиметров осадков. В день выпадения осадков над Владивостоком располагается передняя часть циклона, с давлением в центре 994,8 гПа. На востоке в районе полуострова Камчатка располагается антициклон с малоградиентом барическим полем. (Рисунок 3.10)

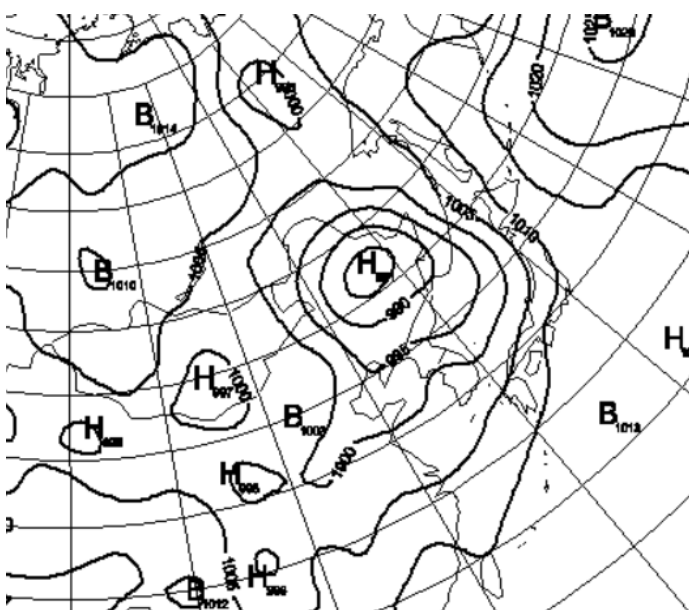


Рисунок 3.10 – Приземная карта погоды 3 июля 2013.

Как было уже показано ранее, данный циклон, вызвавший обилие осадков пришел по траектории (9sw).

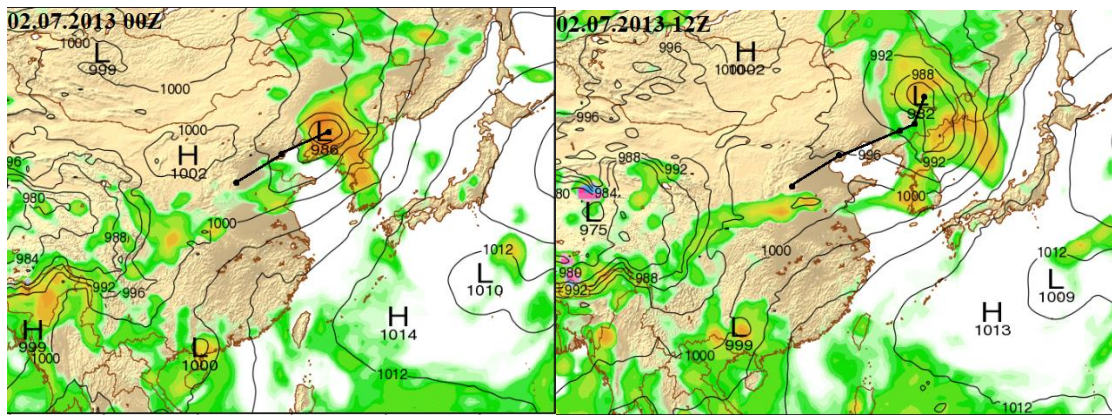


Рисунок 3.10 а

Рисунок 3.10 б

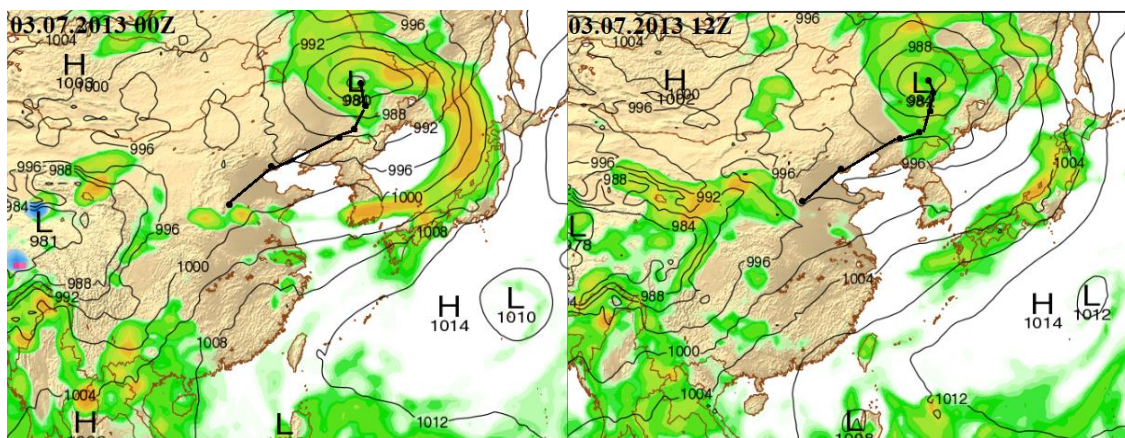


Рисунок 3.10 в

Рисунок 3.10 г

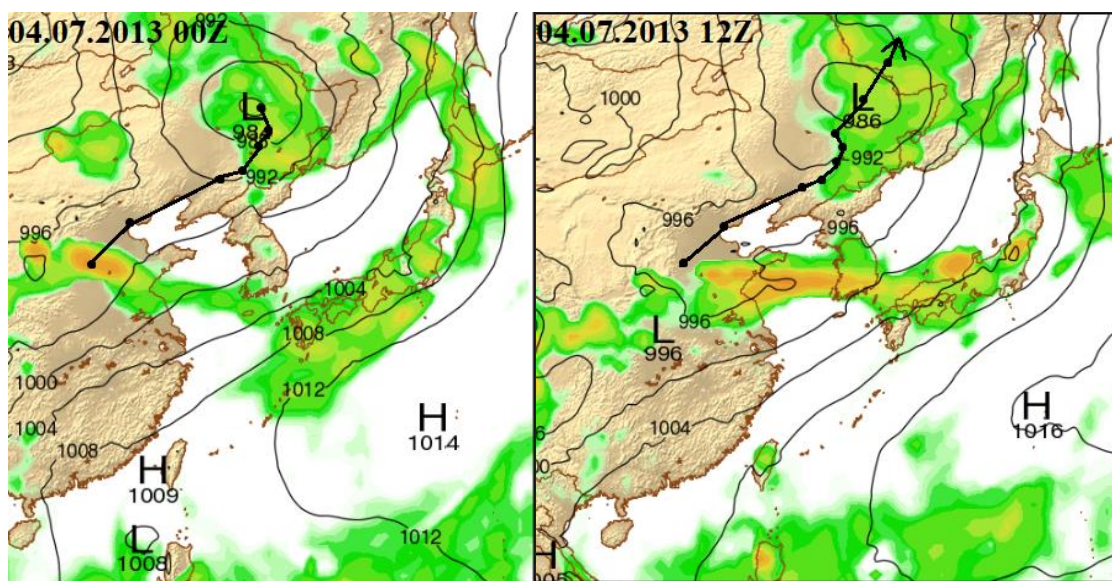


Рисунок 3.10 д

Рисунок 3.10 ж

Циклон зарождается в районе реки Хуанхэ(рисунок 3.10 а). Его направление северо-восточное, но достигнув юго-восточную часть провинции Маньчжурия, направление циклона меняется на северо - северо – восток (рисунок 3.10 ж). Обострение зоны осадков наблюдается в передней части циклона. Это мы наблюдаем в районах Ляодуньского полуострова (рисунок 3.10 а). Сумма осадков в этот срок равна 42,5 миллиметров. В срок 3 июля 00 часов, смещаясь на северо-восток, циклон находится в районе реки Нэньцзян (рисунок 3.10 в). Сумма осадков в этот срок составляет 40,2 миллиметров.



Рисунок 3.11 - Редкие траектории за период с 1991 по 2020 год

Рассмотрим некоторые примеры редких траекторий в данном районе.

Проанализируем траекторию «1b» – 25 мая 2007. Циклон зарождается в районе озера Байкал. Направление циклона юго-западное во все сроки. Скорость циклона 210 километров. Сумма осадков была равна 110,2 миллиметра. Траектория этого циклона не характерна тем, что зарождается в районе озера Байкал, двигаясь, примерно, с одной и той же скоростью, принося большое количество осадков. Потому что, большие суммы осадков, приносят циклоны, зародившиеся в морской и океанической акватории.

Рассмотри траекторию «1a» - 23 июля 1996 год. Изначально траектория циклона очень похожа на «13wnw», но когда циклон достигает Сихотэ-Алиньский заповедник и бухту Серебрянка, он смещается на восток. Скорость циклона, примерно, равна 230 километров. Сумма осадков равна 64,7 миллиметров.

Проанализируем траекторию «1d» - 25 июня 2007 год. Циклон зарождается в акватории Японского моря. Движение циклона северное, когда циклон достигает Пэктусан направление движения меняется на восточное. Когда циклон достигнет озера Ханка, направление движения снова станет северное. Сумма осадков равна 116,5 миллиметров. Из этого, следует, что

циклон, зародившиеся в морской акватории, принесет большее количество осадков, чем циклон, зародившиеся на суше.

3.4. Траектории тропических циклонов.

Приморский край подвержен не только влиянию муссонной циркуляции, но и вторжению тропических циклонов.

Из 74 случаев построения траекторий циклонов было обнаружено 5 тропических циклонов. Наблюдаемые в такие года, как: 1993, 1996, 2012, 2015, 2016. Частота повторений равна 6,8 %.

При тропических циклонах часто наблюдалась гроза, осадки в виде ливневых дождей, а также сильные высокие волны в районе города Владивосток.

Ниже приведена карта (рисунок 3.12) построения траекторий тропических циклонов. Стоит учесть, что чаще всего они зарождались в Филиппинском море.

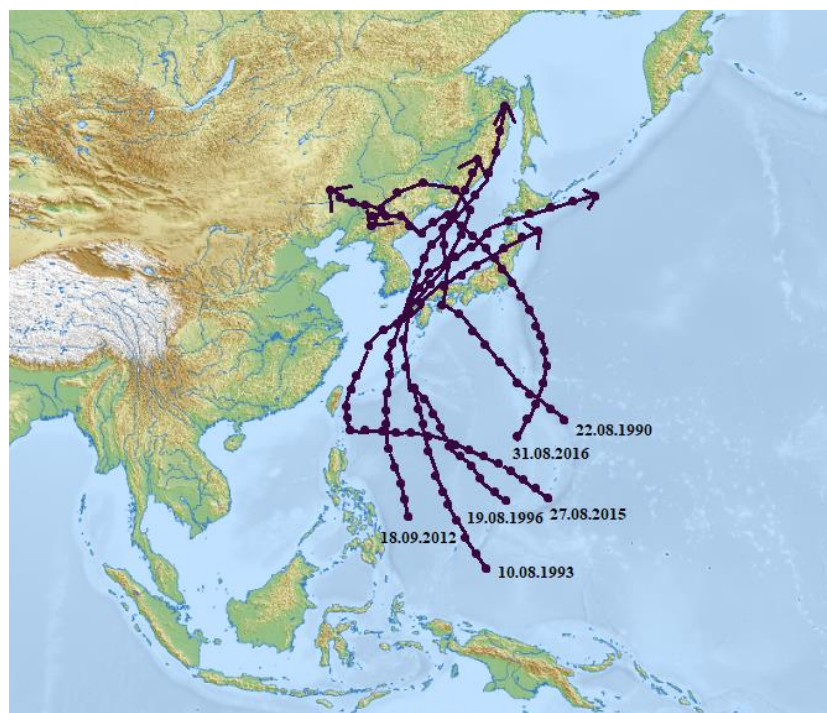


Рисунок 3.12 - Построение траекторий тропических циклонов.

Рассмотрим случай с экстремальными осадками в городе Владивостоке 9 августа 1993 года. Тропический циклон получил название «Робин»

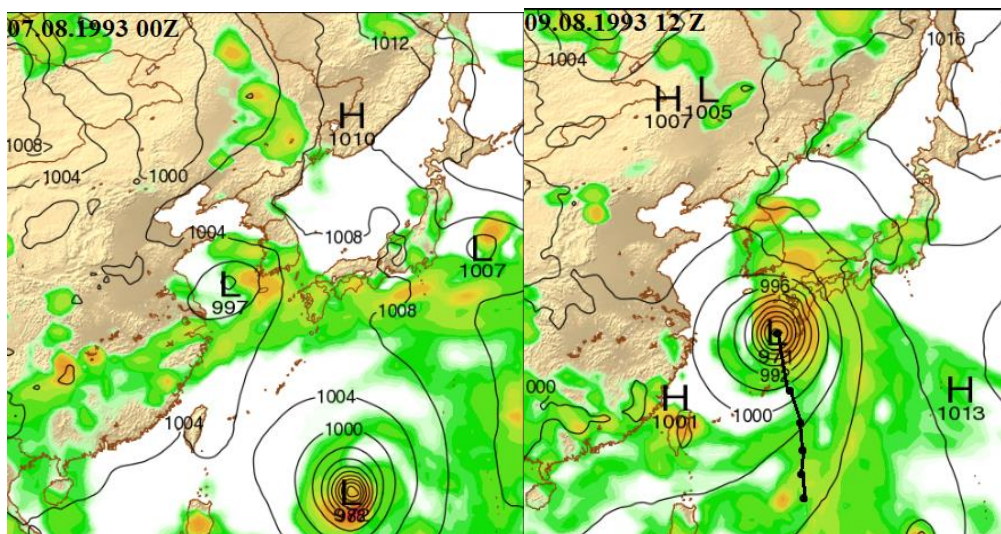


Рисунок 3.13 а

Рисунок 3.13 б

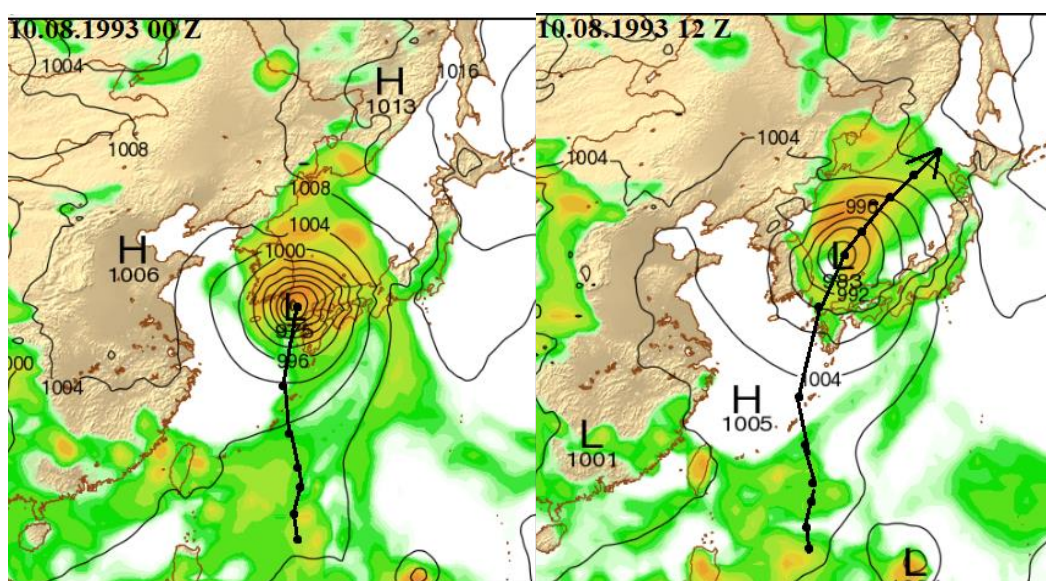


Рисунок 3.13 в

Рисунок 3.13 г

Рассмотрим случай с экстремальными осадками в городе Владивостоке 9 августа 1993 года. Мы наблюдаем тропический циклон, с возникновением зоны осадков перед тропическим циклоном. Необходимо отметить, что экстремальные суммы осадков наблюдались в течение 2 дней – 9 и 10 августа. 9 августа сумма осадков была равна 101,1 мм/сутки, 10 августа – 60,4

мм/сутки. Траектория циклона, которая приносит высокие суммы осадков в исследуемый период представлена на рисунках 3.0 в и 3.9 б

Циклон зародился севернее о. Новая Гвинея, двигался с параболообразной траекторией (рисунок 3.13 а). Движение циклона можно увидеть на барических картах с указанием интенсивности осадков. Мы видим, что циклон зарождается 7 августа в Тихом океане, севернее о. Новая Гвинея и восточнее Филиппинских островов. Затем он двигается на северо-запад, достигнув Корейского пролива циклон смещается на северо-восток (рисунок 3.13 г) Эта траектория характерна для тропического циклона. Пройдя Корейский пролив, циклон идет параллельно Японским островам, дойдя до о.Хоккайдо циклон меняет направление на восточное. Пройдя Курильские острова, циклон начинает разрушаться, спустя 2 дня на место циклона придет новый циклон. На протяжении всей его траектории в центральной части циклона наблюдаются высокие суммы осадков. Заходя на территорию Японского моря, обостряется зона осадков в передней его части, распространяясь на всю южную часть Охотского моря, включая побережья Приморья (рисунок 3.13 в, рисунок 3.13 б).

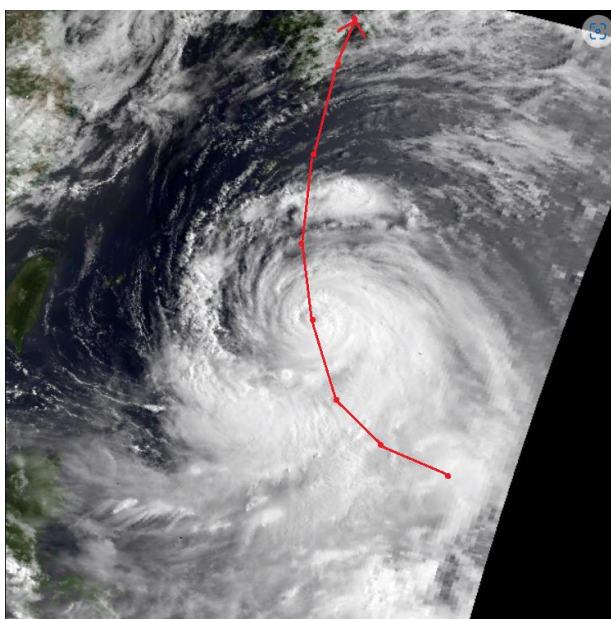


Рисунок 3.14 - Спутниковый снимок тропического циклона «Робин» 7 августа 1993.

На спутниковом снимке мы видим, высокобарическое образование. В центре циклона мы наблюдаем слоистые облака, В передней части циклона- Перистые облака, в тыловой части – высоко-кучевые, а также перистые когтевидны.

Одним из выбивающихся случаев является 27 августа 2015 года. Мы наблюдаем тропический циклон, с возникновением зоны осадков перед тропическим циклоном. 27 августа сумма осадков была равна 60,9 мм/сутки.

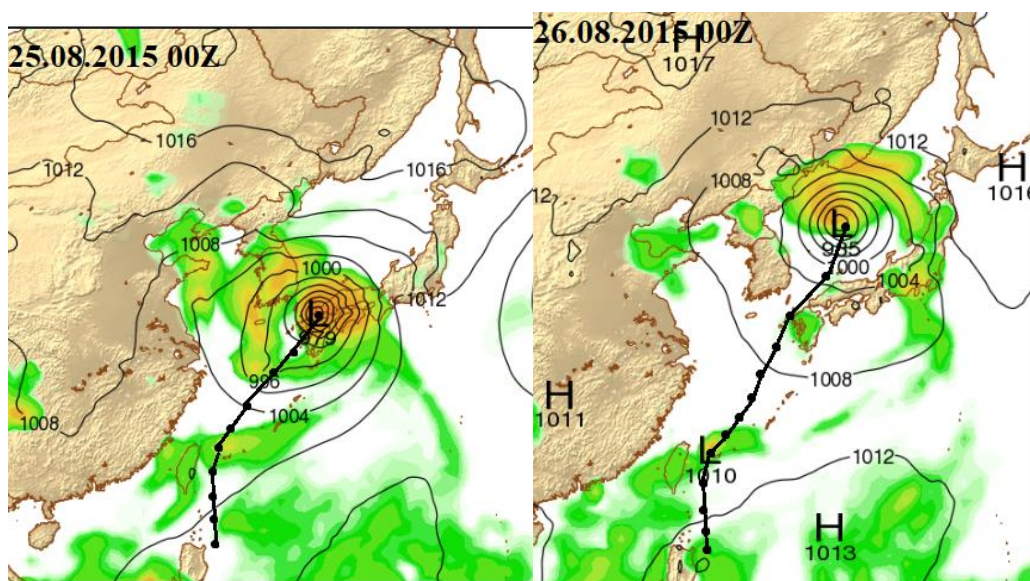


Рисунок 3.15 а

Рисунок 3.15 б

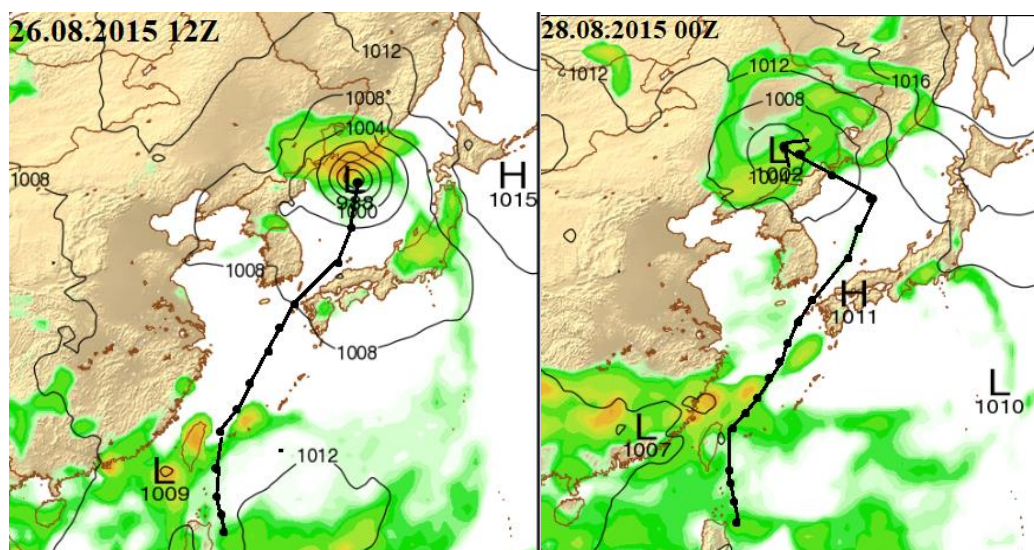


Рисунок 3.15 в

Рисунок 3.15 г

Циклон зародился в районе острова Гуам. Движение циклона можно увидеть на барических картах с указанием интенсивности осадков.

Изначально движение циклона юго-западное. Когда циклон достигает острова Тайвань, он смещается на север, скорость циклона равна 340 километров (рисунок 3.15 а). В срок 25 августа 00 часов и 25 августа 12 часов обострение зоны осадков в тыловой части циклона (рисунок 3.15 а и рисунок 3.15 б). Сумма осадков равна 35 миллиметров.

Циклон, пройдя горный хребет Сихотэ-Алинь, смещается на северо-восток (рисунок 3.15 г). Обострение зоны осадков наблюдается в тыловой части циклона. В сроки 27 августа 00 часов и 27 августа 12 часов обострение осадков происходят в районах юго-восточной части хребта Большой Хинган. Сумма осадков равна 20,7 миллиметров. Циклон смещается со скоростью 390 километров. Циклон имеет петлевидную траекторию (рисунок 3.15 г).

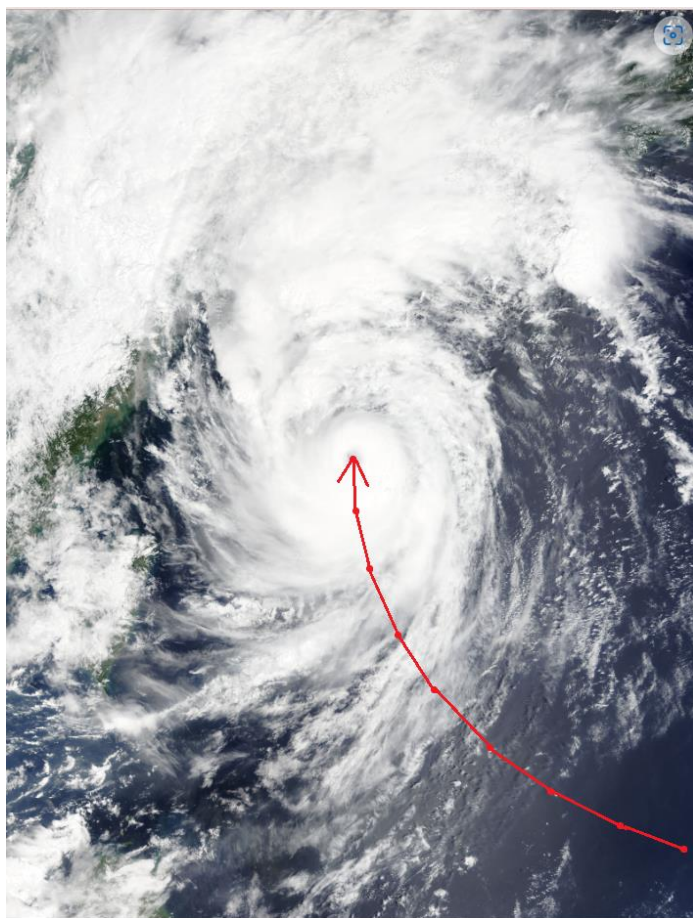


Рисунок 3.16 - Спутниковый снимок тайфуна «Гони» 22 августа 2015 год.

На спутниковом снимке мы видим тайфун Гони, находящиеся восточнее Филиппинских островов. 23 августа наблюдалась максимальная скорость тайфуна, которая была равна 185 километров в час.

Заключение

В результате бакалаврского проекта было проанализировано 74 траектории циклонов, которые сопутствовали формированию экстремальных осадков в районе города Владивосток. Среди них были выбраны наиболее характерные, редкие, а также траектории тропических циклонов и показаны в пункте 3.3.

- Типичные траектории – основные траектории циклонов, которые наблюдались более 9 раз.
- Редкие траектории – траектории, наблюдаемые менее 3 раз.
- Тропические циклоны(тайфуны) – циклоны, зародившиеся в районе Филиппинских островов.

Наблюдалось 4 характерные траектории: «25ssw», «23w», «13wnw», «9sw».

Характерными являются траектории циклонов, которые зарождаются в восточной части Китая, а также в районах Желтого моря и Восточно-Китайского моря.

Также были получены редкие траектории «1a», «1b», «1c», «1d»

Наиболее интересной траекторией является траектория «1b» ,циклон которой зарождается в районе озера Байкал так, как она имеет очень большую протяженность, но тем не менее приносит высокую сумму осадков. в дальнейшем будет интересно поподробнее ее исследовать.

В процессе выполнения бакалаврского проекта были выявлены циклоны, которые изначально сформировались из тропических циклонов. В ходе работы были рассмотрены два характерных случая – это тайфуны «Гони» и «Роббин». Первый циклон имеет петлеобразную траекторию, у второго циклона – это паралообразная траектория. Циклоны имели примерно одну скорость, которая была равна 160 километров в час.

В результате бакалаврского проекта можно сделать вывод, что высокие суммы осадков приносят те циклоны, которые зародились в акваториях

Восточно-Китайского и Японских морей, а также циклоны, следующие из Восточного Китая. Стоит учесть, что тайфуны тоже играют большую роль в выпадение экстремальных осадков в городе Владивосток.

Список используемых источников

- 1 – А.И. Угрюмов, И.В. Лаврова Основные закономерности общей циркуляции атмосферы [Текст] /. – СПб: РГГМУ, 2021.
- 2 – Циркуляция атмосферы [Электронный ресурс]: Электрон. Текстовые дан. - : 2019 - Режим доступа: <https://karatu.ru/cirkulyaciya-atmosfery/>
- 3 – Н.Н. Алексеева Большая российская энциклопедия, Азия [Текст] /. – М.: Российская энциклопедия, 2016.
- 4 – Е.М. Зубащенко Региональная физическая география. Климаты Земли. Часть 2 [Текст] /. – Воронеж: ВГПУ, 2008.
- 5 – Какой климат в Азии? [Электронный ресурс]: Электрон. Текстовые дан. - : 2021 - Режим доступа: <https://natworld.info/nauki-o-prirode/klimat-azii-osobennosti-klimaticheskie-rojasa-karta-i-tablicza>
- 6 – В.В. Никольская Дальний Восток [Текст] /. – М.: Государственное издательство географической литературы, 1962.
- 7 – Климат Дальнего Востока России [Электронный ресурс]: Электрон. Текстовые дан. - : 2019 - Режим доступа: <https://karatu.ru/klimat-dalnego-vostoka-rossii/>
- 8 – Т.Е. Данова, Е.А. Григорьева, А.С. Густенко Современная динамика летних осадков на юге Дальнего Востока России [Электронный ресурс]: Электрон. Текстовые дан. – Научные ведомости серия Естественные науки №194 выпуск 29: 2014 - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-dinamika-letnih-osadkov-na-yuge-dalnego-vostoka-rossii/viewer>
- 9 – Пресс-служба Примгидромета Особенности климата Приморья [Электронный ресурс]: Электрон. Текстовые дан. - ПУГМС: 2022 - Режим доступа: http://www.primgidromet.ru/news/osobennosti_klimata_primorya/
- 10 – А. Савчук Климат Приморского края. Географическое положение,

природные зоны [Электронный ресурс]: Электрон. Текстовые дан. - : 2016 -
Режим доступа: <https://fb.ru/article/272182/klimat-primorskogo-kraya-geograficheskoe-polojenie-prirodnyie-zonyi>

11 – Погода и климат Приморского края и Владивостока [Электронный ресурс]: Электрон. Текстовые дан. - : 2021 - Режим доступа: <https://www.meteonova.ru/klimat/25/Primorsky%20Kray/>

12 - Т. В. Цурикова. Муссоны. [Электронный ресурс]: Электрон. Текстовые дан. - ПУГМС: 2002 – Режим доступа: https://primpogoda.ru/articles/prosto_o_pogode/mussony

13 - MERRA-2 Weather Maps [Электронный ресурс]: - : GMAO, 2021 –

14 - http://old.aari.ru/odata/_d0010.php?mod=0&p=undefined&d=1&y=2019

Режим доступа:

https://fluid.nccs.nasa.gov/reanalysis/classic_merra2/?one_click=1&tau=06&stream=

[MERRA2&level=0&track=none®ion=pacific&fcst=20200621&field=ptype&ani](https://fluid.nccs.nasa.gov/reanalysis/classic_merra2/?one_click=1&tau=06&stream=MERRA2&level=0&track=none®ion=pacific&fcst=20200621&field=ptype&ani)

[mate=1](https://fluid.nccs.nasa.gov/reanalysis/classic_merra2/?one_click=1&tau=06&stream=MERRA2&level=0&track=none®ion=pacific&fcst=20200621&field=ptype&anim=1)