



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 циркуляционных особенностей на юге Дальнего Востока
в июне»**

Исполнитель Смирнова Яна Алексеевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент
(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)

« 31 » мая 2022 г.

Санкт-Петербург
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ.....	4
1.1 Факторы, влияющие на общую циркуляцию атмосферы	7
1.2 Воздушные массы и их климат.....	9
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ ЕВРАЗИЙСКОГО КОНТИНЕНТА.....	14
2.1 Азия.....	14
2.2 Дальний Восток	19
2.3 Приморский край	24
3. АНАЛИЗ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА ЮГЕ ДАЛЬНОГО ВОСТОКА В ИЮНЕ.....	30
3.1 Определение цели и задач бакалаврского проекта.....	30
3.2 Создание базы данных траекторий барических образований и её анализ....	31
3.3 Анализ траекторий циклонов, влияющих на режим аномальных осадков... 39	
3.4 Анализ траекторий антициклонов на юге Приморья в июне	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50

ВВЕДЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы бакалаврского проекта является определение синоптических процессов, формирующих циркуляционный режим на юге Дальнего Востока в июне.

Выявление траекторий циклонов и антициклонов будет происходить путём построения обобщённых траекторий движения за период с 1991 года по 2020 год.

Предполагается выявить прямое или косвенное влияние траекторий на режим осадков в июне в южной части Дальнего Востока.

Новизна работы определяется тем, что на данный момент циркуляция и синоптическая изменчивость над Дальним Востоком и его регионами, в частности, в России изучаются достаточно мало по сравнению с той же Европейской частью РФ, например. Масштабные исследования траекторий циклонов проводились в 1980-1990-х годах, и, хотя в последние несколько лет климатическими особенностями дальневосточных территорий интересуются всё больше, архива барических образований в открытом доступе нет.

Построение и анализ траекторий движения циклонов и антициклонов, влияющих на климат рассматриваемой территории, является актуальной и интересной задачей.

В первой главе предполагается рассмотреть общую циркуляцию атмосферы и циркуляцию различных широт.

Во второй главе рассматриваются климатические особенности азиатской части евразийского континента, Дальнего Востока и Приморского края.

В третьей главе проведен анализ циркуляционных особенностей на юге Дальнего Востока.

1. ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ

Совокупность движений крупномасштабных воздушных масс в тропосфере, стратосфере и нижней мезосфере называют общей циркуляцией атмосферы. По своей масштабности циркуляционные движения делятся на 2 класса, такие как глобальная циркуляция, достигающая десятки тысяч километров, и циркуляция синоптических процессов, достигающая тысяч километров.

К глобальной циркуляции имеют отношение западно-восточный перенос, присущий умеренным широтам, и циркуляция пассатов в зоне тропиков. Синоптическими процессами же являются волны Россби западно-восточного переноса, а также имеющие с ними связь циклонические и антициклонические движения и муссоны тропического пояса и умеренных широт.

При более мелком масштабе нельзя забывать и о местных циркуляционных особенностях, например о бризах, горно-долинных ветрах, ледниковых ветрах и тд. Эти циркуляционные механизмы оказывают влияние на климатический режим лишь некоторых территорий, но не влияют существенно на режим общей циркуляции.

Циркуляция атмосферы является самым важным климатообразующим процессом на Земле, который способствует переносу тепла и влаги из одних областей в другие и определяет климатический характер в любой точке на планете.

Существование атмосферной циркуляции обуславливается неоднородностью распределения атмосферного давления, разными физическими свойствами поверхности и отклоняющим влиянием вращения планеты на воздушные потоки. Благодаря совокупности этих причин можно определить как местонахождение, так и траектории перемещения постоянных и сезонных центров действия атмосферы, которые представляют собой обширные области атмосферы с преобладающими антициклонами или

циклонами [1]. Местоположение таких центров отражает устойчивые циркуляционные особенности общей атмосферы.

Учёными выделены постоянные центры действия атмосферы (рисунок 1.1), которые наблюдаются в течение всего года – это экваториальная депрессия (полоса низкого атмосферного давления, проходящая по земному шару в экваториальной зоне и смещающаяся от географического экватора к югу или северу в зависимости от сезона; также включает в себя внутритропическую зону конвергенции), Азорский антициклон (располагается над атлантическими субтропическими широтами), Северо-Тихоокеанский (Гавайский) антициклон (действует над субтропическими широтами Тихого океана), Южно-Атлантический и Южно-Индийский максимумы, а также Южно-Тихоокеанский антициклон. К постоянным центрам действия относят депрессии субполярных широт - Исландскую депрессию (север Атлантического океана), Алеутский (располагается в северных водах Тихого океана) и Субантарктический минимумы; полярные области высокого атмосферного давления – Арктический и Антарктический антициклоны.

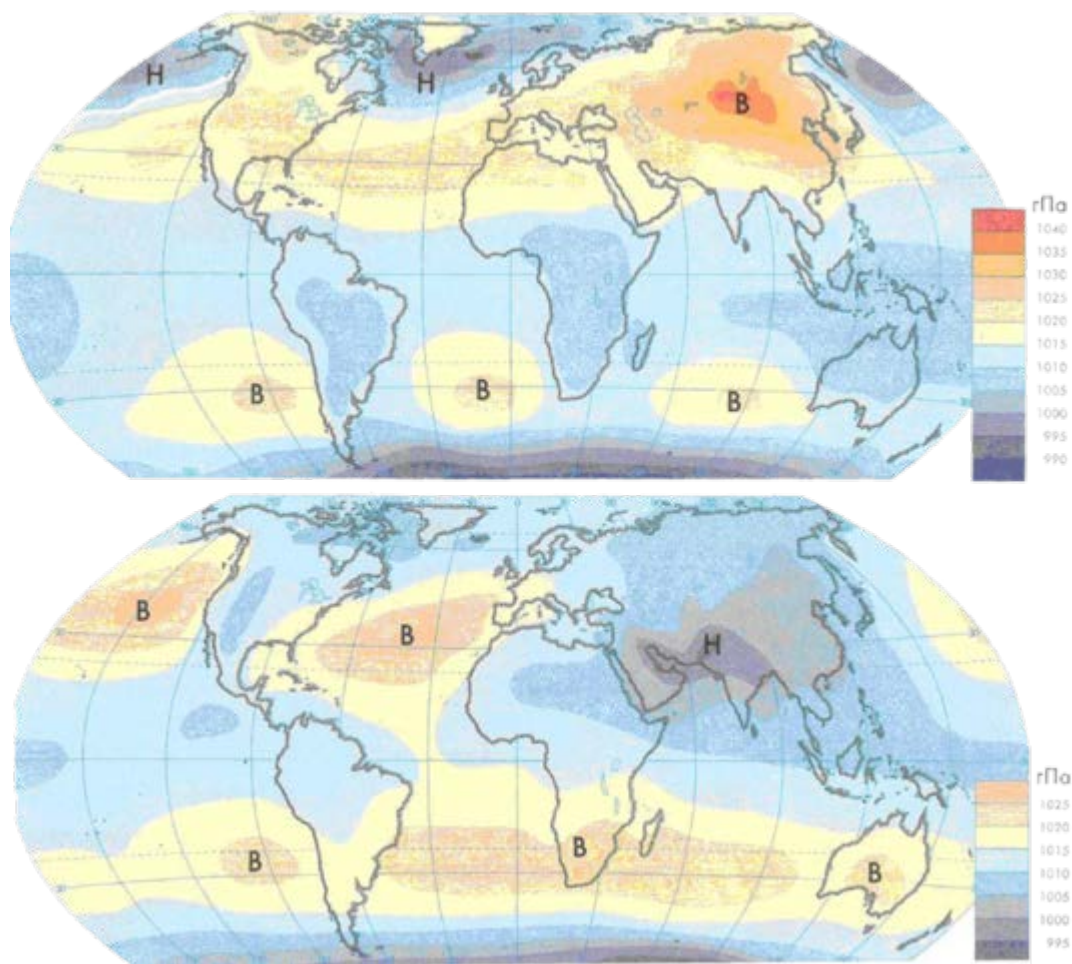


Рисунок 1.1 - Постоянные центры действия атмосферы.

Другим типом атмосферных центров действия являются сезонные центры, которые образуются под влиянием интенсивного прогрева/охлаждения внутриконтинентальных территорий материков в тёплые и холодные периоды года. Примерами сезонных центров действия атмосферы являются Азиатский (имеет центр над Монгольским плато зимой и центр над Афганистаном летом) и Канадский антициклоны, а также Сахаро-Аравийский и Южно-Азиатский минимумы.

Центры действия атмосферы проявляются на картах среднего многолетнего атмосферного давления, однако сезонные центры можно обнаружить лишь на климатологических картах определённых сезонов года.

1.1 Факторы, влияющие на общую циркуляцию атмосферы

На общую циркуляцию атмосферы влияют многие факторы, основными из которых являются солнечная радиация, вращение Земли, рельеф подстилающей поверхности, расположение морей и суши на земном шаре и др. факторы.

Солнечная радиация является основным влияющим на атмосферу фактором. Учёные выделяют 2 поверхности нагревания атмосферы, которые можно проследить на вертикальном профиле температур (рисунок 1.2): стратомезосферную (на уровне 50 км) и земную поверхность.

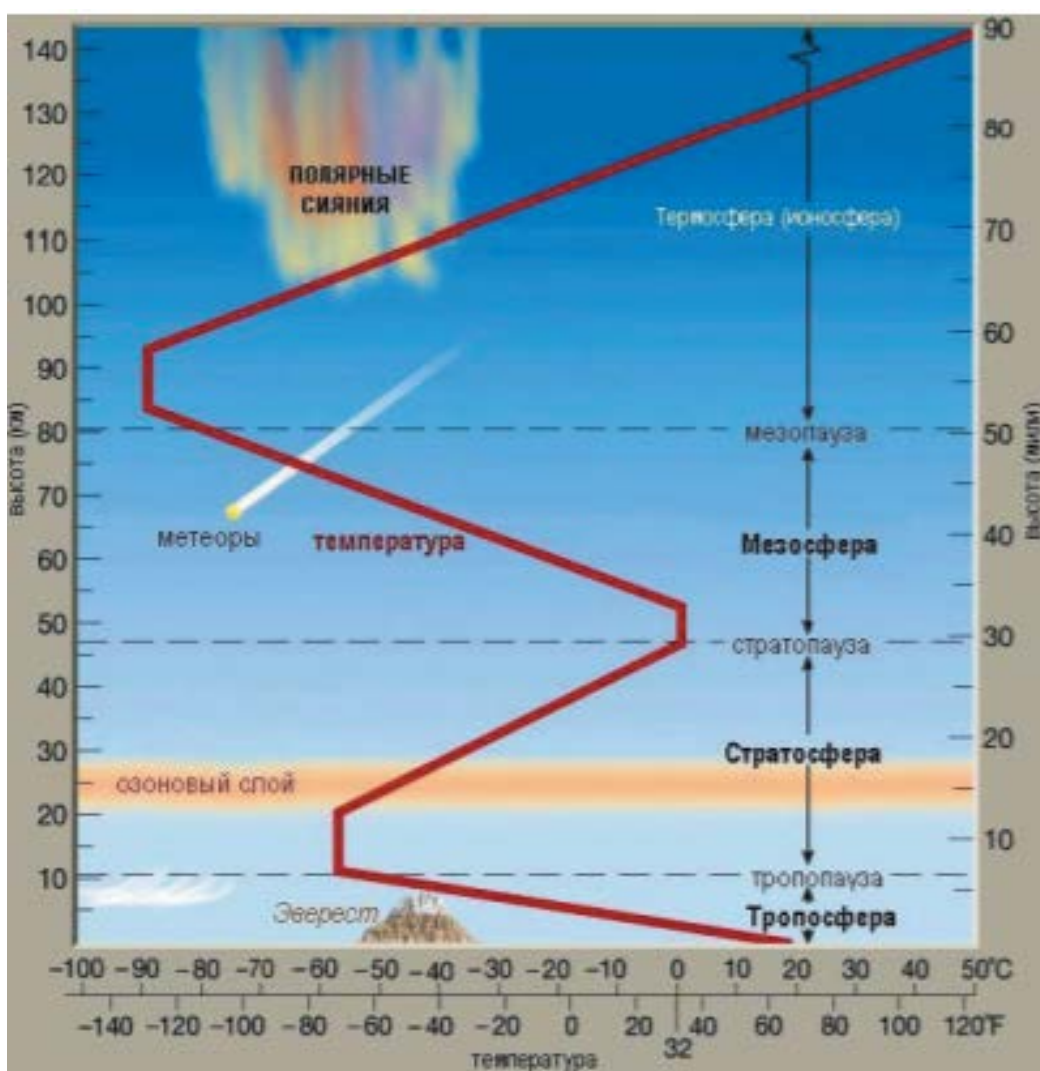


Рисунок 1.2 - стандартный вертикальный профиль температуры атмосферы.

Таким образом, эти источники тепла выделяют в атмосфере две системы атмосферной циркуляции – стратомезосферную и тропосферную. Стратомезосферная циркуляция наблюдается в промежутке от 20 до 80 км, тропосферная, соответственно, от 0 до 20 км, при этом существует также переходный между ними слой от тропопаузы до 20 км, в котором наблюдается изотермия. Для удобства исследования циркуляционных процессов стратомезосферную циркуляцию делят на стратосферную и тропосферную с разделительной границей на 31 км.

Благодаря поглощению ультрафиолетовой радиации озоновым слоем на 50 км, теплом обеспечивается атмосфера с 20 до 80 км. В зимнее время в условиях полярной ночи в ходе длинноволнового радиационного выхолаживания в северном полушарии образуется циркумполярный очаг стратосферного холода. При этом инсоляция в тропических и субтропических поясах не прерывается в течение года, поэтому в атмосфере этих широт образуется глобальный очаг относительного тепла [2]. Таким образом, в атмосфере планеты происходит распределение температуры и образование полей давления (поле низкого давления в полярных широтах и высокого – в тропических). Такое распределение давления носит название циркумполярного циклона. Тропосфера в зимний период отличается лишь более резкими перепадами в полях давления в силу влияния подстилающей поверхности, но летом тепловой режим стратосферы сильно отличается от тропосферного из-за перемещения очагов озонного нагревания в весенний период от экваториальных широт в полярные, что приводит к смене знака температурного градиента, тогда как в тропосфере этот градиент в течение года неизменен (от экватора к полюсу).

Вращение Земли больше всего влияет на воздушные движения в умеренных и высоких широтах, при этом в экваториальной зоне влияние приближается к нулю, в связи с этим при исследованиях крупномасштабных

атмосферных процессов кроме прочего изучают и изменение влияния планетарного вращения в зависимости от широты.

Влияние подстилающей поверхности на атмосферную циркуляцию распространяется как на приземный слой, так и на всю тропосферу в связи с турбулентными процессами.

Рельеф поверхности очень влияет как на крупные атмосферные потоки, так и на местный ветровой режим, тем самым определяя температурный ход, осадки и даже синоптический режим некоторых регионов.

Огромный вклад в климат и характеристики атмосферы вносят океаны, являющиеся «тепловыми аккумуляторами» планеты, поскольку поверхность суши в силу слабой теплоёмкости и теплопроводности не может сравниться с почти неограниченными возможностями океанических вод в этом плане. Благодаря низким значениям альбедо водной поверхности, а также ветровому и конвективному перемешиванию вод, солнечная энергия может усваиваться океаном на глубинах до 300 м. таким образом океаны могут влиять как на местные атмосферные процессы (формирование зимних антициклонов), так и на глобальную атмосферную циркуляцию.

Ещё одним способом влияния океана на атмосферу считается испарение влаги с водной поверхности и её конденсация с образованием облачности или туманов. Благодаря механизму скрытого теплообмена практически во всех широтах определяется суммарная теплоотдача океана (исключение составляет лишь зона выше 30-40 градусов северной широты).

1.2 Воздушные массы и их особенности

В состав атмосферной циркуляции входят воздушные массы 4-х видов: арктические – воздушные массы с низкими значениями температуры и влажности воздуха над Арктикой и Антарктидой; умеренные – воздушные массы умеренных широт; тропические – формируются в зоне тропиков и

субтропиков с возможностью распространения на экваториальные широты; внутритропическая зона конвергенции – отличающиеся высокой влажностью и температурой воздушные потоки экваториальной зоны. Также существуют переходные климатические зоны: субтропическая, субарктическая и субэкваториальная.

Экваториальная циркуляция происходит за счёт сезонных изменений положения максимума внутритропической зоны конвергенции (ВЗК). В регионах, где смещение ВЗК незначительное, образуется стандартная экваториальная погода. Для такой погоды характерны процессы образования конвективной облачности в дневное время, сильные дожди во второй половине дня и ночные туманы. Максимумы выпадения осадков приходятся на весенний период и начало летнего, когда ВЗК смещается в северном направлении, а минимумы – осенью, при смещении обратно к югу.

Одним из следствий перемещений внутритропической зоны конвергенции являются муссоны тропического пояса. Характерными территориями для муссонов являются Индийский океан, западная часть Тихого океана, Восточная и частично Западная Африка.

Для зимних муссонов характерна прохладная погода: ночью небольшие отрицательные температуры, а днём до +25 градусов. Из-за загрязнённости воздуха аэрозолями с континента горизонтальная дальность видимости обычно около 5-7 км. При влиянии антициклонической циркуляции осадков выпадает мало.

Весной со смещением ВЗК приходит пора летних тропических муссонов, которые приносят большую влажность и ливни, при этом увеличивается количество облачности и наблюдается падение температуры воздуха из-за влияния морской холодной воздушной массы.

Тропические циклоны формируются в тропических зонах от 10 до 25 градусов широты. Источником энергии этих барических образований является большое количество выделяемого в атмосферу тепла в результате конденсационных процессов. Тропические циклоны примечательны тем, что

формируются в одной воздушной массе морского тропического воздуха, вследствие чего не имеют фронтов. Такие циклоны опасны не только большим количеством выпадающих осадков (до 500 мм в сутки), но и разрушительной силой своих ветров, скорости которых могут достигать 100 м/с при приближении к зоне «глаза» вихря. В самом же центре ветер имеет очень низкие скорости, а иногда и вовсе отсутствует.

Не смотря на катастрофические последствия, тропические циклоны редко выходят на сушу в стадии своего максимального развития, так как источником их «питания» служит испаряемая с водной поверхности влага и тепло, выделяемое при её конденсировании. Поэтому на суше без «водной подпитки» циклоны быстро заполняются.

Некоторые климатические классификации делят умеренные широты на несколько синоптико-климатических зон. Синоптические процессы западного побережья Евразии определяют различные циклоны и такие антициклоны как Азорский и Арктический. Циклоны же, влияющие на территории, делят на западные, ныряющие, южные и орографические.

Западные циклоны приходят с Атлантики, а именно из региона исландской депрессии, и двигаются в сторону полюса. Западные циклоны зимой приносят на Европейскую часть материка тёплые и влажные массы атлантического воздуха, дожди и снегопады. Лето же отличается относительно холодной погодой.

При резких меридиональных перестройках западно-восточного переноса возникают южные циклоны, примерами таких барических образований служат генуэзские циклоны, каспийские, дальневосточные и др. Синоптической особенностью данных циклонов является сильный температурный контраст в фронтовой зоне и большое количество приносимых осадков, нередко приводимое к чрезвычайным ситуациям на территориях (паводки, сильные снегопады).

Траектории, начинающиеся от Скандинавского полуострова и заканчивающиеся в Каспийском море, принадлежат ныряющим циклонам. Такие циклоны приносят на территории множество осадков и сильные ветра.

Орографические циклоны возникают при деформациях фронтов под влиянием орографических особенностей местности. В силу особенностей возникновения, такие циклоны формируются при прохождении горных систем, например, Альп, Карпат и др.

В континентальной части материка (Восточной и Западной Сибири) зимой погоду определяет сибирский антициклон, приносящий очень низкие температуры воздуха и осадки в виде ледяных кристаллов. Весной над территорией образуется летняя термическая депрессия, охватывающая Сибирь и Азию. В июле температуры воздуха в регионах могут достигать +30 градусов.

На территории Дальнего Востока и восточного побережья евразийского континента режим погоды определяет дальневосточный муссон. Зимой над побережьем господствуют ветры северных и северо-западных направлений, принося за собой холодный воздух из сибирского антициклона. В основном такие воздушные массы приносят мало осадков, небольшую влажность и низкие температуры воздуха. В летний период над Азиатской частью развивается термическая депрессия с южными ветрами и влажным морским воздухом из тропического пояса. Именно летом на Дальнем Востоке и прилегающих южных территориях выпадает большая часть годовой суммы осадков.

При возмущении западно-восточного переноса в умеренных широтах меридиональными преобразованиями могут возникать блокирующие антициклоны. Эти синоптические объекты приносят сильные засухи в центральные и юго-восточные регионы антициклона и обильные дожди на его периферийные территории летом, а в зимний период – сильные холода по всей области антициклона.

Полярные зоны делятся на территории Арктики и Антарктики. Над Антарктидой всегда располагается антарктический антициклон, в котором

заполняются многочисленные циклоны, окружающие континент. Особенностью климата Антарктики являются бураны со скоростями ветра более 60 м/с, образуемые кatabарическими ветрами, дующими от центра континента к берегам.

В Северном Ледовитом океане под воздействием тёплых течений часто циклоны доходят до арктических льдов. В совокупности с тёплыми потоками как воды, так и воздуха периодически в Арктике происходят потепления, сокращая количество арктических льдов [3].

2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ ЕВРАЗИЙСКОГО КОНТИНЕНТА

2.1 Азия

Большая протяжённость Азии с запада на восток, горно-котловинный рельеф центральных регионов и отсутствие горных преград на севере обуславливают сильные пространственные колебания годовой суммы солнечной радиации, особенности циркуляции атмосферы и разнообразие климатических типов [4]. Годовые значения радиационного баланса варьируются от 250 кДж/см² в год в северных регионах материка до 670 кДж/см² в год на южных территориях. Своего максимума значения радиационного баланса достигают на Аравийском полуострове.

Территориально Азия лежит в семи климатических поясах (рисунок 2.1): арктическом, субарктическом, умеренном, субтропическом, тропическом, субэкваториальном и экваториальном.

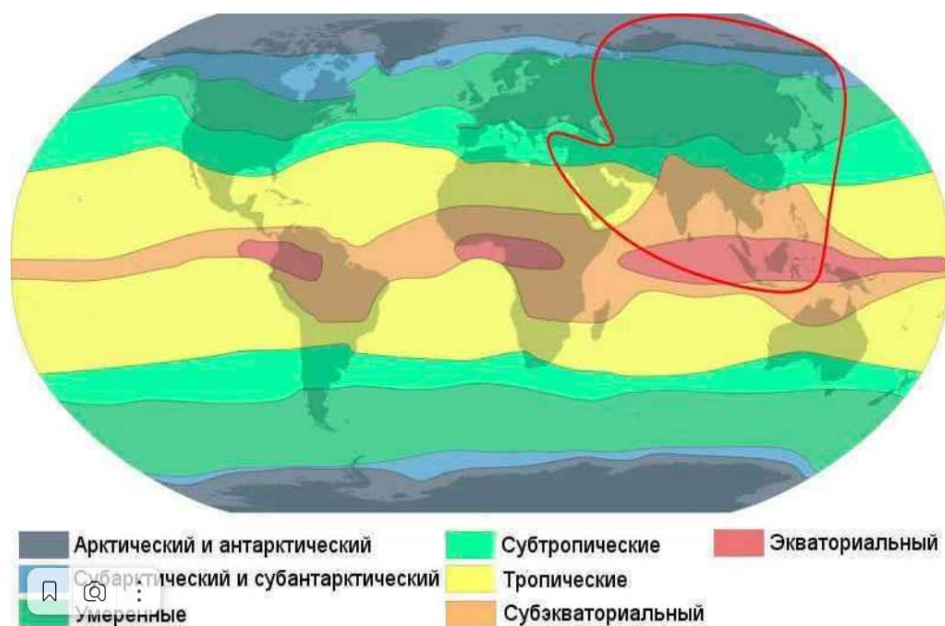


Рисунок 2.1 - карта климатических поясов мира по Алисову (Азия обведена красным).

Арктический пояс проходит по территории полуострова Таймыр, островов Северная Земля, Новосибирских, Врангеля и др., а также по северному побережью Азии.

Солнечное излучение, достигающее поверхности, здесь отражается снегом и льдами, поэтому количество солнечной энергии здесь небольшое. Для данных регионов характерной является полярная ночь.

Зимний климат в областях арктического пояса очень суровый. Среднемесячная температура составляет – 30 градусов, а летом температура воздуха не переходит выше нулевой отметки. Осадков в виде снега выпадает немного (до 300 мм).

Климат субарктического пояса присущ зонам тундры и лесотундры Западно-Сибирской равнины. С продвижением на восток температура понижается. В зимнее время температура воздуха может достигать -50 градусов, а летом достигает всего +10 градусов, при этом в летнее время существует вероятность кратковременных заморозков в некоторых областях.

Осадки в течение года выпадают редко, их количество достигает 600 мм за год. Основная доля осадков выпадает в летнее время. Также из-за влияния арктических циклонов большую часть года здесь очень облачно и дуют ветра.

В умеренном климатическом поясе выделяют несколько областей: континентальный климат в Западной Сибири, резко-континентальный на территории Восточной Сибири, Казахстана, Монголии и средней Азии, муссонный на Дальнем Востоке и Сахалине, морской на Камчатке и Курильских островах.

На территориях умеренного климата господствуют воздушные течения с Атлантического океана, континентальный характер которых проявляется при осушении воздуха,двигающегося на восток.

Континентальный тип климата в Западной Сибири создаёт нормы температур воздуха от +15 градусов на севере до +25 градусов на юге области в летнее время и среднюю температуру в -20 градусов по всей территории зимой.

Годовое количество осадков в этом регионе составляет около 500 мм, но в южной части их выпадает недостаточно для оптимального увлажнения почвы, поэтому там берёт своё начало зона полупустынь.

На территории южной части Сибири тоже остро чувствуется дефицит осадков. Резко-континентальный климат способствует сухим ветрам, а температурный диапазон расширяется от +20 градусов летом до -30 градусов в зимний период.

Температуры воздуха на Дальнем Востоке тоже в среднем держатся у отметки в -25 градусов из-за влияния муссонных ветров, дующих с материка на океан. Летом же их направление становится противоположным, что благоприятствует продвижению тропических циклонов, которые приносят за сезон до 800 мм осадков и тёплый воздух.

Субтропический пояс делится на несколько видов климата: средиземноморский тип с зимне-весенним режимом увлажнения на западных территориях, континентальный на нагорьях передней Азии и муссонный в восточных областях материка.

Годовое количество осадков на азиатских территориях субтропического пояса изменяется от 700 мм на прибрежных территориях Средиземного моря до 200 мм на Иранском нагорье.

Для Тибетских гор в силу высокогорного пустынного климата характерны холодные зимы с небольшим количеством осадков и прохладный летний сезон.

В Восточном Китае, южных регионах Японии и Корейского полуострова царят муссоны, благодаря которым за год эти земли получают от 1000 до 1500 мм осадков [5].

Влиянию тропического климата подвержены Аравийский полуостров, южная часть Месопотамии и юг Иранского нагорья. Погода здесь определяется континентальными тропическими ветрами. Почти все 100 мм годовых осадков выпадают в летний период, а температура изменяется от +30 градусов летом до +16 градусов в холодную часть года [6].

Субэкваториальный климат присущ Южному Китаю, Индостану, Индокитаю, Малым Зондским островам и восточной части острова Ява. Здесь погоду определяют тропические муссоны, благодаря чему за летний сезон выпадает около 2000 мм, а зима отличается сухим тропическим воздухом. Среднегодовая температура составляет +24 градуса, температурные максимумы приходятся на весну.

Экваториальный климат диктует погоду в зоне полуострова Малакка, Больших Зондских островов, на юго-западе Шри-Ланки и на юге Филиппинских островов. Из-за сильного влияния морей на этих территориях выпадает большое количество осадков круглый год, всё время стоит жаркая и влажная погода, а средняя температура колеблется в промежутке +25...+28 градусов.

При рассмотрении климата Азии в целом можно увидеть резкие различия циркуляции атмосферы по сезонам.

В зимний период происходит западный перенос воздушных масс и образование большой области пониженного давления, а на южных и юго-восточных частях материка наблюдается пассатная циркуляция.

Азиатский или Сибирский антициклон формируется над горными системами Южной Сибири и Монголией. Его устойчивость в течение холодного периода (октябрь - март) поддерживают вторгающиеся в Азию арктические циклоны, а также оседание воздуха при охлаждении в западном переносе и радиационное выхолаживание. В это время на Азиатской территории стоит холодная и ясная погода.

На периферии Сибирского антициклона ветры выносят сухой, холодный воздух в восточном, юго-восточном и южном направлении (зимний континентальный муссон), а также в западном направлении на территорию Средней Азии, Казахстана и Западной Сибири. Результатом таких выносов является активизация фронтальных процессов в Японии, Китае и Иранском нагорье и выпадение большого количества осадков в данных областях.

Из-за вторжений морского воздуха на восточной территории Азии зима отличается более тёплыми температурами по сравнению с температурным режимом в центральной части антициклона. Полярные фронты приносят осадки зимой в горных системах Тянь-Шаня, Няншаня и Куньлуня. В это время над Индостаном и Индокитаем образуется область высокого давления, где господствуют зимние пассаты северо-восточных направлений, приносящие похолодания и небольшие осадки. Над Аравийским полуостровом и югом Ирана также образуются антициклонические области.

В Передней Азии в весенне-зимний период на полярных фронтах идёт активное развитие циклонов, приводящее к выпадению осадков. Холодный воздух приносит заморозки даже на юг Месопотамии.

Максимальное количество осадков за зимний период отмечается во внутритропической зоне конвергенции восточнее острова Ява.

Летом с перемещением основной циркуляции в южном направлении на юго-востоке и востоке материка начинается муссонная циркуляция. В связи с сильным прогреванием земной поверхности от Персидского залива и до Индостана образуется область низких значений атмосферного давления – Переднеазиатская депрессия. Летние муссоны начинают своё воздействие на климат Индокитая в конце мая – начале июня. В это на склонах Гималаев, Западных Гат и других горных систем выпадает большое количество осадков, так в Черапунджи (северо-восток Индии) было зарегистрировано самое большое количество осадков на Земле 22 900 мм за год.

В сезон муссонов в Юго-Восточной и Южной Азии выпадает от 75 до 90 % годовой суммы осадков, а в Восточной Азии – 60 – 65 %.

Стоит отметить, что тропические муссоны характерны только для территорий Южного Китая, тогда как климат остальной части Восточной Азии определяют внетропические муссонные циркуляции.

Режим осадков в северо-восточных регионах Китая, Кореи, Японии и на Дальнем Востоке России зависит от сезонного смещения антициклонической

зоны над Тихим океаном и циклонов, проходящих во фронтальной зоне между пассатами и ветрами западных переносов.

В июле и августе полярные фронты приносят осадки в северо-восточные области Центральной Азии, а также температуры воздуха от +1...+2 градусов на севере до +23 градусов на юге Западной Сибири.

В континентальной части Центральной и Средней Азии преобладающим является сухой запылённый тропический воздух, средняя температура которого более +30 градусов.

Нагорья в Передней Азии находятся под влиянием термической депрессии, где тропический континентальный воздух имеет не только высокую температуру, но и низкую влажность. Аналогичная ситуация происходит и над Аравийским полуостровом, создавая ясную и жаркую погоду.

На юго-востоке Малайского архипелага образуется зона Австралийского зимнего антициклона, определяющая сухой и жаркий климат, тогда как остальная часть архипелага находится во владениях областей пониженного давления, присущих экватору, поэтому в летний сезон на этих территориях выпадают сильные осадки.

От тайфунов во фронтальных зонах сильно страдают регионы Южной, Юго-Восточной и Восточной Азии. Интенсивность этих мощных вихревых циклонов увеличивается осенью, нанося колоссальный ущерб прибрежным областям.

2.2 Дальний Восток

Территория Дальнего Востока является лесной зоной, где среднегодовая температура варьируется в пределах -12...+7 градусов. В зависимости от района осадки выпадают в среднем от 200 до 1000 мм за год.

В Дальневосточный регион входят: Сахалин, Якутия, Еврейская автономная часть, Магаданская область, Амурский, Приморский, Хабаровский,

Чукотский и Камчатские края. Примерно 80 % территорий занято плоскогорьями и горами высотой до 3000 метров. Также в Камчатском крае расположено множество гейзеров и 160 вулканов, 25% из которых являются действующими. Береговая линия Дальнего Востока простирается на 5000 км вдоль Тихого океана. Основное влияние на климат здесь оказывают частые столкновения тёплых и холодных воздушных масс.

Одной из главных особенностей климата Дальнего Востока считается постоянная влажность воздуха, которой способствует близкое расположение Тихого океана. Также вне зависимости от температуры воздуха снежный покров не везде исчезает с приходом высоких температур. Северная часть материка отличается мерзлотой и тундрой, тогда как южная часть заселена еловыми рощами.

На территории Дальнего Востока выделяют 3 климатических пояса, а именно субтропический, умеренный и арктический. Их географическое положение таково, что в Чукотском крае преобладающими являются арктический и субарктический пояса, Магаданская область и Камчатский край относятся к умеренному поясу, в Хабаровском и Амурском крае преобладает муссонный тип климата.

Особое внимание привлекают сезонные различия климатических характеристик Дальнего Востока для разных территорий.

Зима на севере Дальнего Востока начинается в первой половине октября, на юге – в начале декабря. Воздушные массы в зимний период зарождаются в глубине материка, где образуется область высокого давления, известная как Сибирский антициклон, давление которого достигает 1040 мб на уровне моря.

Переохлаждённый плотный воздух при западном переносе распространяется на территорию Дальнего Востока и накапливается в межгорных долинах, характерных для этой местности.

В зимний период западные ветры в приземном слое наращивают свою силу, продвигаясь по направлению к побережью. Например, в истоках Амура

зимние ветры редкие и слабые, тогда как на Курилах северо-западные ветры являются штормовыми [7].

В южной части Приморья и на Сахалине температура в зимний период понижается до -15...-20 градусов, осадков выпадает немного, но снежный покров появляется значительный. Во внутренних регионах Дальнего Востока, благодаря умеренному муссонному климату, в это время преобладают сильные и порывистые ветра, сухая и солнечная погода. В Алдано-Охотской части материка температура зимой может опускаться ниже -35 градусов, тогда как на Курильских островах за счёт влияния моря и океана погода гораздо теплее и мягче.

В тёплый период года из-за сезонного термического различия между океаном и материком в центре Азии образуется область пониженного давления (1000мб). В то же время Тихий океан в районе Курильских островов будет холоднее суши, и давление над этой областью повышается до 1026 мб. Также все окружающие Дальний Восток моря в это время года холоднее материка, соответственно, над ними также образуются области повышенного давления.

Весной, муссонные черты климата сглаживаются. Начиная с юга Приморья, температура поднимается до +1 градуса, а с начала мая и до первой половины июня полностью сходит снежный покров, хотя в некоторых частях региона снег не тает в течение всего года. В общем, средняя температура весной достигает +10 градусов, наблюдаются сухие ветра, а в апреле и мае начинаются дожди, способствующие благоприятному развитию сельскохозяйственной деятельности в таких регионах как Приморский край и Амурская область.

Летом для Дальнего Востока характерны обильные дожди, в связи с вторжением тропических циклонов-тайфунов (с этими же циклонами связаны ливни осенью и обильные снегопады в начале зимы). Особенно это отражается на климате Приморья, Сахалинской и Амурской области. В июне при пониженном давлении над материком с океана начинают дуть влажные ветра, под действием которых погода становится тёплой и дождливой. В летний

период на территории Дальнего Востока выпадает до 80 % от общего количества годовых осадков. В северной части Дальнего Востока температура достигает +15 градусов в летний период, с продвижением на юг она растёт до +19, а на Курильских островах держится в пределах +20 градусов.

Осенью в Азиатской части материка в связи с охлаждением начинает образовываться антициклон. В конце сентября в северной части Дальнего Востока уже начинаются значительные заморозки, мороз по всей территории ощущается уже в конце октября. К концу ноября на всей территории создаются условия зимней муссонной циркуляции. В осенний период дожди становятся редким явлением, а к концу ноября выпадает снег. В среднем температура держится около +10 градусов, но в истории климатических наблюдений также отмечались случаи понижения температуры до -5 градусов [8].

Рассмотрим климат каждой территории более подробно. Для субарктического климата Чукотского края характерна сложная атмосферная циркуляция. Зима долгая, ветренная и холодная, лето тоже холодное, но не продолжительное. Погода крайне нестабильна, что ярко отражается на температурном режиме, например, зимой температуры могут варьироваться от -25 до -50 градусов. Продолжительность холодного периода с очень низкими температурами составляет приблизительно 8 месяцев. В начале июня обычно начинается весна, приносящая туманы и осадки. Температура с середины июля стремиться к отметке в +10 градусов – средняя температура для летнего периода. С увеличением температуры усиливаются также ветры и дожди. Теплый сезон не длится продолжительное время. После небольшого лета наступает осенний период, длительность которого составляет около 25 дней, который резко перетекает в зиму.

Климат Приморского края более умеренный за счёт влияния Тихого океана с одной стороны и континентальных районов Евразии с другой. Зима начинается с северной части в ноябре и, приходя в южную, длится около 150 дней. В горных регионах продолжительность может увеличиваться до 200 дней. Зима в Приморье отличается ясной и сухой погодой с температурой от -15...-20

градусов в особо ветреные дни до +5 градусов в более спокойные дни. Осадки выпадают лишь ближе к февралю и то в небольшом количестве. Весной средняя температура поднимается до -3...-9 градусов, а к апрелю, когда начинает сходить снег, и до +5 градусов. Климат первой половины лета жаркий и сухой, но во второй половине приходит сильная жара (до +27 градусов) с большим количеством осадков (сильные дожди в августе могут затягиваться на 3-4 дня). В начале сентября температура опускается до +15 градусов и становится сухо.

На Сахалине во внутренних регионах температура зимой может опускаться до -25 градусов. Холодный период здесь длится с октября по май и отличается меньшим количеством снега, по сравнению с остальной территорией Дальнего Востока. Температура летом достигает лишь +12 градусов, но за тёплый период в Сахалинском крае выпадает большое количество осадков, которые часто приводят к разрушительным последствиям.

Летняя среднесуточная температура в долине Амура и в бассейне Уссури составляет +25 градусов и держится более двух месяцев. Климат этой области схож с Приморским, но зима более тёплая, температура падает лишь до 0, а переход к холодному периоду является более резким.

Климат Камчатского края является умеренно холодным. Летние и осенние периоды здесь характеризуются большим количеством осадков, весна тёплая и мягкая, а зима довольно снежная. Большую часть года температура в крае находится выше нулевой отметки, однако зимой может упасть до -25 градусов. Из-за резкой разницы климатических условий во внутренней части территории и на побережье большую часть времени здесь довольно сыро и наблюдаются туманы.

Прибрежная зона отличается преимущественно арктическим климатом. На эту территорию приходит небольшое количество солнечной радиации летом, поэтому зимой тут преобладают температуры около -30 градусов, а летом – от 0 до +6 градусов. В тёплый период на тихоокеанском побережье выпадает до 800 мм осадков. В начале летнего периода также происходит

разрушение берегового припая ледниками, тем самым сильно понижается температура восточных морей (исключение составляет Охотское море, лёд которого держится до 11 месяцев). Постоянный снежный покров образуется только к концу ноября, а самую большую мощность (70-80 мм) набирает к февралю, однако к маю снег в прибрежной зоне уже сходит. Из-за влияния океана общее количество дней без осадков на побережье едва достигает отметки в 100 дней.

В некоторых частях материка летом наблюдаются вторжения монгольских циклонов, приносящих засухи, особенно в теплое время года. Влияние этих циклонов распространяется почти на всю территорию Дальнего Востока, исключая только южное побережье Приморского края. Также из-за сильного влияния материковых ветров в зимний период в некоторых регионах Дальнего Востока могут наблюдаться продолжительные (до двух недель) сильные метели.

В южной части края, которая отличается большим расположением горных хребтов, таких как Черский, Верхоянское, Корьякское и Колымское нагорье, на смену арктическому климату приходит субарктический. Так температура воздуха понижается до -50 градусов зимой и повышается до +17 градусов летом, а количество осадков за год увеличивается до 400-600 мм.

Среднесибирское и Алданское нагорье охватывает уже резко континентальный тип климата. Под его влиянием зимние температуры здесь достигают -45 градусов, а летние держатся на +25. В среднем же за год на этой территории также выпадает 400-600 мм осадков, хотя в некоторых горных районах их количество может достигать и 1000 мм лишь за летнее время.

2.3 Приморский край

Поскольку большая часть рассматриваемой в исследовании территории является областью Приморского края, нам следует рассмотреть его климатические особенности подробнее.

Как уже было сказано, погоду в Приморье характеризуют муссонные воздушные массы. Зимой над Приморским краем преобладают холодные и сухие воздушные массы, формирующиеся в азиатском антициклоне. Воздух движется со стороны Китая на юго-восток к области пониженного давления над Тихим океаном. Летом воздушные массы движутся в противоположном направлении. Юго-восточные ветры приносят прохладный и влажный воздух с морей в начале лета, в середине лета влажность и температура приносимых воздушных масс увеличивается ещё больше [9].

Чаще всего зима в Приморье отличается небольшим количеством осадков. Среднемесячные температуры воздуха варьируются от -13...-18 градусов на побережье до -20...-25 градусов на континентальной территории. Наиболее низкие температуры отмечаются на западных склонах или в горах Сихотэ-Алиня. Этот хребет является естественной климатической границей между западными предгорными и восточными прибрежными районами, благодаря чему играет решающую роль в распределении температур в Приморском крае в зимний период. На побережье Японского моря температура воздуха немного повышается за счёт влияния моря и фёновых ветров, дующих с Сихоте-Алиня, таким образом, территории, на которых происходят эти процессы, являются наиболее тёплыми в Приморье зимой [10].

Продолжительность периода с отрицательными температурами на большей части Приморского края составляет около 130-160 дней, в северной части и на территории горного хребта этот срок увеличивается до 180 дней. Таким образом, самые низкие температуры за зимний период отмечаются на северных территориях (-47...-49 градусов), тогда как минимальными на южном побережье будут температуры в диапазоне -26...-31 градус.

Одной из особенностей приморской зимы является наличие частых оттепелей. В истории наблюдений были засвидетельствованы такие года, когда

максимальная температура воздуха повышалась до +12...+16 градусов в феврале.

Также зимние месяцы являются самыми «сухими» в годовом распределении осадков. Количество осадков колеблется от 5 мм на западе Приморья до 29 мм на центральной территории, в южной части довольно часто количество осадков вообще не достигает нормы. Ежегодные сильные снегопады (20 мм/12ч и более) присущи восточной области Приморского края, тогда как на остальной территории сильные метели и гололёдно-изморозевые отложения регистрируются лишь раз в 10 лет.

В зимнее время, когда постоянны большие разницы между атмосферным давлением над Азией и Тихим океаном, увеличивается вероятность возникновения штормовых ветров с севера (скорость ветра более 15 м/с).

Весна в Приморском крае отличается высокой продолжительностью. Так в континентальных районах температура воздуха повышается до +10 градусов за 30-45 дней, а на побережье Японского моря этот период возрастает до 50-70 дней.

В марте из-за увеличения притока тепла постепенно начинает увеличиваться температура воздуха и достигает отметок в -4...-9 градусов на континентальной части территории и -1...-3 градуса в прибрежных зонах.

В первой половине апреля начинается таяние снегов, осадки увеличиваются до 30-60 мм.

С конца апреля на южной территории края прекращаются заморозки (среднемесячная температура в это время составляет +1...+6 градусов), а в первой половине мая они почти не наблюдаются уже на всей территории Приморья (среднемесячная температура в мае около +7...+12 градусов), однако в восточных регионах вероятность понижения температуры воздуха ниже нуля остаётся даже в июне. В мае количество осадков уже достигает 70-94 мм.

В весенний период начинаются туманы. Дни с их появлением увеличиваются от 1-3 в континентальной области до 11-13 в прибрежных зонах. Уже в начале весны на некоторых территориях Приморья начинают

действовать ветры, свойственные летнему периоду, приходя на смену воздействию зимнего муссона.

Лето в Приморском крае можно разделить на две части: первая половина отличается жарким и сухим климатом в континентальной области и прохладной погодой с частыми туманами и моросью в прибрежных регионах; вторая половина представляет собой жаркую пору с высокой влажностью воздуха и сильными дождями [11].

Среднемесячная температура в начале лета варьируется от +9...+15 градусов на склонах Сихотэ-Алиня и побережье Японского моря до +16...+18 градусов в области среднего течения Уссури.

В первой половине июня в восточных регионах прекращаются заморозки. На равнинах минимальная ночная температура может опускаться до 0...+3 градусов, а на юге Приморья – до +5...+7 градусов. Количество осадков в июне увеличивается неравномерно: наименьшее количество осадков выпадает на Приханкайской равнине, а наибольшее – в бассейне рек Большая Уссурка, Малиновка и в среднем течении Уссури.

Ветра в июне довольно слабые, усиления отмечаются только при вторжении холодных воздушных масс с Охотского моря в прибрежные территории.

Летний муссон становится наиболее устойчивым в июле (континентальные регионы) и августе (прибрежные территории). Среднемесячные температуры увеличиваются до +16...+21 градусов, а абсолютные температурные максимумы достигают +35...+40 градусов в континентальной части Приморья и +31...+34 градусов в прибрежных регионах.

Летние месяцы в Приморском крае отличаются очень сильными и продолжительными дождями (50 мм и более за 12 ч и менее), отмечаются также случаи ливней 2-3-дневной продолжительности с выпавшими осадками в количестве 100-120 мм и более.

Чаще всего ливневые дожди связаны с тайфунами и южными циклонами, приходящими с юго-востока [12]. Осадки, приносимые такими синоптическими объектами, изменяются от 100 мм в долинах до 260 мм на южном побережье. Такие дожди часто сопровождаются грозовой деятельностью, в следствие чего районами повышенной опасности считаются Приханкайская равнина и северные предгорья Сихотэ-Алиня.

К сентябрю средняя температура воздуха опускается на 6-7 градусов на континентальной территории Приморского края и на 2-4 градуса на прибрежных территориях Японского моря. Температура воздуха в дневные часы составляет +19...+24 градуса (в отдельные годы отмечался максимум до +31 градуса). В это время в некоторых регионах уже возможны заморозки. Например, в долинах и предгорьях хребта заморозки наблюдаются с конца сентября.

После обильных августовских дождей количество осадков в сентябре снижается до 80-140 мм. Уменьшается число дней с грозами (до 1-3 случаев в месяц) и туманами (до 1-6 случаев).

Среднемесячная температура к октябрю понижается в среднем на 6-8 градусов (на севере Приморья на 8-9 градусов, на юге до 9 градусов).

В бассейнах рек и на вершинах Сихотэ-Алиня в конце октября значения среднесуточной температуры переходят отметку в 0 градусов, а в начале декабря регистрируются случаи заморозков и на равнинах Приморского края.

В октябре начинается выпадение снега, среднемесячное количество осадков по сравнению с началом осени падает на 40-50 мм, местами на 60-70 мм. Также в этом месяце возможны случаи очень сильных снегопадов (20 мм и более за 12 ч). Количество туманных дней уменьшается.

В ноябре большая часть Приморского края начинает подвергаться влиянию сильных ветров зимнего муссона. Результатом такого воздействия является увеличение скорости ветров до 35-40 м/с и более.

Температура воздуха понижается на 8-12 градусов в сравнении с октябрьскими нормами. Практически на всей территории Приморья, исключая

южные мысы и острова залива Петра Великого, среднемесячная температура находится в промежутке от -4 до -13 градусов. В южных регионах устойчивый переход температуры воздуха через ноль происходит несколько раньше восточных областей.

Ночью средней температурой является промежуток -5...-10 градусов, в некоторые года величина абсолютного минимума достигала -35 градусов. В первой половине месяца дневные температуры по большей части выше нуля, тогда как во второй – отрицательные.

Количество осадков в ноябре на разных территориях составляет от 17 до 57 мм. В основном это осадки смешанного типа или снег, на долю дождей приходится лишь от 20 до 50 % от общего количества. Растёт повторяемость особо опасных снегопадов, скорость выпадения снега при которых равняется 20 мм /12 ч и более. Образование устойчивого снежного покрова в ноябре начинается практически на всей территории Приморского края (исключениями являются западные и южные части Приханкайской равнины и прибрежная зона Японского моря). Уже к концу месяца средняя высота снежных настов в предгорьях хребта составляет от 8 до 15 мм.

3. АНАЛИЗ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА В ИЮНЕ

3.1 Определение цели и задач бакалаврского проекта.

Целью бакалаврского проекта является определение синоптических процессов, формирующих циркуляционный режим на юге Дальнего Востока в начале лета.

Особый интерес в работе представляют циркуляционные особенности режима аномальных осадков в июне. Июнь в Приморье является первым месяцем, относящимся к наиболее увлажненному периоду (с июня по сентябрь). В это время года наблюдается более 60 процентов осадков от их годового количества. Это связано с влиянием Азиатского муссона на климат южной части Приморья [13].

В дальнейшей научно-исследовательской работе будут по аналогии с июнем проанализированы остальные месяцы муссонного режима (июль, август, сентябрь).

Предполагается построить и проанализировать все траектории барических образований, влияющие на регион исследования в июне, за период с 1991 по 2020 гг. Траектории были получены на основе синоптических карт модели реанализа MERRA-2 с шагом по времени 3 часа [14].

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) построить и проанализировать траектории циклонов и антициклонов в июне за период с 1991 года по 2020 год на основе приземных карт погоды над территорией юга Дальнего Востока;
- 2) получить наиболее характерные траектории барических объектов, оценить их повторяемость;
- 3) проанализировать годовой и среднемесячный режим осадков, выделить дни с аномальными суммами осадков, оценить

синоптическую ситуацию и сопоставить с полученными траекториями циклонов.

- 4) проанализировать влияние выявленных циркуляционных процессов на аномальные осадки на юге Дальнего Востока в период влияния муссона.

3.2 Создание базы данных траекторий барических образований и её анализ.

На первом этапе работы была создана база данных барических образований в июне за период с 1991 года по 2020 год.

В качестве региона исследования была выбрана территория с 11 метеорологическими станциями (рисунок 3.1): Пограничный (31915), Владивосток (31960), Преображение (31989), Свягино (31931), Терней (31909), Красный Яр (31845), Лермонтовка (31788), Хабаровск (31735), Смидович (31725), Солекуль (31677), Нижнетамбовское (31562).

Для выполнения изложенных выше задач необходимо было проанализировать синоптическую ситуацию в течение каждого июня в период с 1991 года по 2020 год. Приземные карты барической топографии MERRA-2 рассматривались с 00 часов по всемирному времени и далее за каждые 3 часа для построения точных траекторий и учёта возникающих между сроками барических образований.

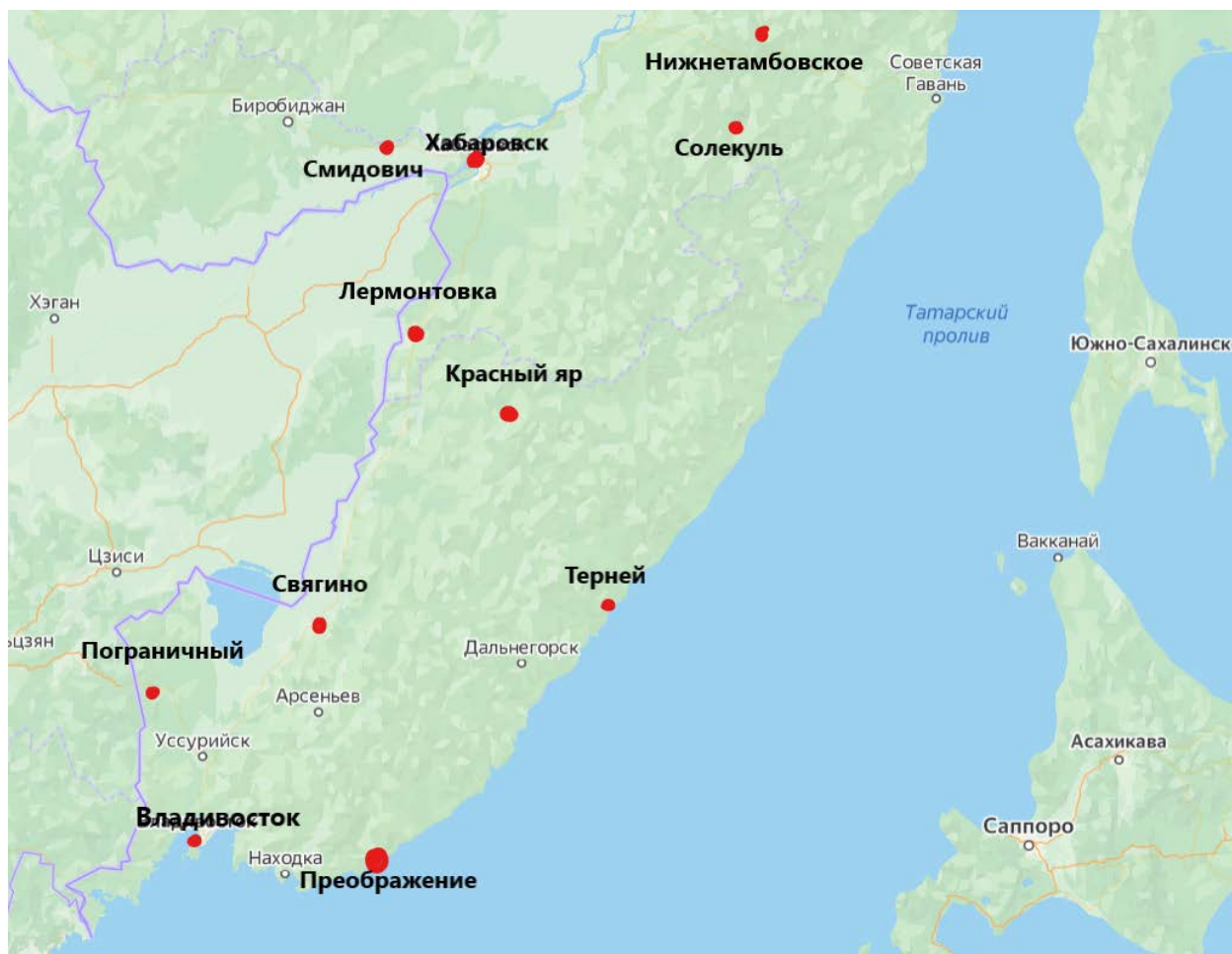


Рисунок 3.1 - Карта станций.

Работа по созданию архива проводилась в бумажном варианте. Для июня каждого года была отрисована своя карта синоптических процессов, пример которой приведён на рисунке 3.2. В июне 2020 года на территорию исследования и на смежные с ней области оказывали влияние 14 циклонов и 9 антициклонов. Основная циркуляционная деятельность происходила над водами океана, прилегающими к Сахалину, восточному побережью Дальнего Востока и островам Японии, включая прибрежные моря. Траектории циклонов и антициклонов имели в основном северо-восточное направление.

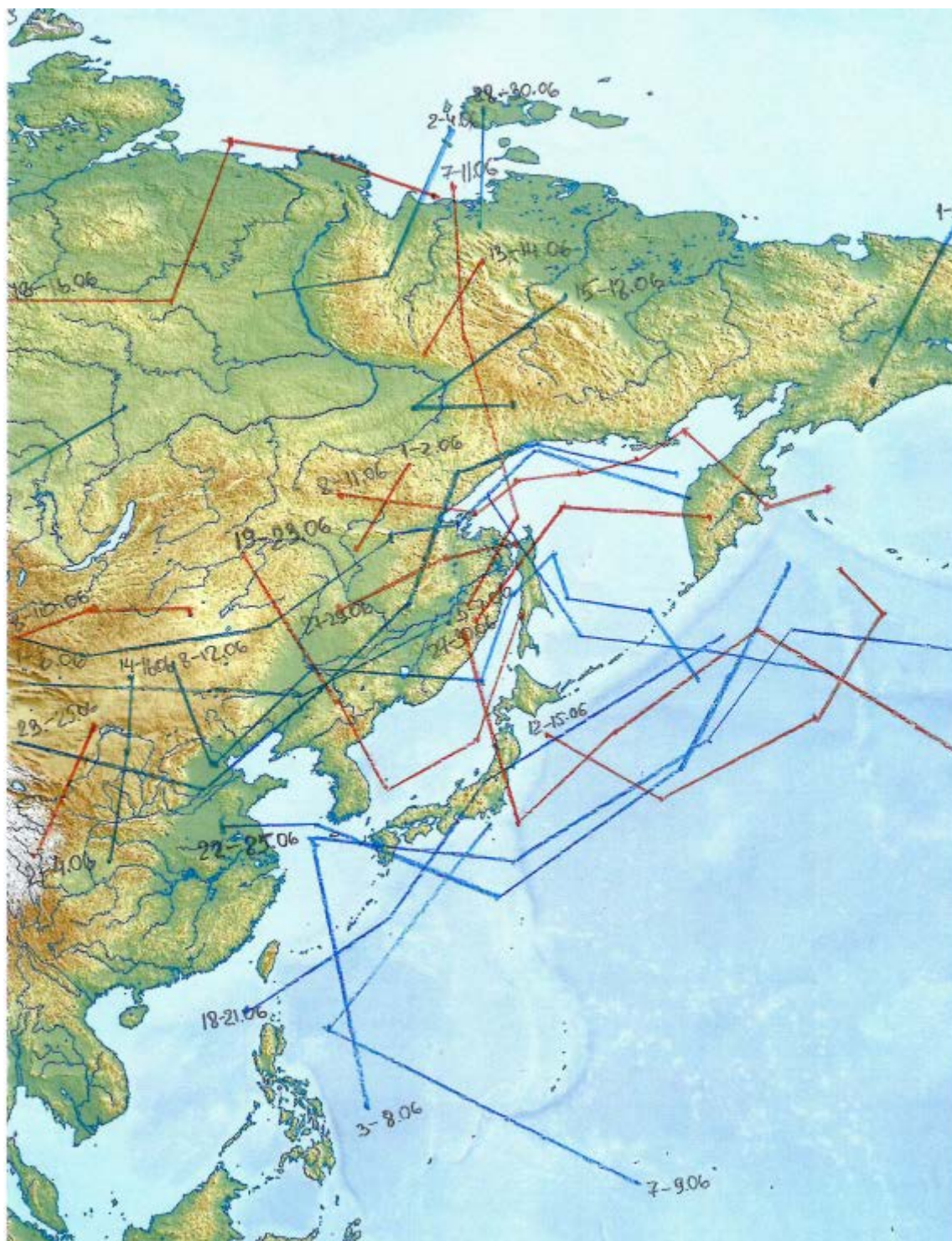


Рисунок 3.2 - Карта траекторий барических образований (красным – антициклоны, синим – циклоны) за июнь 2020 года.

Далее было проведено осреднение и выявление «общих» траекторий (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 - Обобщённые траектории циклонов (синий) и антициклонов (красный).

Циклонические вторжения были разделены на две группы. В первой группе представлены циклоны, непосредственно пересекающие исследуемую область. Ко второй группе относятся циклоны, траектории движения которых не проходят над рассматриваемой территорией, но влияют на её климатический режим. Это циклоны «косвенных» траекторий.

Примеры траекторий циклонов представлены на рисунках 3.4 и 3.5.



Рисунок 3.4 - Примеры построения влияющих траекторий.

Рассмотрим географию движения полученных траекторий.

Путь траектории «1H» начинается в Филиппинском море и через Японию доходит до Алеутских островов. Иногда такие циклоны соединяются с циклонами второй косвенной траектории и регенерируют, продолжая движение по новому пути.

Траектория «2н» пролегает от юга Казахстана через север Китая.

Циклоны траектории «3н» берут начало на юге полуострова Таймыр и заполняются в Красноярском крае.

Наконец, низкобарические образования траектории «4н» приходят из Западной Сибири через Якутию к побережью Охотского моря.



Рисунок 3.5 - Примеры построения косвенных траекторий циклонов.

Траектория «1к» начинается в Восточно-Сибирском море и проходит через материк к Магаданской области.

Траектория «2к», начинаясь в южной акватории Охотского моря, пересекает его в северо-восточном направлении, заканчиваясь в Беринговом море.

При траектории «3к» формирование циклонов начинается восточнее Филиппинского моря, развиваясь, они движутся над водами Японского моря через КНДР к Приморскому краю.

За 30 лет было зафиксировано и проанализировано 693 циклона. Анализируя таблицу 3.1 о повторяемости различных траекторий циклонов в июне за период с 1991 года по 2020 год, можно отметить, что наибольшую повторяемость имели циклоны с номерами траекторий «3к», «1н» и «2н» (по 17% от общего числа циклонов).

Таблица 3.1 - Количество циклонов различных траекторий в июне с 1991 по 2020 гг.

	Номер траектории циклона						
	1к	2к	3к	1н	2н	3н	4н
число случаев, шт.	68	88	117	119	119	80	102
число случаев, %	10	13	17	17	17	12	15

Рассмотрим отдельно «главные» траектории, проходящие над югом Приморья, и косвенные, которые могут влиять на выпадение аномальных осадков.

На рисунке 3.6 показана повторяемость циклонов основных траекторий. Мы можем увидеть, что траектории «1н» и «2н» повторяются не только в равной степени, но и значительно превышают другие траектории по числу случаев.

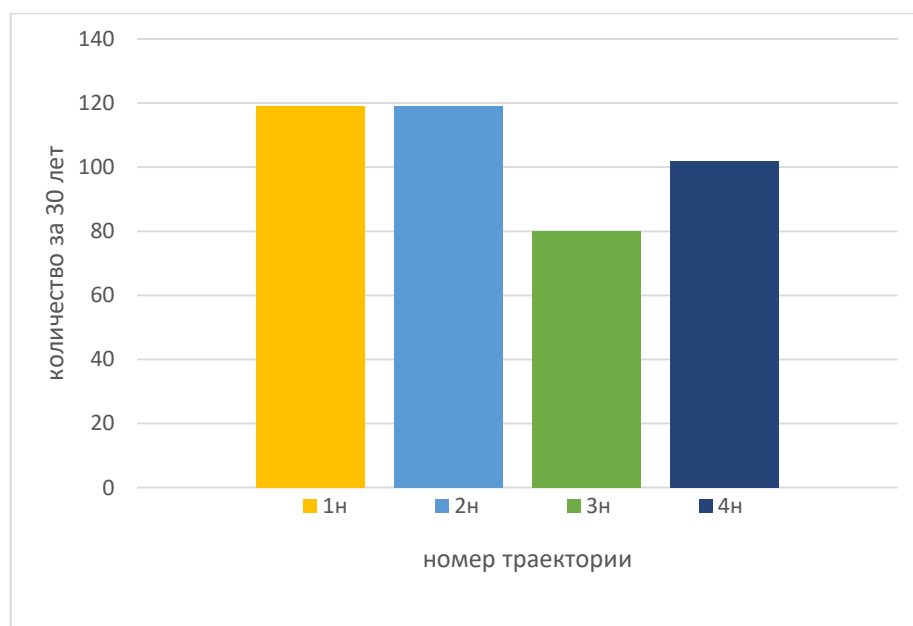


Рисунок 3.6 - Повторяемость циклонов основных траекторий.

На рисунке 3.7 видим повторяемость косвенных траекторий, из которых траектория «3к», проходящая по акватории Японского моря и захватывающая своей тыловой частью прибрежную зону юга Дальнего Востока, тем самым принося на рассматриваемую территорию большое количество осадков, является наиболее повторяющейся.

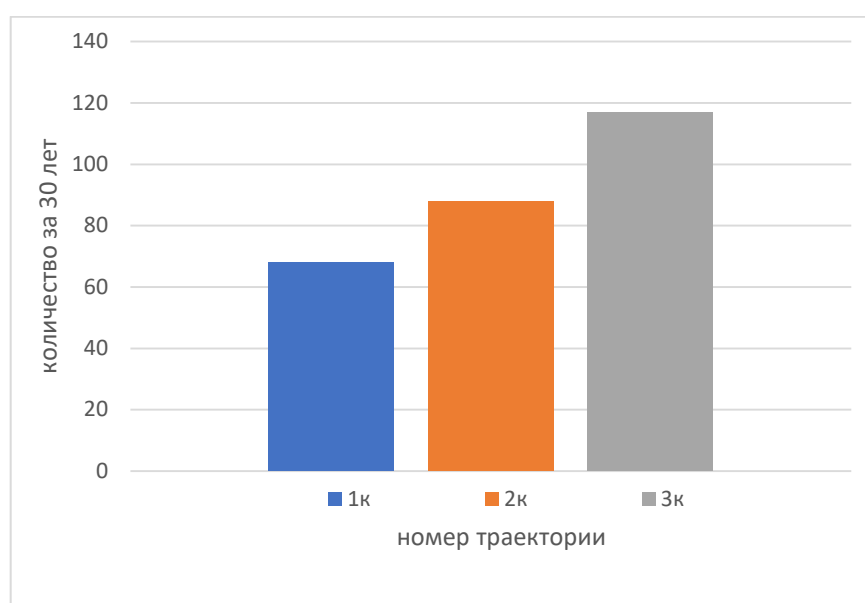


Рисунок 3.7 - Повторяемость циклонов косвенных траекторий.

В результате был создан архив барических образований в июне над югом Дальнего Востока за период с 1991 года по 2020 год, проанализированы траектории и выделены осреднённые траектории (4 главных траектории и 3 косвенных циклонов), определена цена их повторяемости – наибольшую повторяемость имели: тихоокеанская траектория «1н», континентальная – «2н» и морская «3к».

3.3 Анализ траекторий циклонов, влияющих на режим аномальных осадков.

В процессе работы был создан архив данных по траекториям барических образований и количеству выпавших осадков, часть которого представлена в таблице 3.2. Данные по осадкам были взяты из базы Мирового банка данных (Обнинск) [15].

Таблица 3.2 - Часть архива данных о барических образованиях над южной частью Дальнего Востока в июне с 1991 по 2020 год.

станция	код станции	год	месяц	день	осадки, мм	№ траектории
1	2	3	4	5	6	7
Владивосток	31960	1991	6	12	34,3	2н
Смидович	31725	1991	6	20	36,4	4н
Пограничный	31915	1992	6	7	56,1	2н
Владивосток	31960	1993	6	3	46,3	3к
Пограничный	31915	1994	6	25	32,6	2н
Владивосток	31960	1995	6	28	41,3	2н
Владивосток	31960	1996	6	30	58,1	3к
Красный Яр	31845	1998	6	30	47,3	2н
Нижнетамбовское	31562	1999	6	15	31,8	2н
Владивосток	31960	2002	6	20	38,6	2н
Нижнетамбовское	31562	2004	6	19	30,1	2н

станция	код станции	год	месяц	день	осадки, мм	№ траектории
1	2	3	4	5	6	7
Владивосток	31960	2006	6	9	39,4	3к
Пограничный	31915	2006	6	15	54,1	3к
Солекуль	31677	2006	6	19	33,9	2н
Нижнетамбовское	31562	2006	6	27	50,9	2н
Свягино	31931	2008	6	19	45,8	3к
Преображение	31989	2009	6	10	43,4	3к
Смидович	31725	2009	6	20	30,1	2н
Смидович	31725	2009	6	29	43	2н
Пограничный	31915	2010	6	20	62,9	2н
Смидович	31725	2011	6	9	37,7	2н
Солекуль	31677	2011	6	21	36	2н
Солекуль	31677	2013	6	25	39,4	4н
Терней	31909	2014	6	10	60,2	3к
Хабаровск	31735	2016	6	12	46,1	2н
Владивосток	31960	2016	6	24	72,1	2н
Лермонтовка	31788	2017	6	14	33,9	4н
Солекуль	31677	2017	6	30	51,4	2н
Хабаровск	31735	2018	6	19	39,5	2н
Смидович	31725	2018	6	28	33,2	2н
Смидович	31725	2019	6	26	35,6	2н
Свягино	31931	2020	6	15	40,2	2н
Пограничный	31915	2020	6	21	37,7	2н

Для исследования влияния различных траекторий циклонов на аномальные осадки были взяты данные с метеорологических станций Пограничный (31915), Владивосток (31960), Преображение (31989), Свягино (31931), Терней (31909), Красный Яр (31845), Лермонтовка (31788), Хабаровск (31735), Смидович (31725), Солекуль (31677), Нижнетамбовское (31562) за период с 1991 года по 2020 год. Были отобраны случаи с количеством осадков (30 мм/12 ч и более), к ним были рассмотрены синоптические карты и карты построенных траекторий, после чего было произведено деление траекторий с учётом аномальных осадков на единичные и ансамблевые случаи. Единичными

считались случаи выпадения аномального количества осадков на одной метеорологической станции, ансамблевыми – на двух и более станциях.

Всего было выявлено 66 случаев циклонов, приносящих аномальные осадки на исследуемую территорию, в июне с 1991 года по 2020 год, из которых 33 единичных случаев с аномальными осадками, и 33 – групповых.

В таблице 3.3 представлена повторяемость траекторий циклонов единичной группы и количество принесённых ими осадков.

Таблица 3.3 - Повторяемость траекторий циклонов единичной группы и количество принесённых ими осадков.

№ траектории	3к	1н	2н	3н	4н
повторяемость	14	1	13	2	3
сумма осадков, мм	604,2	36,7	567,4	87,9	123,2

На рисунке 3.8 приведён пример движения циклона по траектории «1н» с выделенной стрелкой зоной осадков на рассматриваемой нами территории.

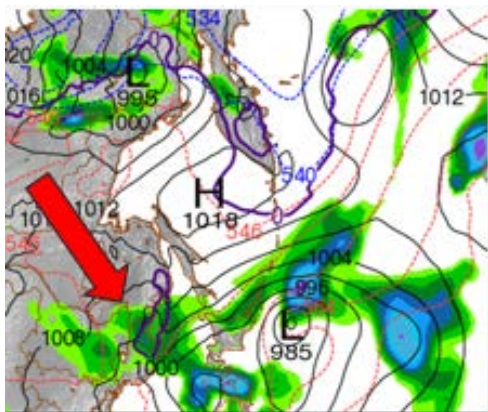


Рисунок «а» - осадки на востоке области исследования.

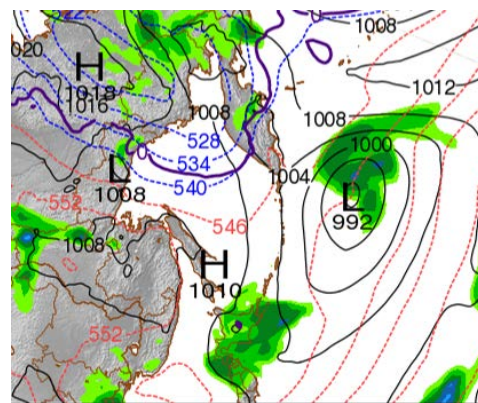


Рисунок «б» - циклон восточнее Камчатки.

Рисунок 3.8 - Движение циклона по траектории «1н».

На рисунке 3.9 дано графическое представление о повторяемости различных траекторий циклонов единичной группы.

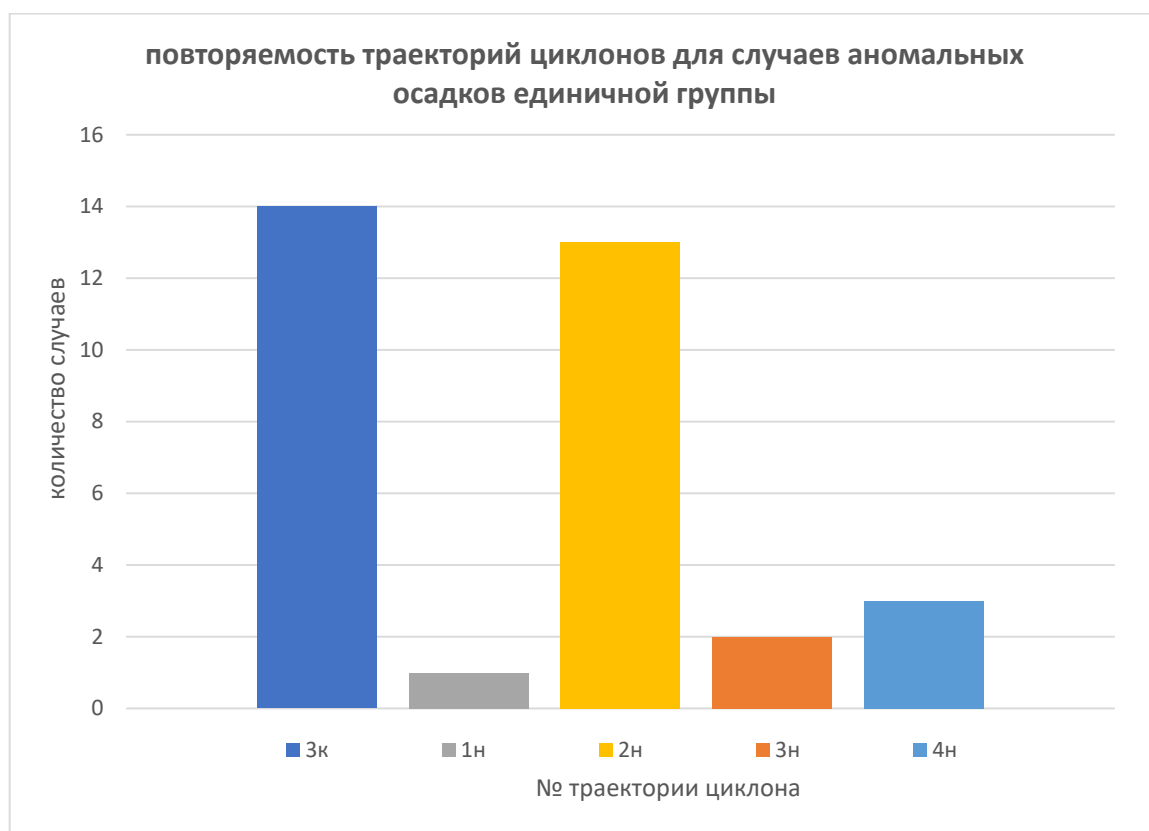


Рисунок 3.9 - Повторяемость траекторий циклонов единичной группы.

Наиболее интересным является анализ траекторий циклонов ансамблевой группы, поскольку именно циклоны этих траекторий вносят наибольший вклад в режим осадков в июне на юге Приморья. Их повторяемость и количество приносимых осадков представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Повторяемость траекторий циклонов ансамблевой группы и количество принесённых ими осадков.

№ траектории	3к	2н	4н
повторяемость	7	23	3
сумма осадков, мм	998,5	3233,7	341,8

На рисунке 3.10 видно, что наибольшее количество случаев прохождения циклонов ансамблевой группы принадлежит траектории «2н».

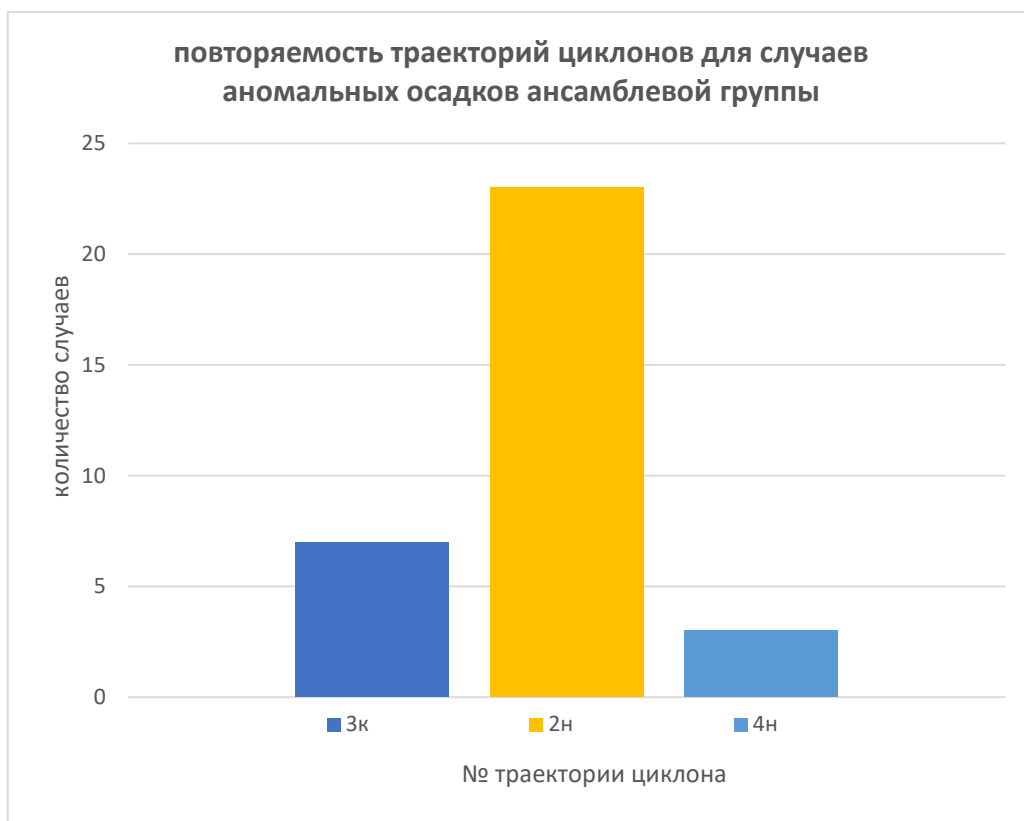


Рисунок 3.11 - Повторяемость траекторий циклонов ансамблевой группы.

Для демонстрации влияния этих траекторий на рассматриваемые территории на рисунке 3.11 представлен пример прохождения циклона по траектории «2н» - преобладающей в ансамблевой группе.

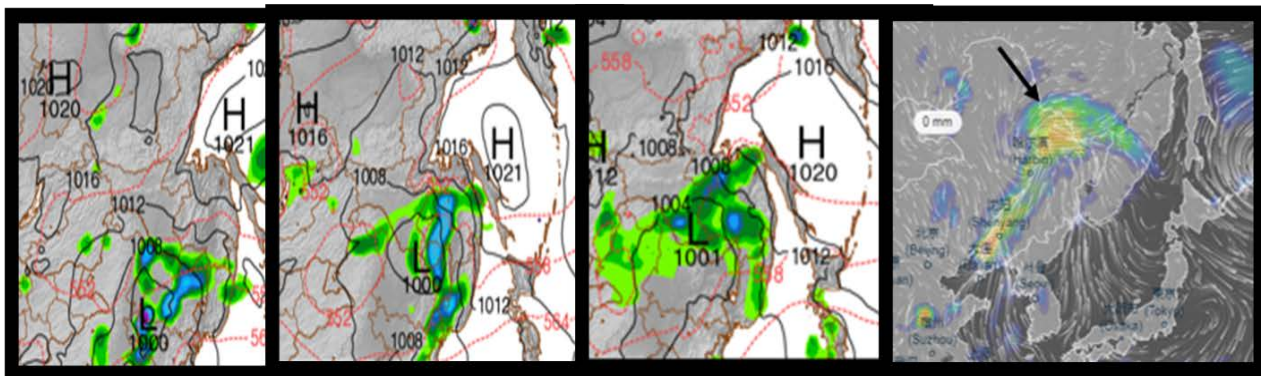


Рисунок 3.11 - Положение циклона, продвигающегося по траектории «2н» при выпадении аномального количества осадков.

В результате анализа базы данных по аномальным осадкам можно сделать вывод о том, что наибольшую повторяемость в единичных случаях имеют траектории «3к» (42% случаев от общего количества) и «2н» (39% случаев от общего количества), и в ансамблевых – траектория «2н» (70% случаев от общего количества).

Наибольший вклад в суммарное количество осадков в единичных случаях вносит траектория «3к» (43% от общего количества), в ансамблевых случаях – траектория «2н» (71% от общего количества).

3.4 Анализ траекторий антициклонов на юге Приморья в июне

В ходе выполнения бакалаврской работы для каждого июня за период с 1991 года по 2020 год были построены траектории антициклонов, проходящих над югом Дальнего Востока. Пример совместной карты траекторий циклонов и антициклонов представлен на рисунке 3.2 пункта 3.2. В результате имеющиеся траектории антициклонов за весь период были осреднены и получены типовые пути движения, которые так или иначе пересекают рассматриваемую нами область. На рисунке 3.12 представлены осредненные траектории антициклонов в июне за период с 1991 года по 2020 год.



Рисунок 3.12 - Обобщённые траектории антициклонов.

В результате осреднения было выявлено 4 антициклонических траектории (рисунок 3.12):

- 1) движение антициклонов траектории «1в» начинается на севере Хабаровского края и продолжается над акваторией Охотского моря, прекращаясь при выходе на сушу в Камчатском крае или Магаданской области;
- 2) траектория «2в» берёт начало в Амурской области и следует через северо-западную акваторию Охотского моря до Магаданской области;

3) траектория «3в» начинается в Карском море и проходит через Таймыр и Якутию до побережья Охотского моря;

4) антициклоны траектории «4в» движутся с северной части Красноярского края на юго-восток по направлению к Охотскому морю.

Примеры траекторий антициклонов для конкретных случаев показаны на рисунке 3.13.



Рисунок 3.13 - Примеры построения траекторий антициклонов.

На рисунке 3.14 представлен пример движения антициклона по траектории «3в» от побережья Карского моря до побережья Охотского моря.

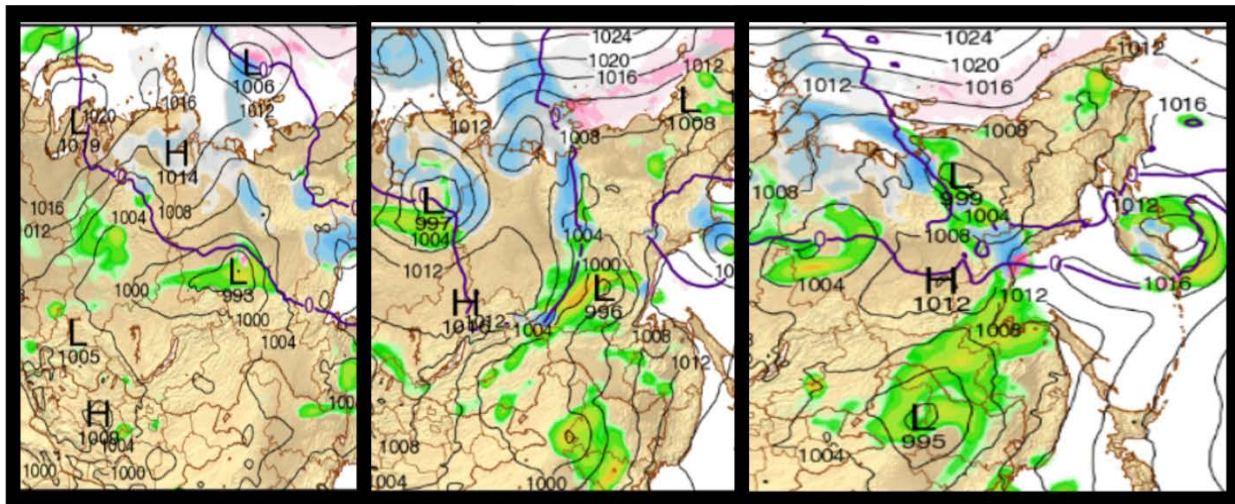


Рисунок 3.14 - Движение антициклона по траектории «3в» с 6 по 9 июня 1991 года на приземной карте.

Анализируя карты погоды на рисунке 3.14, можно проследить, как вторжение арктического воздуха сопровождало движению антициклона сначала в центр континента. Очаг холода на высоте 2 м с центра континента вытянулся меридионально вплоть до Камчатского края.

В результате анализа движений антициклонов были выявлены 4 осреднённые траектории, из которых: траектории «1в» и «2в» являются морскими и проходят над водами Охотского моря; траектория «3в» приносит арктический холодный воздух на всю территорию Дальнего Востока; траектория «4в» является континентальной и влияет на климат не только на Дальнего Востока России, но северных регионов Китая.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения бакалаврского проекта были достигнуты следующие результаты:

- был создан архив траекторий барических образований, влияющих на погоду южной части Дальнего Востока, за период с 1991 года по 2020 год.
- Все полученные траектории были осреднены и получены типовые траектории движения циклонов и антициклонов в районе южной части Дальнего Востока.

В результате анализа архива всех траекторий циклонов было получено 7 типовых. Они были разделены на 2 группы.

1 группа – основные траектории циклонов, то есть проходящие непосредственно над югом Дальнего Востока.

2 группа: косвенные траектории циклонов, проходящие в непосредственной близости к югу Дальнего Востока и оказывающие влияние на аномальные осадки на территории исследования.

Траектории антициклонов были разделены на 4 типа.

Был проведён анализ повторяемости различных траекторий циклонов за июнь в период с 1991 года по 2020 год.

Наиболее повторяющимися стали траектории «3к», «1н» и «2н» (по 17 % от общего числа циклонов).

На основе полученного архива траекторий были проанализированы синоптические условия формирования аномальных осадков над югом Приморья. Для этого дни с аномальными осадками на территории исследования были сопоставлены с архивом траекторий и выявлены влияющие.

Можно выделить следующие траектории циклонов, приносящие аномальное количество осадков на рассматриваемую территорию:

«3к», «1н», «2н», «3н» и «4н».

Был проведён анализ вклада различных траекторий циклонов в месячный ход осадков за июнь в период с 1991 года по 2020 год.

Траектории, сопутствующие наибольшему количеству осадков, - «Зк» и «2н».

Типовые траектории циклонов были сопоставлены с единичными и ансамблевыми случаями выпадения аномальных осадков на исследуемой территории и проанализированы по своей повторяемости и вкладу в режим осадков.

Было выявлено 33 единичных случая (аномальные осадки на одной станции) и 33 ансамблевых (несколько станций – от 2 до 6 дней) с 1991 года по 2020 год. Наибольшую повторяемость среди единичных случаев имели траектории «Зк» (42% случаев) и «2н» (39% случаев). В ансамблевых траекториях наиболее повторяющейся была траектория «Зк» (70% случаев).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ 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. Зубашенко Региональная физическая география. Климаты Земля. 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-poyasa-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 - 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&animate=1