



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

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(указать вид работы)

На тему «Оценка влияния центров действия атмосферы на осадки по азиатской территории России»

Шатило Ирина Андреевна

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель профессор, доктор физ.-ма. наук

(ученая степень, ученое звание)

Кузнецов А.Д.

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

доктор физико-математических наук, профессор
Кузнецов Анатолий Дмитриевич

«18» мая 2020 г.

Санкт-Петербург

2020_

Оглавление

Обозначения	3
Введение	4
1. Климатические особенности на азиатской территории России	7
1.1 Распределение температуры по регионам АТР	7
1.2 Режим осадков по АТР	8
1.3 Особенности атмосферных процессов на АТР	10
2. Характер изменения режима осадков на АТР	15
2.1 Климатические характеристики режима осадков на АТР	16
2.2 Тенденции современных изменений режима осадков на АТР	23
3. Центры действия атмосферы и их влияние на режим осадков по АТР	30
3.1 Выбор ЦДА и их климатические параметры	32
3.2. Временные изменения характеристик Северо-Тихоокеанских центров действия атмосферы	37
в XX – начале XXI веков.	37
3.3 Характер влияния ЦДА на режим осадков по АТР	51
3.3.1. Характер влияния Алеутского ЦДА на режим осадков по АТР	51
3.3.2. Оценка прогностического потенциала Алеутского ЦДА для долгосрочного прогноза осадков АТР	58
3.3.3. Характер влияния Гавайского ЦДА на режим осадков по АТР	62
3.3.4. Оценка прогностического потенциала Гавайского ЦДА для долгосрочного прогноза осадков АТР	68
Заключение	72
Список использованных источников	75
Приложение А.	77
Список станций по осадкам для регионов РФ	77

Обозначения

РФ	Российская Федерация
ЕТР	Европейская территория России
АТР	Азиатская территория России
ЗС	Западная Сибирь
ВС	Восточная Сибирь
ДВ	Дальний Восток
ЦДА	Центр действия атмосферы
ВМО	Всемирная метеорологическая организация
CO ₂	Углекислый газ
МГЭИК	Межправительственная группа экспертов по изменению климата
ВЭФ	Всемирный экономический форум
ЕЧР	Европейская часть России
АЧР	Азиатская часть России
σ	Среднеквадратическое отклонение
V	Коэффициент вариации

Введение

Наиболее сложной задачей гидрометеорологии является долгосрочные прогнозы погоды. Самым сложным параметром в долгосрочном прогнозировании являются осадки. Очевидная потенциальная экономическая и социальная выгода от долгосрочных прогнозов осадков побуждает продолжать разрабатывать более усовершенствованные методы долгосрочных прогнозов осадков и поиск новых потенциальных предикторов.

В последние годы самым важным приоритетом гидрометеорологической науки стало исследование изменения климата Земли в отдельных регионах. На фоне глобального потепления и парникового эффекта формируется направление, в котором придается большое значение изучению закономерностей и причин динамики квазистационарных барических центров действия атмосферы и индексов интенсивности циркуляции атмосферы, таких как Северо-Тихоокеанское колебание, Северо-Атлантическое колебание, Южное колебание. Большая часть изменений климата в разных регионах Земли зависит именно от выраженности центров действия атмосферы и интенсивности зональных и меридиональных переносов в атмосфере.

Примером могут служить наводнения на Дальнем Востоке в 2013 и 2019 году. В конце лета 2013 года на Дальний Восток обрушился мощный паводок, который привел к самому масштабному наводнению за последние 115 лет. Общая площадь затопленных территорий составила более 8 миллионов квадратных километров. Причиной наводнения стали интенсивные ливневые дожди, охватившие весь бассейн Амура и продолжавшиеся около двух месяцев (июль-август). Максимальный уровень реки у Хабаровска составил 804 сантиметра при критическом уровне 600 сантиметров и прежнем историческом максимуме 642 сантиметра в 1867 году. Уровень

у Комсомольска достиг 911 сантиметров при критическом уровне 650 сантиметров. [1]

Наводнение 2019 года также было катастрофическим. Из-за обильных осадков на протяжении нескольких недель в Иркутской области вышли из берегов крупные притоки Ангары — реки Уда, Бирюса, Ия, Чуна и Ока. Уровень воды превысил все критические отметки. В зону наводнения попали 96 населенных пунктов в шести районах — это более десяти тысяч жилых домов. Затоплено 1,7 тысячи жилых домов, Наводнение, накрывшее Иркутскую область, — самое сильное за всю историю наблюдений в регионе. Уровень воды достиг 14 метров (в Тулуне).[2]

Целью данной магистерской работы является: анализ влияния характеристик Алеутского, Гавайского ЦДА на режим осадков азиатской территории России (АТР)

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Выделение основных регионов по АТР
 2. Создание базы пространственно-осредненных месячных и годовых сумм осадков по регионам АТР
 3. Анализ климатических и временных изменений режима осадков по регионам АТР
 4. Климатические и временные изменения Северо-Тихоокеанских ЦДА
 5. Характер влияния характеристик Алеутского и Гавайского центров действия атмосферы на режим осадков АТР
 6. Оценка прогностического потенциала Северо-Тихоокеанских ЦДА
- Для долгосрочного прогноза осадков по АТР

Актуальность данного исследования заключается в следующем:

— улучшение долгосрочного прогнозирования в некоторых регионах расширяет возможности развития и увеличения продуктивности способов долгосрочного метеорологического прогноза;

– выявление новых предикторов и их учет в прогностических схемах долгосрочного метеорологического прогноза содействует увеличению уровня знаний в данной области метеорологии.

Практическая ценность данной работы состоит в выявлении дополнительных предикторов для долгосрочного прогноза осадков на азиатской территории России, что способствует повышению эффективности долгосрочного прогноза осадков АТР.

Структура и объем работы

Магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников, содержащего 16 наименований. Общий объем работы составляет 92 страниц.

1. Климатические особенности на азиатской территории России

1.1 Распределение температуры по регионам АТР

Азиатская часть России (АЧР) по сравнению с европейской территорией России (ЕТР) имеет более разнообразный рельеф с небольшим преобладанием равнинных форм рельефа. Самые крупные формы рельефа – Западно-Сибирская равнина, Среднесибирское плоскогорье, **горные** системы Алтай, Саяны, Байкальский, Верхоянский хребты.

В Азиатской части России основной тип климата – резко-континентальный. Характеризуется жарким летом, очень холодной зимой. На севере – зоны арктического и субарктического климата с очень холодными зимами и небольшим количеством осадков.

В Восточной Сибири зимний антициклон, который является чрезвычайно устойчивым барическим образованием, способствует формированию на северо-востоке России полюса холода в районе Верхоянска и Оймякона (средняя месячная температура зимы -42°C).

Средняя минимальная температура зимы составляет -55°C в Восточной Сибири, а абсолютная минимальная температура достигала -68°C . В долинах рек Яны и Индигирки суммарная продолжительность температуры ниже -30°C превышает в год 125 суток, а в отдельные годы такая температура не прерывается в течение более двух месяцев. В этом районе наблюдается более 280 морозных дней в году.

Особенностью температурного режима АТР являются большие суточные и годовые амплитуды. Весной, в марте – апреле, суточные амплитуды могут достигать $15-17^{\circ}\text{C}$ в Восточной Сибири и Забайкалье (в Верхоянске средняя суточная амплитуда равна 19°C , в Оймяконе — 22°C). Годовые амплитуды изменяются от $8-10^{\circ}\text{C}$ (на западном побережье Баренцева

моря) до 63°C (в Восточной Сибири в районе Верхоянского хребта). Здесь размах экстремальных значений температуры достигает 90°C.[3]

Согласно докладу Росгидромета об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год [4], зимой в умеренных широтах наблюдалась нулевая аномалия температуры, а весной в высоких широтах – отрицательная, со значением аномалии -0.22°C. В целом по Северному полушарию весенний и летний сезоны 2018 года стали вторыми самыми теплыми сезонами с 1958 года. В целом 2018 год стал вторым самым теплым годом в умеренных широтах и четвертым – по всему Северному полушарию с аномалиями температуры 0.65°C и 0.52°C соответственно.

В многолетних изменениях годовых сумм осадков за период 1936-2018 гг. в северной полярной области наблюдается тенденция их статистически значимого их увеличения со средней скоростью около 3 мм/10 лет. При этом рост осадков преимущественно отмечается в канадско- европейском секторе, включая Атлантику, и, в основном, в холодный период года.

В северной полярной области в целом холодный сезон с октября 2017 по май 2018 г. характеризовался избытком осадков: 107.9% нормы, наибольшим на территории России для Чукотского района (116.1%). Теплый сезон (июнь-сентябрь 2018 г.) был сухим: 92.2% нормы для СПО и 80.4% в Чукотском районе.

Явная тенденция к убыванию осадков обнаруживается в Чукотском районе и в районах арктических морей азиатского сектора СПО в течение всего года(около 13 мм/10 лет). Рост осадков (14.2 мм/10 лет) выражен в южной части Северо-Европейского района.[4]

1.2 Режим осадков по АТР

Специфика распределения осадков на Азиатской части России заключается в том, что от ЕЧР к АЧР почти до Тихого океана преобладание летних осадков увеличивается, а зимних - уменьшается. Главная причина этого явления в том, что арктический воздух в зимние месяцы не в состоянии содержать в себе много водяного пара из-за своей низкой температуры. Даже незначительное количество влаги, выпадающее на АЧР не в состоянии испариться и территория характеризуется избыточным увлажнением.

На АЧР зимой выпадает очень мало осадков. На всей территории зимние, а в Арктике и летние осадки выпадают в виде снега. Высокий снежный покров устанавливается лишь на приокеанических восточных и северо-восточных окраинах. Но летом, со стороны Атлантики, приносятся воздушные массы, благодаря которым выпадает большое количество осадков. До 70-80% годовой суммы осадков в Западной Сибири выпадает в период с мая по октябрь. Летний максимум осадков наиболее ярко выражен в Приморье (Владивосток). [3].

Влияние Тихого океана на АЧР существенно меньше, по сравнению с переносом влаги Атлантического океана на ЕЧР. Глубокому проникновению тихоокеанских воздушных масс препятствует западный перенос, господствующий в умеренных широтах, а кроме того характер рельефа.

1.3 Особенности атмосферных процессов на АТР

Атмосферные процессы подразумевают, в первую очередь, процесс циркуляции воздушных масс. Циркуляция атмосферы – это система движений масс воздуха. [5] Процесс циркуляции воздушных масс обеспечивает территорию влагой, а также влияет на температуру. Воздушные массы перемещаются под действием центров атмосферного давления, а центры меняются в зависимости от времени года. Именно поэтому изменяются направления господствующих ветров, которые приносят на территорию нашей страны воздушные массы. Например, Европейская Россия и западные районы Сибири находятся под воздействием постоянных западных ветров. С ними поступают морские умеренные воздушные массы умеренных широт. Они формируются над Атлантикой, как показано на рисунке 1.1.



Рисунок. 1.1 - Движение морских умеренных воздушных масс

Когда ослабевает западный перенос, с северными ветрами приходит арктическая воздушная масса, приведенная на рисунке 1.2. Она приносит резкое похолодание, ранние осенние и поздние весенние заморозки.

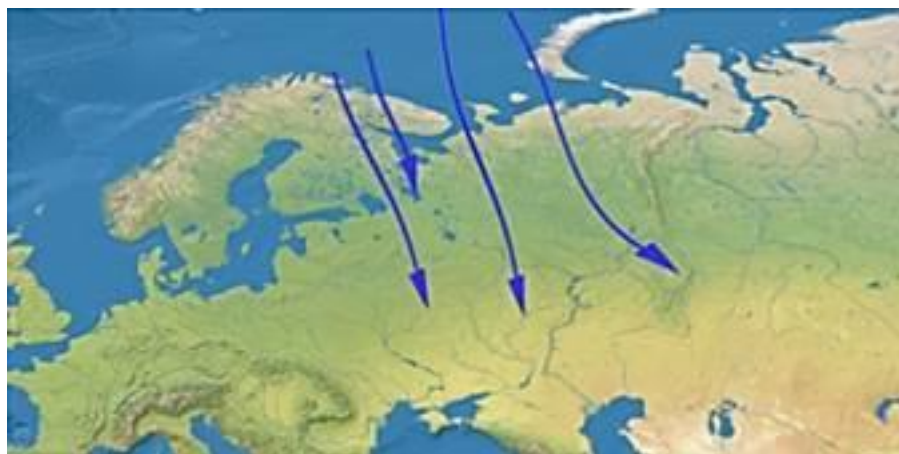


Рисунок 1.2- Движение Арктической воздушной массы

Континентальный тропический воздух на территорию азиатской части нашей страны приходит из Средней Азии или из Северного Китая. Континентальная умеренная воздушная масса круглый год преобладает в западных районах Сибири, поэтому зима здесь ясная и морозная, а лето достаточно тёплое. Даже над Северным Ледовитым океаном в Гренландии бывают зимы теплее.

Из-за сильного охлаждения над азиатской частью нашей страны в Восточной Сибири формируется область сильного охлаждения (область высокого давления – Сибирский антициклон). Его центр располагается в районах Забайкалья, республике Тыва и Северной Монголии. Очень холодный континентальный воздух растекается от него в разные стороны. Он распространяет свое влияние на огромные территории. Одно его направление - это северо-восток вплоть до Чукотского побережья, второе - на запад через Северный Казахстан и юг Русской (Восточно-Европейской) равнины примерно до 50°с. ш. Устанавливается ясная и морозная погода с небольшим количеством снега. Летом из-за прогревания азиатский максимум (Сибирский антициклон) исчезает и устанавливается пониженное давление, представленное на рисунке 1.3.

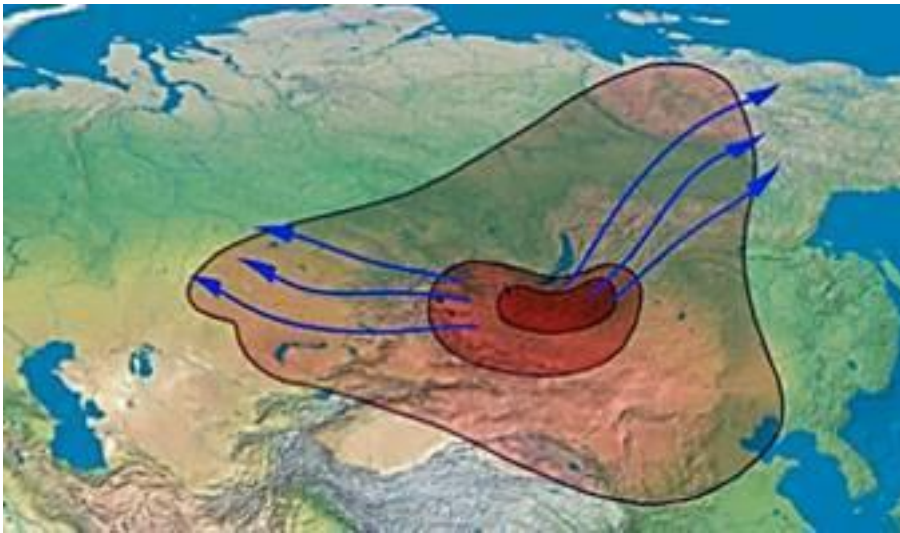


Рисунок 1.3- Сибирский антициклон

Сезонное чередование областей высокого и низкого давления формирует на Дальнем Востоке муссонную циркуляцию атмосферы.

Азиатский максимум, или, как его называют, сибирский антициклон – это область повышенного давления, которая формируется над Центральной Азией и Восточной Сибирью. Проявляется зимой и образуется в результате выхолаживания территории в условиях огромных размеров и котловинного рельефа. В центральной части максимума над Монголией и Южной Сибирью давление в январе иногда достигает 800 мм рт. ст. Это самое высокое зафиксированное на земле давление. Зимой сюда простирается великий Сибирский антициклон, особенно устойчивый с ноября по март. Зима здесь такая безветренная, что при малой снежности ветви деревьев подолгу белеют от «нестряхиваемого» снега. Морозы уже с октября достигают $-20\ldots -30^{\circ}\text{C}$, а в январе же нередко доходит до -60°C . Средняя температура за месяц опускается до -43° , особенно холодно в низинах, где застаивается холодный тяжёлый воздух. При безветрии сильные морозы переносятся не так тяжело, но при -50° уже трудно дышится, наблюдаются низовые туманы. Такие морозы затрудняют посадку самолётов. [6]

Вся дальневосточная область, за исключением её северных тундровых районов, представляет собой лесную зону и имеет муссонный климат умеренных широт.

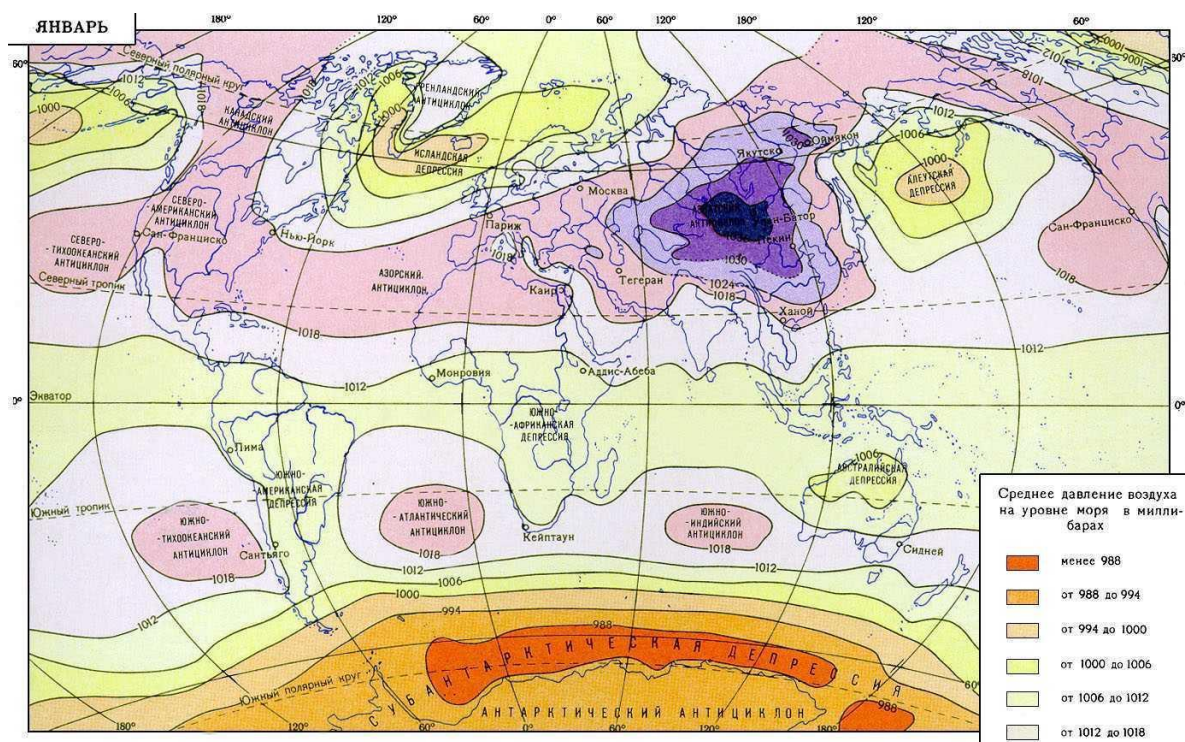
В дальневосточной области морской климат встречается с материковым, причём постепенный переход одного к другому нарушается чередованием низинных и горных пространств. Вследствие высокого давления зимой над материком и летом над океаном господствует муссонная циркуляция. В целом муссонный климат дальневосточной области характеризуется холодной, сухой и солнечной зимой, прохладными влажным летом, устойчивой циркуляцией, прохождением тайфунов и частыми туманами.

Характерным для дальневосточных муссонов является запаздывание летнего режима и раннее его прекращение по мере удаления от берегов в глубь страны. Зимний режим устанавливается вообще в октябре, летний — в мае, на севере соответственно в сентябре и июне. Зимой преобладает ветер с северо-запада и севера, летом с юго-востока или с востока. Муссонная циркуляция хорошо выражена не только в распределении направлений ветра и осадков, но и в годовом ходе относительной влажности, который имеет два максимума (зимой и летом) и два минимума (весной и осенью). Летом больше пасмурных и меньше ясных дней, зимой — наоборот. Продолжительность действия муссона уменьшается от берега внутрь страны и к северу, по побережью. Так, период действия летнего муссона по линии Владивосток — Ольга 4—4,5 месяца, в Николаевске на Амуре 3—3,5, в Благовещенске 2,5—3. На побережьях, омываемых холодным течением, летом часто наблюдаются густые туманы. [7]

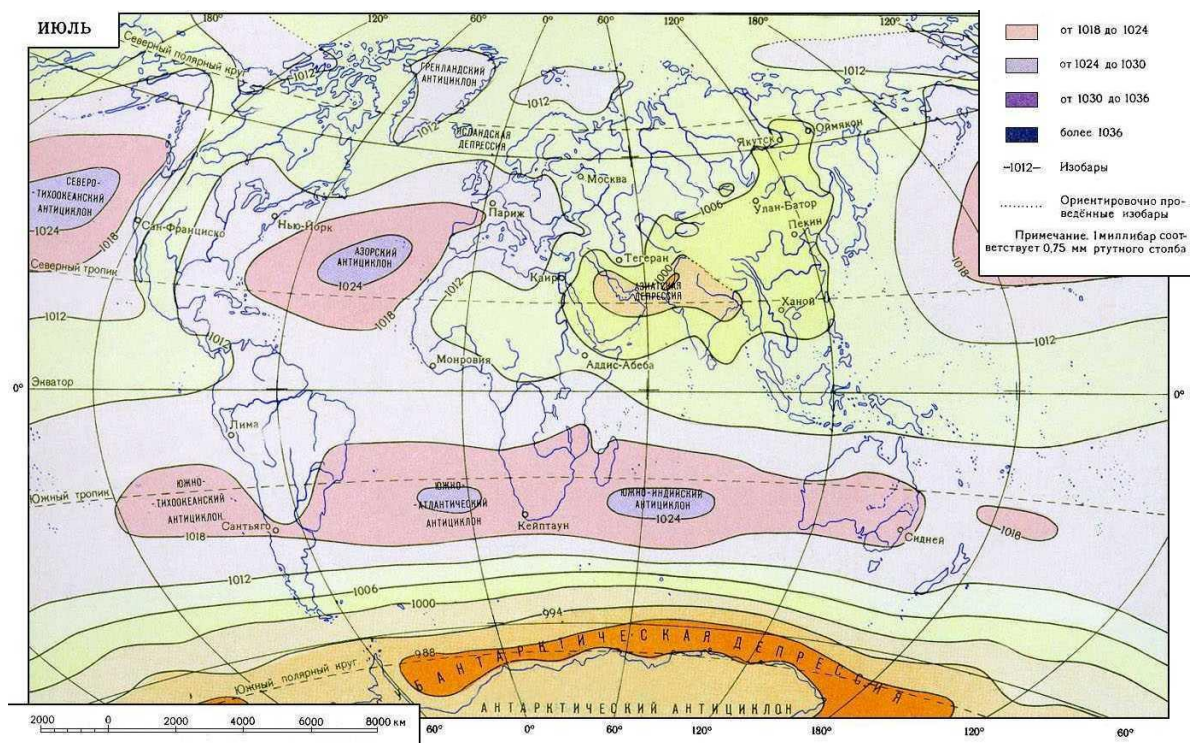
В 20-х годах Д.Уокер, автор «Мировой погоды», обнаружил три мировых колебания в поле атмосферного давления: Северо-Атлантическое, Северо-Тихоокеанское и Южное. Циклические чередования усиления и ослабления воздушных переносов в системе Азорского антициклона и Исландской депрессии, Гавайского антициклона и Алеутской депрессии, Южно-Тихоокеанского антициклона и Индонезийской депрессии являются

результатом крупномасштабного регионального взаимодействия атмосферы и океана. Расположение центров действия атмосферы представлены на рисунке 1.4

а)



б)



а – зимний сезон (январь); б – летний сезон (июль).

Рисунок 1.4 – Расположение центров действия атмосферы [4].

Эти колебания оказывают воздействие на обширные регионы, формируя характер синоптических процессов, погоды и климатических трендов [8].

2. Характер изменения режима осадков на АТР

2.1 Климатические характеристики режима осадков на АТР

Для анализа региональных особенностей изменений режима осадков на азиатской территории России (АТР) выделены три физико-географических региона: Западная Сибирь (ЗС), Восточная Сибирь (ВС) и Дальний Восток (ДВ). Условные границы регионов: ЗС (от 50° в.д. до 80° в.д.), ВС (от 80° в.д. до 120° в.д.) и ДВ (от 120° в.д. до 190° в.д.).

Основные географические регионы АТР представлены на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 - Основные географические регионы АТР (синий - Западная Сибирь, красный – Восточная Сибирь, зелёный – Дальний Восток)

Представление о характере режима атмосферных осадков по регионам Российской Федерации (РФ) дают временные ряды годовых и месячных сумм атмосферных осадков. Сезонные и годовые осадки представляют собой суммы месячных количеств осадков за сезон и за год соответственно.

Информация по осадкам получена по архивным данным [9] за период с 1896 по 2016 года. Архив содержит данные по 20,5 тысяч станций всего

земного шара. По азиатской территории РФ выбрано 296 станций. Список станций приведён в Приложении А.(стр.77)

Проведено пространственное осреднение месячных и годовых сумм осадков по регионам АТР.

Распределение среднемноголетних годовых сумм осадков по регионам АТР приведено на рисунке 2.2.

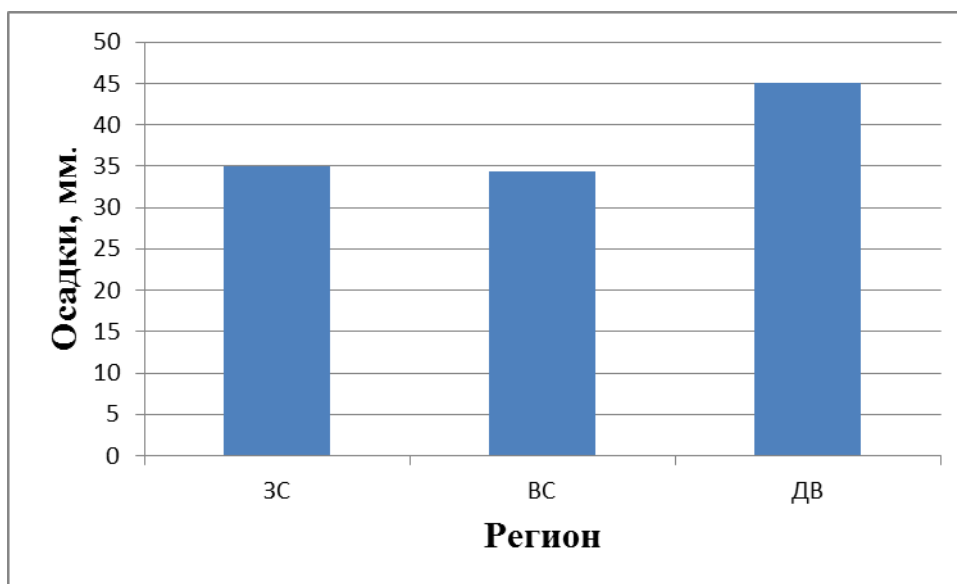


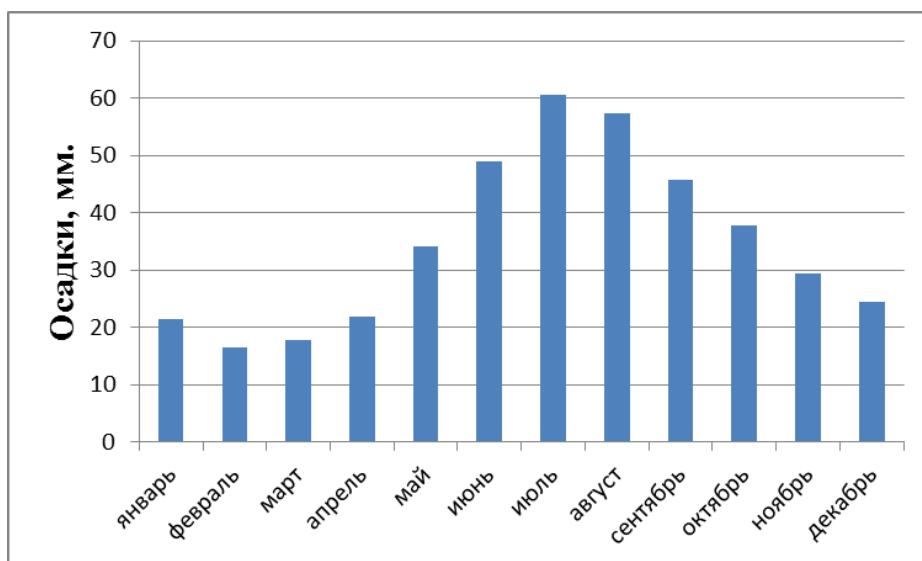
Рисунок 2.2. Среднемноголетнее распределение годовых сумм осадков по регионам АТР

Максимальное количество осадков наблюдается на Дальнем Востоке. В Западной и Восточной Сибири значения практически одинаковы, но тем не менее Восточная Сибирь имеет минимальное количество осредненных годовых сумм осадков.

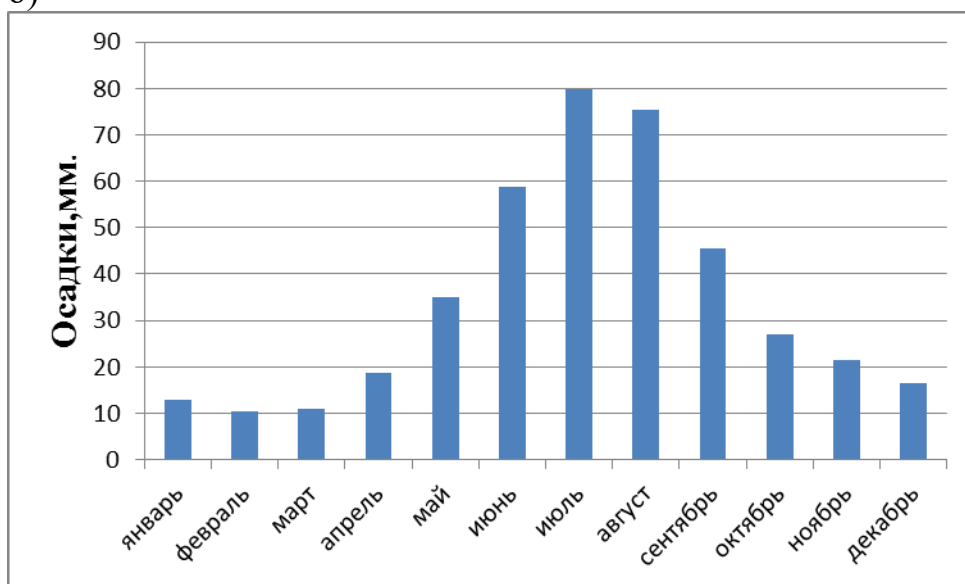
Для климатического анализа месячных сумм осадков по регионам АТР рассчитаны основные статистические моменты: средние многолетние месячные суммы осадков, среднеквадратические отклонения, коэффициенты вариации месячных сумм. За единицу измерения приняты значения месячных осадков (мм/месяц).

Средние многолетние месячные суммы осадков представлены на рисунке 2.3

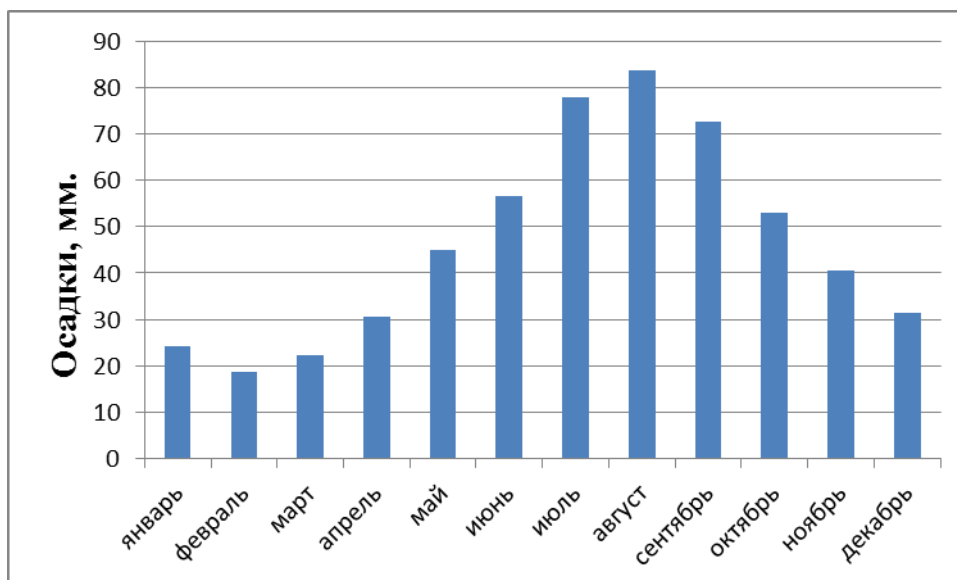
а)



б)



в)



а - Западная Сибирь;

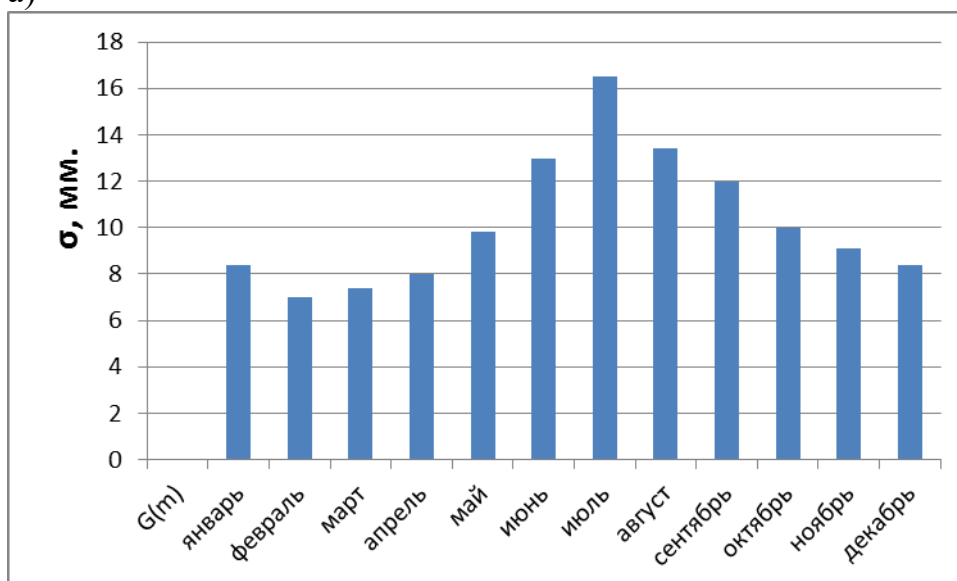
б - Восточная Сибирь; в - Дальний Восток

Рисунок 2.3—Средние многолетние месячные суммы осадков по регионам АТР РФ

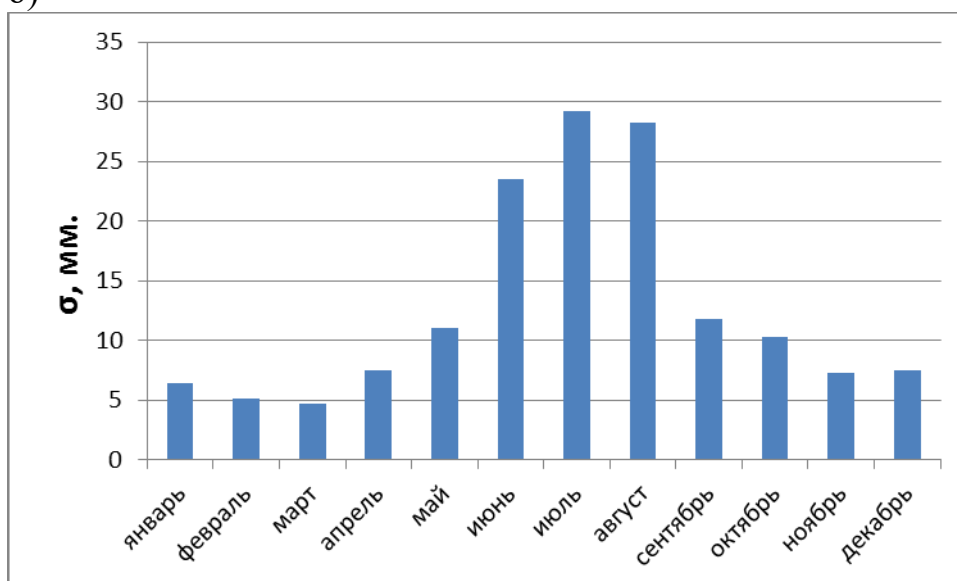
Исходя из данных рисунка 2.3, можно сделать вывод, что максимальное количество осадков во всех регионах приходится на летний сезон (ЗС и ВС - июль, ДВ-август), а минимальный на конец зимы – начало весны (февраль-март). Сильнее всех ход выражен на территории Восточной Сибири.

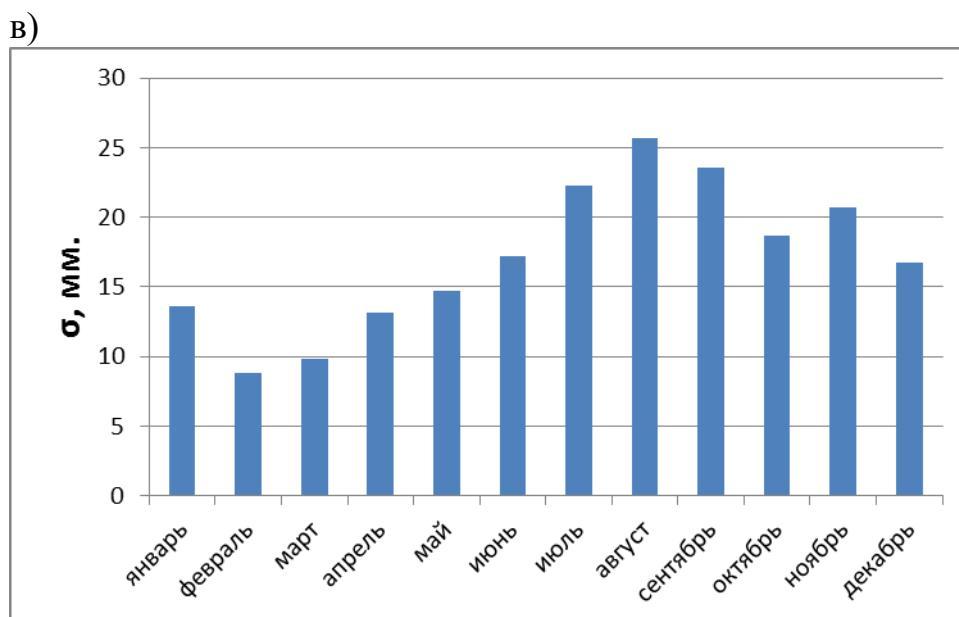
Изменчивость месячных сумм осадков АТР оценивается по среднеквадратическому отклонению, представленному на рисунке 2.4.

a)



б)





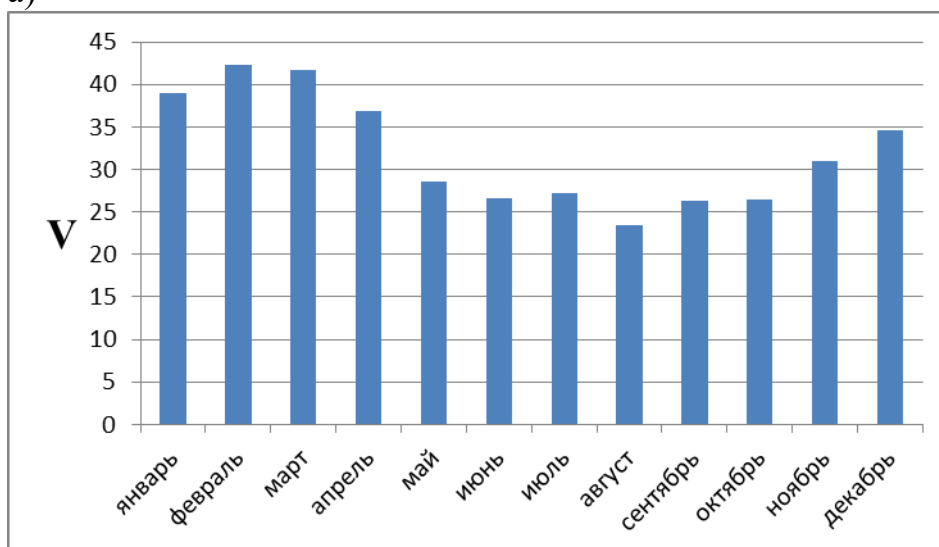
а – Западная Сибирь; б – Восточная Сибирь; в – Дальний Восток

Рисунок 2.4–Среднеквадратическое отклонение месячных сумм осадков по регионам АТР РФ

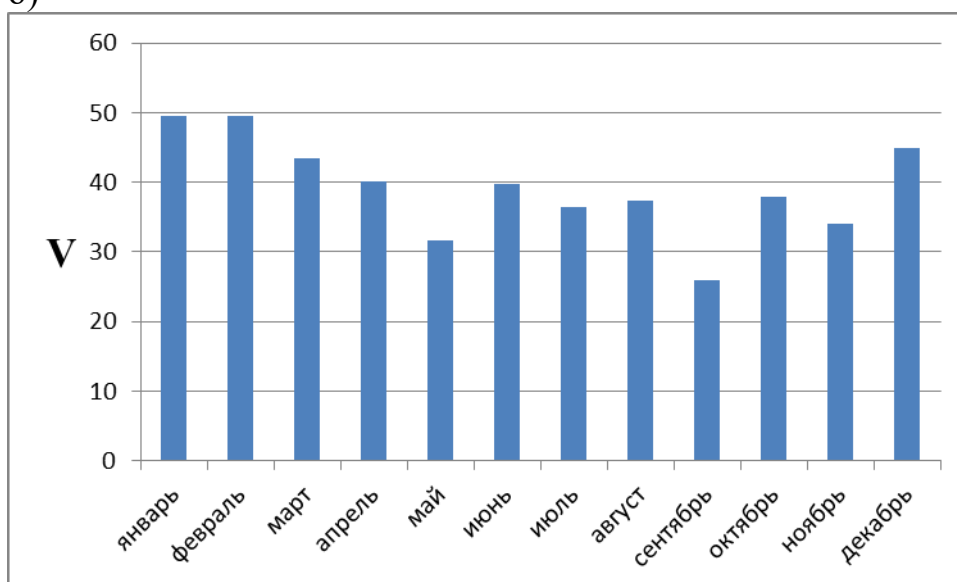
Анализируя данные рисунка 2.4, можно сделать вывод, что максимальное отклонение месячных сумм осадков наблюдается на территории Восточной Сибири. Минимальное отклонение месячных сумм осадков наблюдается на территории Западной Сибири. Годовой ход среднеквадратического отклонения осадков наиболее выражен для ВС.

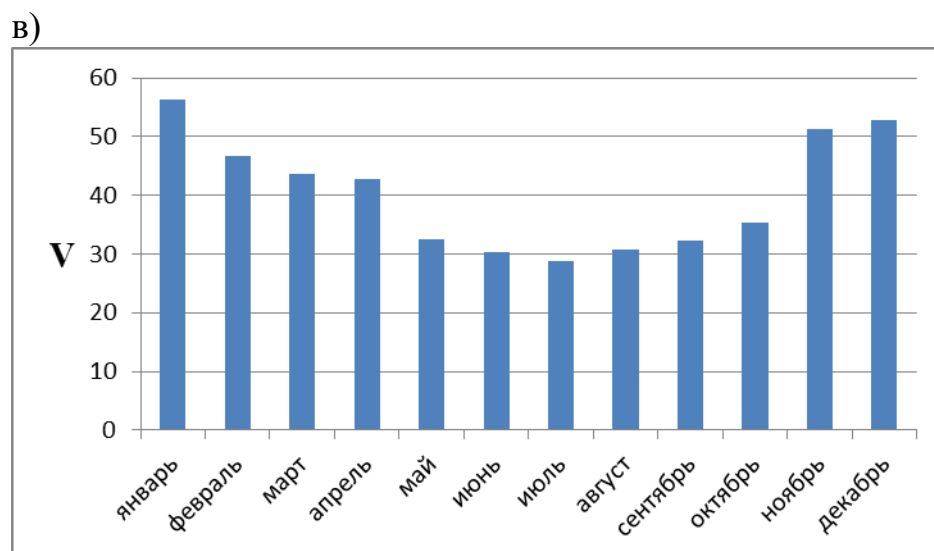
Относительную величину разброса осадков (относительно средней величины) можно оценить по коэффициенту вариации. Коэффициент вариации месячных сумм осадков по регионам РФ представлен на рисунке 2.5.

a)



б)





а – Западная Сибирь; б – Восточная Сибирь; в – Дальний Восток

Рисунок 2.5– Коэффициент вариации месячных сумм осадков по регионам АТР РФ (в %)

Минимальный коэффициент вариации месячных сумм осадков на всех территориях приходится на конец лета – начало осени (ЗС-август, ВС-сентябрь, ДВ-июль). Максимальный коэффициент отмечается на территории Дальнего Востока. В среднем коэффициент вариации не превышает 50%.

2.2 Тенденции современных изменений режима осадков на АТР

Общее представление о характере изменений атмосферных осадков на территории Азиатской территории России во второй половине XX и начале XXI века дают тренды 12-месячных скользящих сумм атмосферных осадков.

Изменения режима осадков могут оцениваться как аномалии осадков, характеризующих сравнимые периоды времени, или как тенденции изменений количества осадков за длительный период времени, называемые трендами.

В качестве меры изменения количества осадков применяется коэффициент линейного тренда. Его можно определить по методу наименьших квадратов и он дает представление о средней скорости изменения климатической переменной, которая соответствует тренду [3].

Тренд описывается линейным уравнением:

$$Y=bx+d, \quad (2.1)$$

где Y - 12-месячные осредненные скользящие данные по осадкам; x - временной ряд, b - коэффициент линейного тренда.

Именно коэффициентом линейного тренда b определяется основная тенденция линейного тренда.

При $b > 0$ наблюдается рост данных (Y).

При $b < 0$ наблюдается убывание Y .

В качестве меры существенности тренда применяется доля дисперсии климатической переменной. Этот параметр объясняется трендом, выраженным в процентах от полной дисперсии климатической переменной за рассматриваемый интервал времени. Доля дисперсии еще имеет название коэффициента детерминации (R^2).

Для проверки гипотезы значимости тренда рассчитывается критерий Стьюдента. Тренд считается значимым, если оценки критерия Стьюдента превышают его критическое значение при заданном уровне значимости. [10] В нашем случае тренд принимается статистически значимым при 5% уровне значимости.

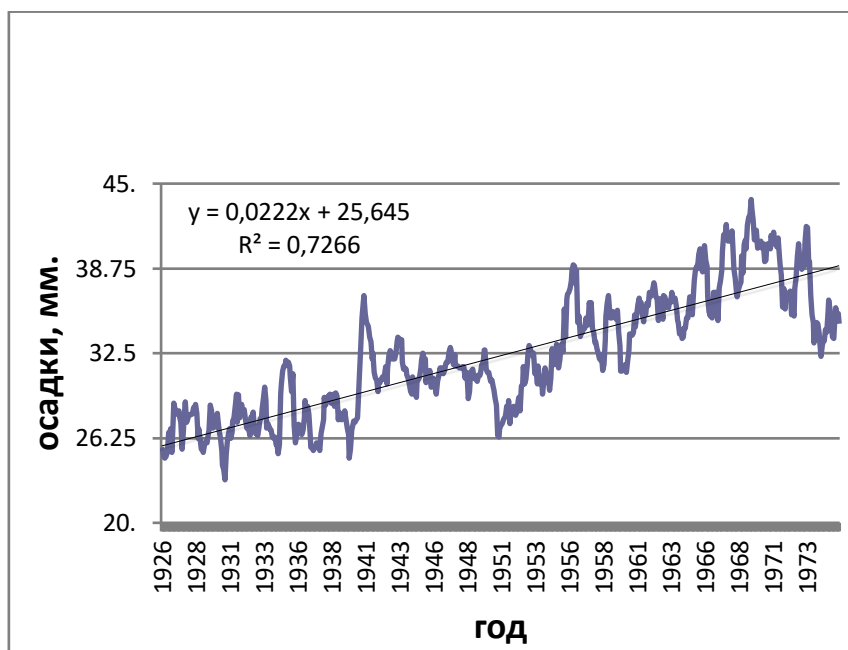
На всех временных рядах показаны тенденции (линейные тренды) изменений осадков за период 1926-2016 гг.

Ввиду того, что в настоящее время изменение климата характеризуется как «продолжающееся глобальное потепление», рассматриваются 2 тренда

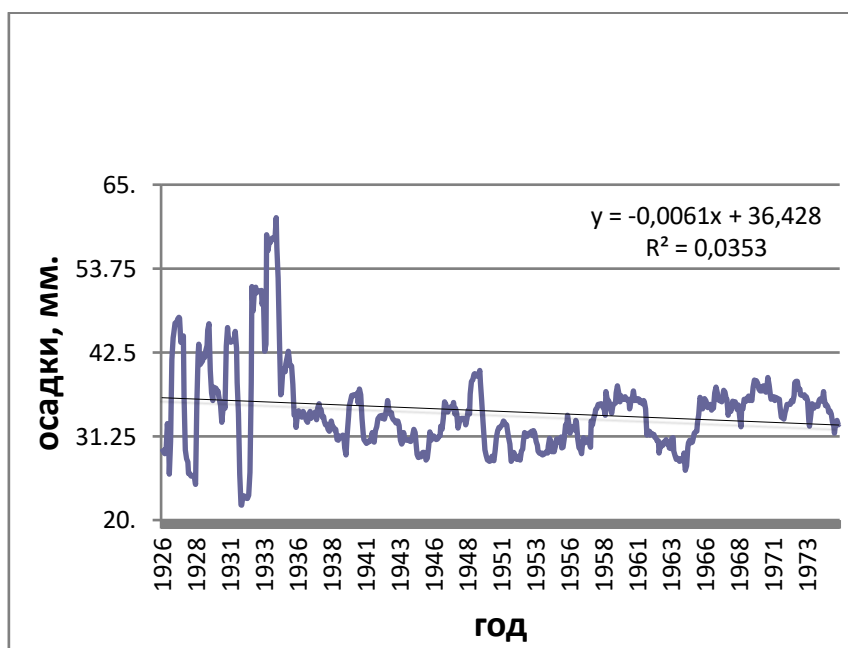
месячных осадков по трем регионам РФ: с 1926 по 1975 гг. и с 1976 по 2016 гг. ЗС, ВС и ДВ соответственно. [10]

Вычисленные тренды 12- месячных осредненных осадков за период 1926-1975 гг. по регионам РФ приведены на рисунке 2.6.

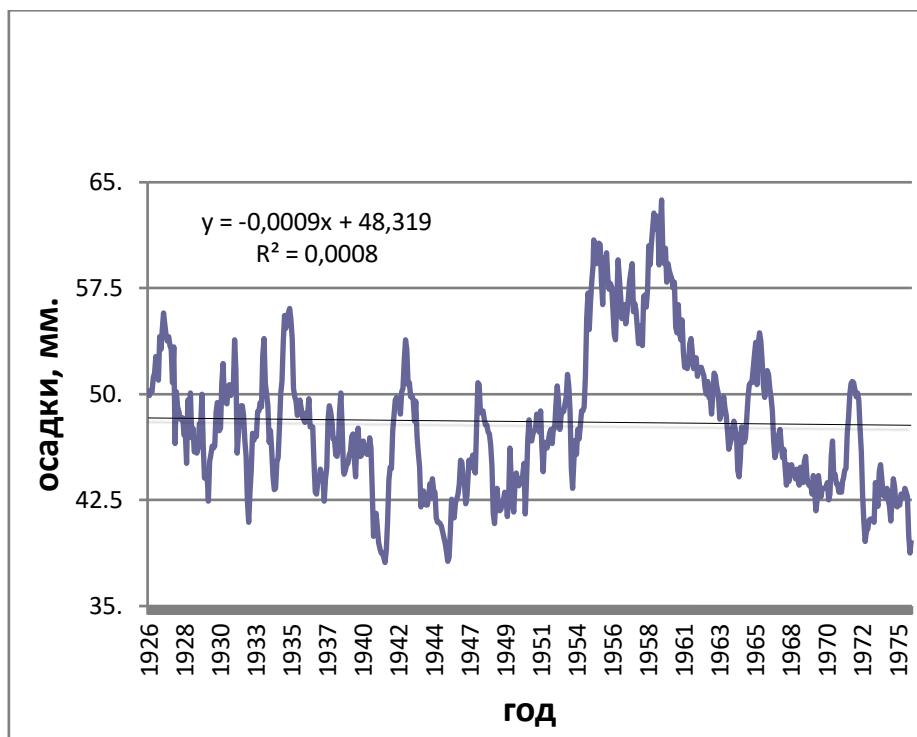
а)



б)



в)



а – Западная Сибирь; б – Восточная Сибирь; в – Дальний Восток

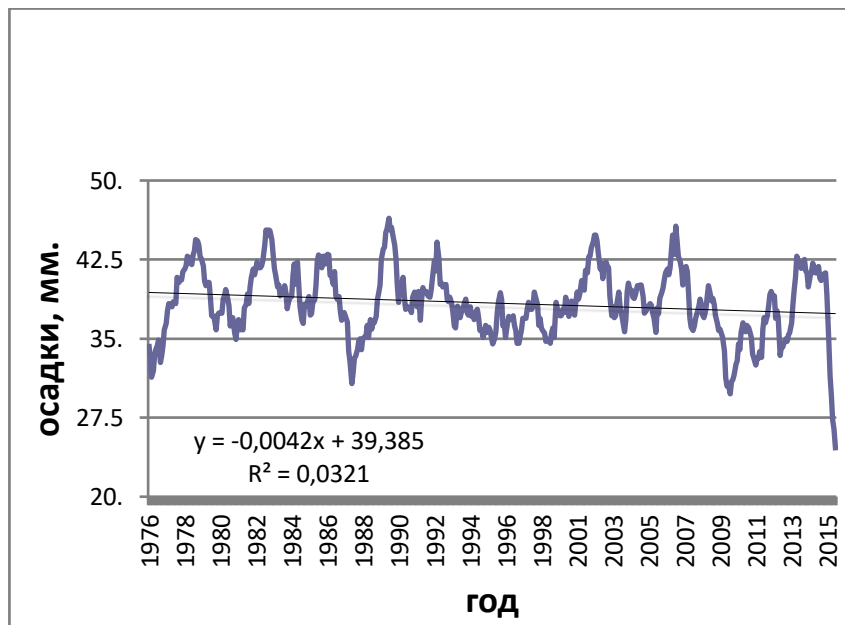
Рисунок 2.6 - 12-месячные скользящие суммы осадков за период 1926-1975 гг. по регионам РФ.

Тенденция климатических изменений у регионов РФ имеет разное значение. Так, на территории ЗС идет увеличение количества осадков. На территориях Восточной Сибири и Дальнего Востока наблюдается отрицательный тренд изменения осадков, причем на территории ДВ он выражено слабее.

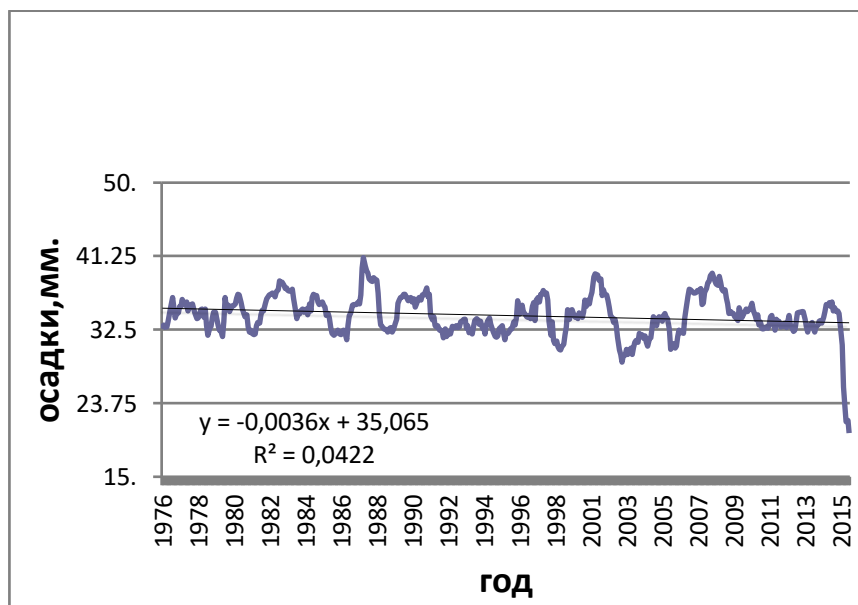
Особо выделены тенденции изменений режима осадков РФ после 1976 г. с началом глобального потепления.

На рисунке 2.7 приведен тренд изменения 12-месячных осредненных осадков за период с 1976 по 2016 гг.

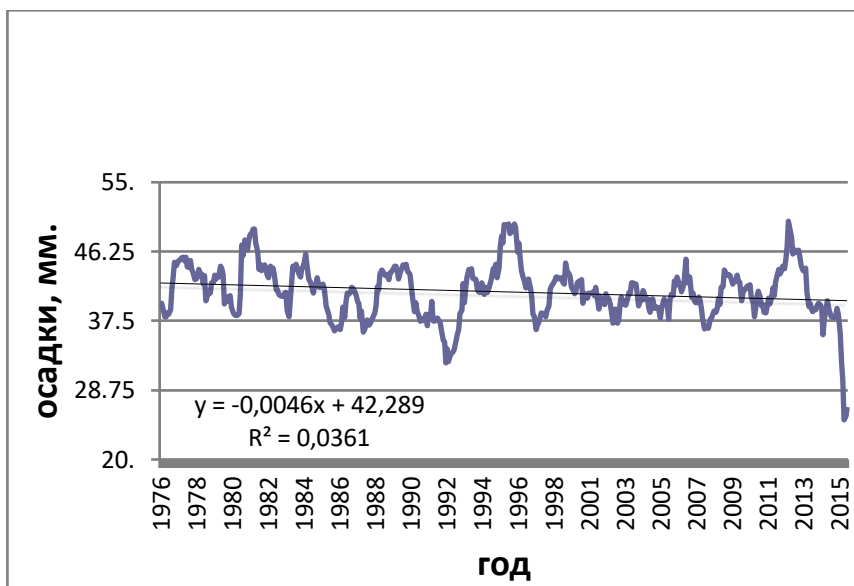
а)



б)



в)



а – Западная Сибирь; б – Восточная Сибирь; в – Дальний Восток

Рисунок 2.7 - Тренд изменения осадков по регионам РФ за период с 1976 по 2016 гг.

Из анализа данных рисунка 2.7 вытекает, что в последние десятилетия изменилась тенденция выпадения осадков. Тренд отрицателен у всех регионов РФ. Наименьшее значение коэффициента линейного тренда имеет территория Дальнего Востока. Наибольшее - Восточная Сибирь. Но следует заметить, что этот коэффициент, характеризующий среднюю скорость интенсивности атмосферных осадков, у всех трех регионов практически одинаков и равен в среднем $-0,040$ мм/мес.

В период глобального потепления на территории ЗС изменился режим осадков. До глобального потепления наблюдался рост осадков, в настоящий момент отмечается снижение уровня осадков. Коэффициент детерминации с 1926 по 1975 гг. значительно выше, чем с 1976 г. по настоящее время, что говорит о большей надежности результатов первого периода.

По тренду месячных сумм осадков региона ВС видно, что коэффициент линейного тренда в обоих периодах отрицательный, но с 1976 по 2016 гг. он вдвое больше (скорость убывания возросла в 2 раза). А коэффициент детерминации практически одинаков.

Ход линейного тренда ДВ слабо выражен (существенных изменений в режиме осадков не наблюдается). Следует отметить, что коэффициент линейного тренда отрицателен в обоих периодах. Но с 1926 по 1975 гг. он больше, чем с 1976 по 2016 гг. Коэффициент детерминации же, наоборот, в первом случае значительно мал, по сравнению со вторым периодом. Количественные оценки линейного тренда регионально осредненных атмосферных осадков за 1926-2016 гг. приведены в таблице 2.

Таблица 2.1. Коэффициенты линейного тренда (b , мм/месяц за 10 лет) регионально осредненных среднегодовых значений количества осадков на территории России за 1926-2016 гг. и доля суммарной дисперсии, объясненная трендом (R^2 ,%)

Регион	1926-1975 гг.		1976-2016 гг.	
	b	R^2	b	R^2
Западная Сибирь	0,222	0,727	-0,042	0,032
Восточная Сибирь	-0,061	0,035	-0,036	0,042
Дальний Восток	-0,009	0,001	-0,046	0,036

Анализируя данные таблицы 2.1, можно сделать вывод, что скорость изменения осадков выше до потепления (1926-1975 гг.), чем после потепления (1976-2016 гг.), за исключением ДВ. Единственное положительное значение

линейного тренда наблюдается в Западной Сибири в первый временной отрезок.

Согласно оценочному докладу об особенностях климата на территории РФ за 2019 год, средняя по России годовая сумма осадков составила 108% нормы. Значительный избыток осадков наблюдался в нижнем течении Енисея, на Дальнем Востоке. Сильный дефицит осадков наблюдался вдоль побережья Восточно-Сибирского моря, на Сахалине. Из сезонов выделяется осень: значительный избыток осадков на АТР. Сильный дефицит осадков наблюдался летом в Восточной Сибири (79% нормы среди четырех «самых сухих»).

На территории России в целом преобладает тенденция к увеличению годовых сумм осадков. Тренд превышает 5%/10 лет лишь в ряде областей Сибири Дальнего Востока. Убывают осадки на севере Чукотского автономного округа. Выраженный рост годовых осадков наблюдается совтормй половины 1980-х гг. Наиболее значительные тренды наблюдаются в регионах Западная Сибирь (3,2%/10 лет) и Восточная Сибирь (3,5%/10 лет) и, соответственно, в Сибирский федеральный округ (2,7%/10 лет) и Дальневосточный федеральный округ (2,7%/10 лет). [11]

3. Центры действия атмосферы и их влияние на режим осадков по АТР

Влияние неравномерного распределения суши и моря приводит к тому, что в каждой зоне барическое поле распадается на отдельные ячейки, на отдельные области повышенного и пониженного давления с замкнутыми изобарами. Эти области на осредненных полях приземного давления носят название центров действия атмосферы.

ЦДА – это области пониженного и повышенного давления на климатологических картах. ЦДА является результатом статистического осреднения фактических полей приземного давления. [3]

Классификация ЦДА:

- 1) По давлению: циклонические - барические минимумы (депрессии), антициклонические - барические максимумы.
- 2) По длительности действия: постоянные и сезонные ЦДА. Постоянные (перманентные) ЦДА - это экваториальная депрессия, субтропические антициклоны, депрессии субполярных широт, полярные антициклоны; сезонные - это зимние антициклоны и летние депрессии над материками в средних широтах.
- 3) По местоположению: экваториальная депрессия, субтропические антициклоны, депрессии субполярных широт, полярные антициклоны.

Основными характеристиками ЦДА является:

P – давление в центре очага ЦДА, гПа;

φ – широта, с.ш., ю.ш;

λ – долгота, в.д., з.д. [3]

3.1 Выбор ЦДА и их климатические параметры

В этой работе для режима осадков Азиатской территории России по регионам Западная Сибирь, Восточная Сибирь, Дальний Восток оценивалось влияние Алеутского ЦДА и Гавайского ЦДА.

Алеутская депрессия – область пониженного атмосферного давления над северной частью Тихого океана. Центр этой области располагается в районе Алеутских островов. Алеутская депрессия является одним из основных центров действия атмосферы Северного полушария. Депрессия наиболее интенсивна в зимний период, летом смещается к северному полюсу и почти исчезает. Алеутский ЦДА образуется между 50° и 70° северной широты.

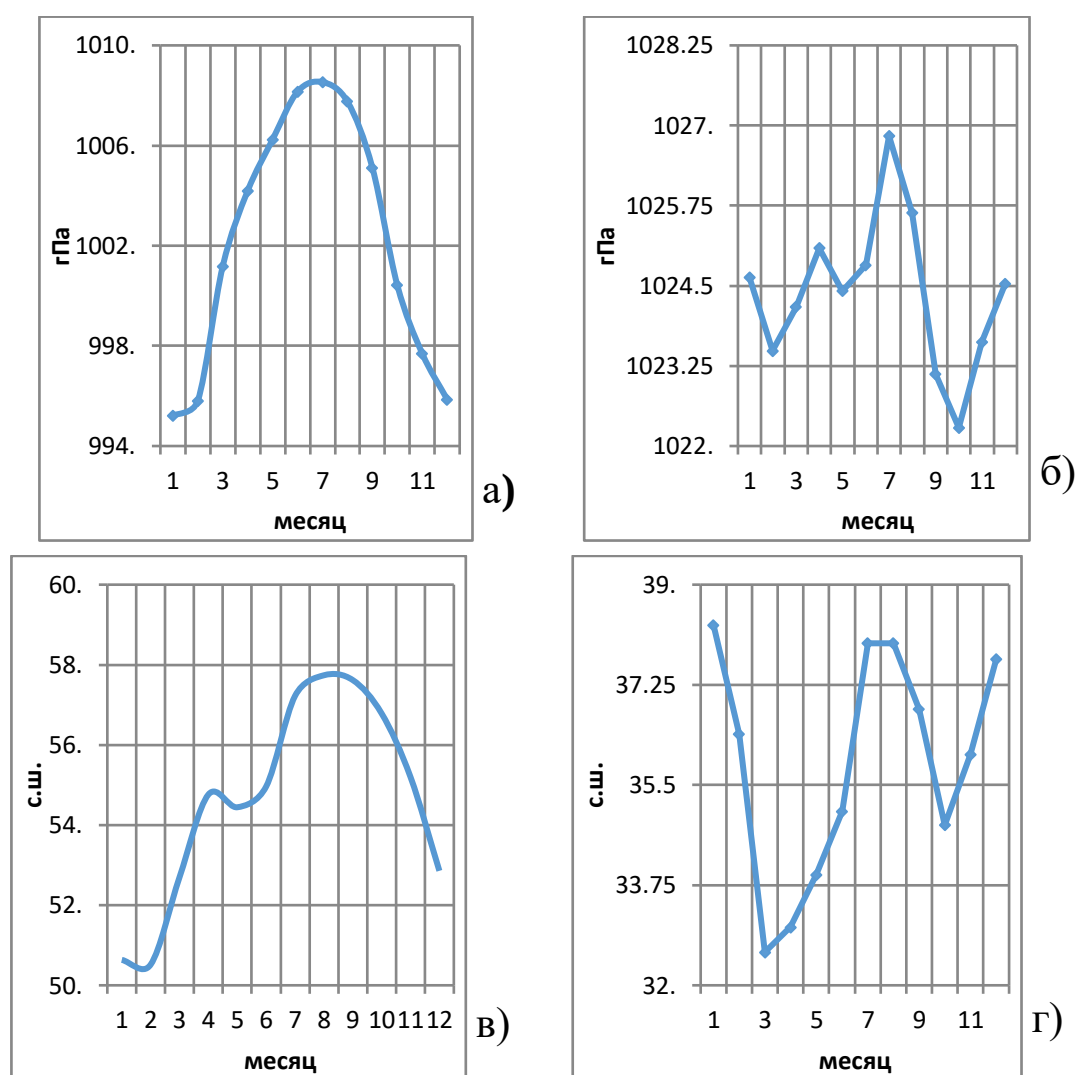
Гавайский антициклон – область высокого атмосферного давления на многолетних средних картах всех месяцев года в субтропиках и тропиках северной части Тихого океана, в районе Гавайских островов. Среднее давление в центре Гавайского антициклона в январе выше 1022 гПа, в июле выше 1026 гПа. С Гавайским антициклоном связан северо-восточный пассат Тихого океана, дующий по его обращённой к экватору периферии, а летом также юго-восточный муссон, дующий в западной части Гавайского антициклона с океана на восточную окраину Азии. [14]

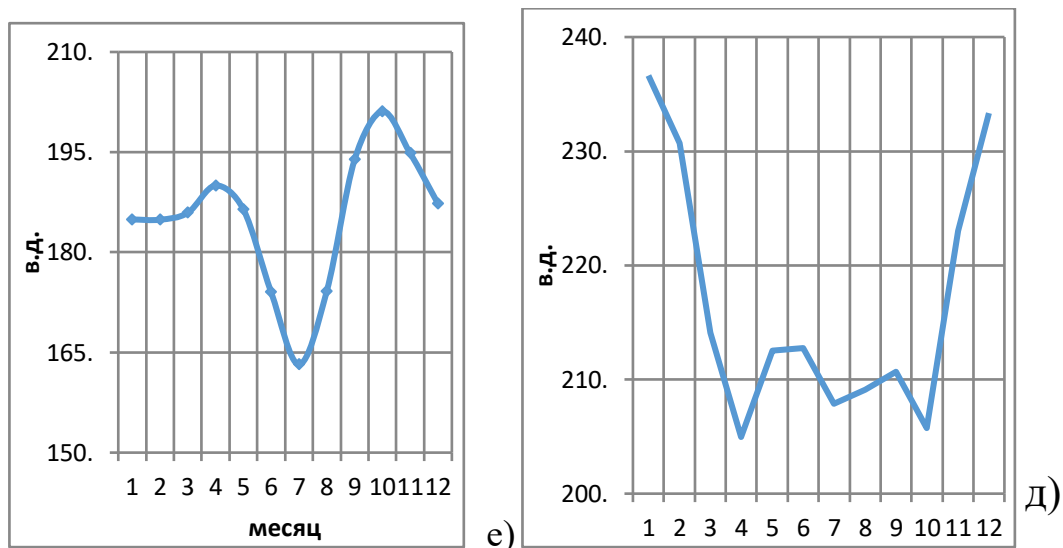
Рассмотрим основные закономерности динамики Северо-Тихоокеанских центров действия атмосферы. Для этого рассчитаны средние значения давления и координаты центров Алеутской депрессии и Гавайского максимума за период с 1873 по 2016 года для каждого месяца. Для анализа колебаний ЦДА использовались данные базы «Характеристики центров действия атмосферы» [12].

В монографии Смирнова Н.П. [13] проведено сопоставление данных для

ЦДА по разным источникам. База данных [12] соответствует данным Стехновского Д.И. [14] и Мартыновой Т.В. [15], определена за наиболее длительный срок и совпадает с последними данными, полученными немецкими исследователями[13], и признана самой надежной.

Результаты расчета средних значений давления и координаты центров Алеутской депрессии и Гавайского максимума приведены на рисунке 3.1





а, в, д – Алеутский минимум; б, г, е – Гавайский максимум;

а, б – давление; в, г – широта; д, е – долгота.

Рисунок 3.1 – Годовой ход изменения давления, широты и долготы центров действия атмосферы северной части Тихого океана.

Как следует из данных рисунка 3.1 в зимний период Алеутская депрессия усилена (996 гПа), в летний период – ослаблена (1008,5 гПа).

Алеутский ЦДА мигрирует в зоне от 50° до 58° с.ш. В зимний период смещается на юг до $50,5^{\circ}$ с.ш. В летний период смещается на север до 58° с.ш.

Алеутская депрессия самое западное положение занимает в июле (165° в.д.), а самое восточное в октябре (160° з.д.).

Следовательно, при усилении (в холодный период) Алеутский ЦДА смещается на юго – восток, при ослаблении (в летний период) на северо-запад.

Интенсивность Гавайского антициклона имеет полугодовую волну: рост давления с февраля (1023,5 гПа) по июль (1027 гПа), убывание с июля по октябрь (1022,3 гПа) и снова рост до декабря (1024,5 гПа.)

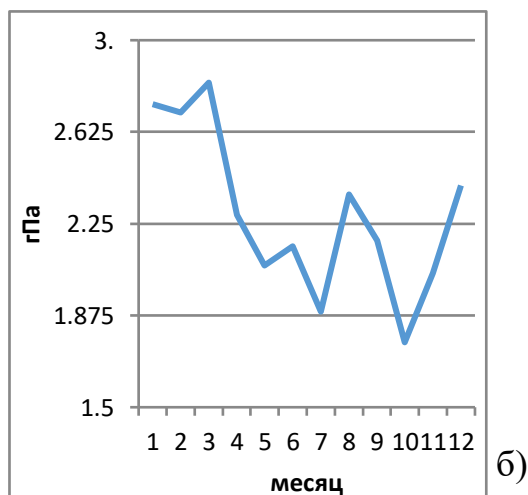
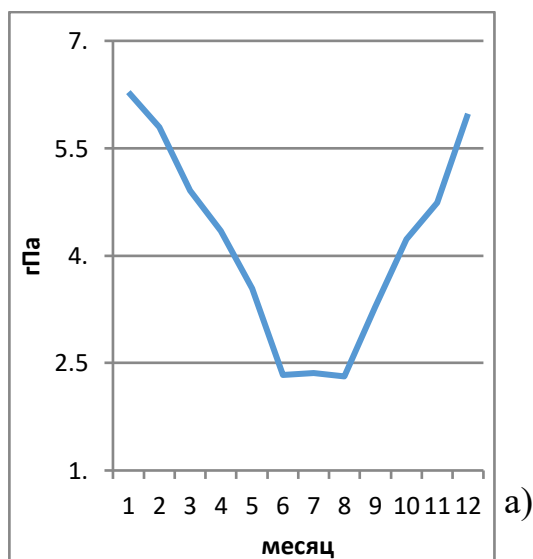
В холодный период Гавайский максимум давления сдвигается на восток до 125° з.д. В теплый период Северо-Тихоокеанский антициклон смещается на запад до 155° з.д.

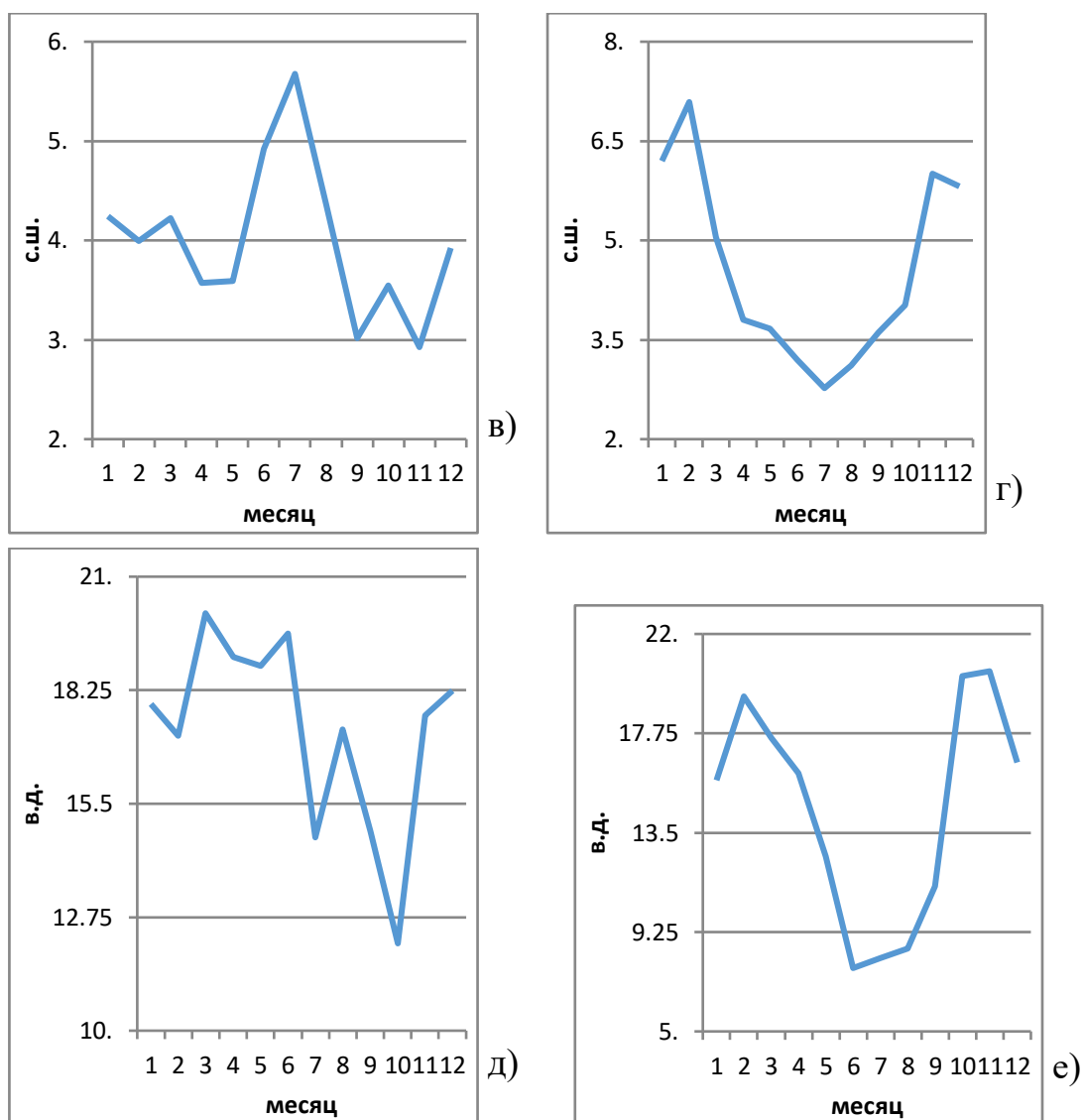
В целом в поведении Гавайского антициклона при росте интенсивности преобладает смещение на юго-запад и при убывании интенсивности ЦДА - смещение на северо-восток.

Годовой ход среднеквадратического отклонения давления, широты и долготы Северо-Тихоокеанских центров действия атмосферы представлен на рисунке 3.2.

Среднеквадратическое отклонение Гавайского ЦДА по двум индексам –широте и долготе имеет четко выраженную годовую волну. Максимум отклонения положения Гавайского максимума приходится на зимний период, в то время как на летний период приходится минимум.

Минимум среднеквадратического отклонения давления Алеутской депрессии приходится на середину лета, а максимум на зимние месяцы. Колебания Алеутского ЦДА относительно среднего положения составляют: по широте от 3° до 6° с максимумом в июле ($5,8^{\circ}$) и минимумом в ноябре ($2,9^{\circ}$); по долготе от 12° до 20° с максимумом в марте (20°) и минимумом в октябре (12°).





а, в, д – Алеутский минимум; б, г, е – Гавайский максимум;

а, б – давление; в, г – широта; д, е – долгота.

Рисунок 3.2 – Годовой ход среднеквадратического отклонения давления, широты и долготы центров действия атмосферы северной части Тихого океана.

Наибольшая изменчивость интенсивности Гавайского ЦДА отмечается в январе, феврале и марте, наименьшая - в октябре. Относительно среднего положения колебания Гавайского ЦДА составляют: по широте от 3° до 7° с максимумом в феврале ($7,1^{\circ}$) и минимумом в июле ($2,9^{\circ}$); по долготе от 8° до

21° с максимумом в октябре и ноябре ($\sim 20,7^\circ$) и минимумом июне ($7,8^\circ$).

3.2. Временные изменения характеристик Северо-Тихоокеанских центров действия атмосферы в XX – начале XXI веков.

Общее понятие об особенностях зональных и меридиональных колебаний, характере изменений интенсивности Алеутского и Гавайского центров действия атмосферы в XX и начале XXI века предоставляют тренды 12-месячных скользящих сумм давления, широты и долготы.

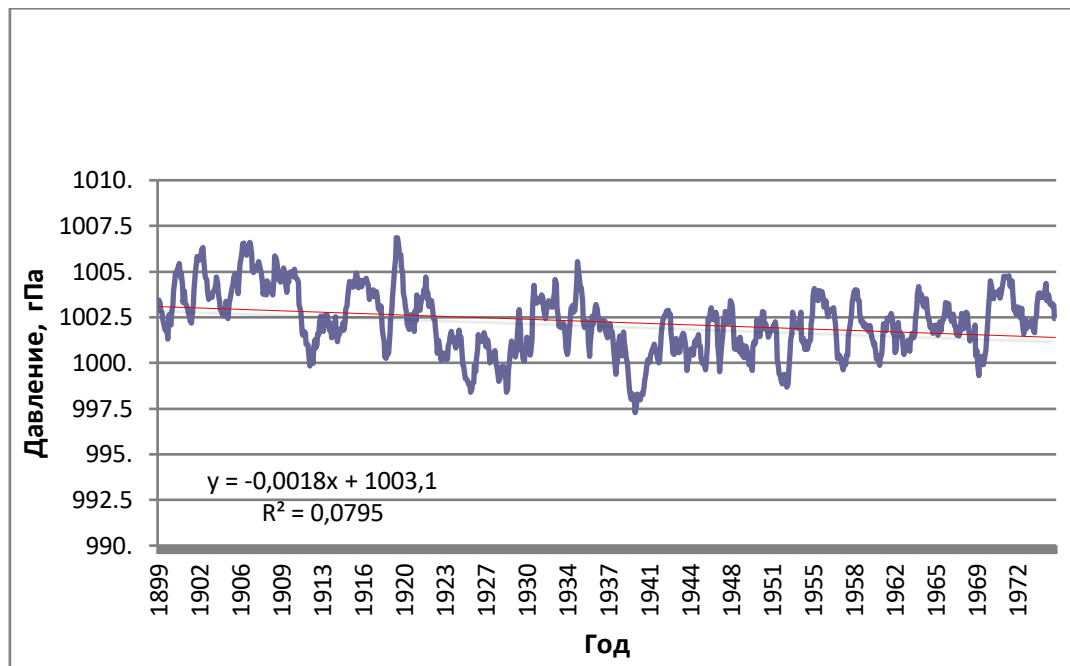
В качестве меры изменения значений давления, широты и долготы применяется коэффициент линейного тренда.

Ввиду того, что в настоящее время изменение климата характеризуется как «продолжающееся глобальное потепление», рассматриваются 2 периода: период до глобального потепления с 1899 по 1975 гг. и период глобального потепления с 1976 по 2016 гг.

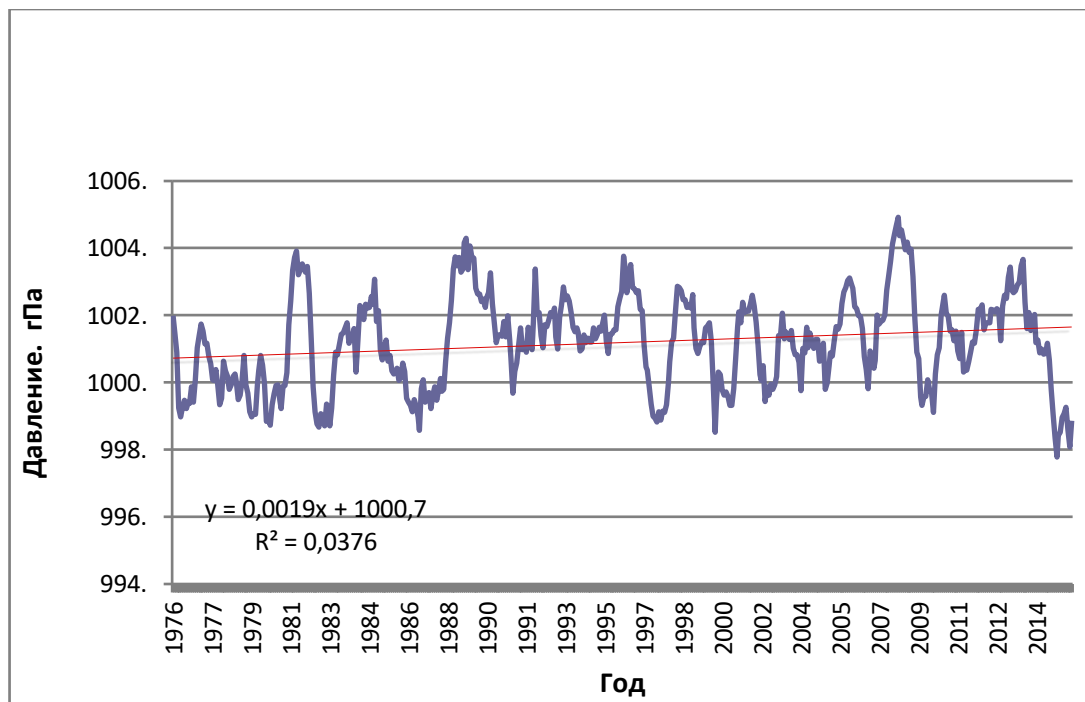
Проведена оценка статистической значимости трендов по критерию Стьюдента. Тренды статистически значимы на 5 % уровне значимости для всех трендов, кроме: тренда распределения широты Алеутского ЦДА в период до глобального потепления с 1899 по 1975 гг. и в период глобального потепления с 1976 по 2016 гг. и тренда распределения широты Гавайского ЦДА в период глобального потепления. Для этих параметров общей тенденции не наблюдается.

Рассмотрим изменение интенсивности ЦДА северо-тихоокеанского сектора, приведенные на рисунке 3.3.

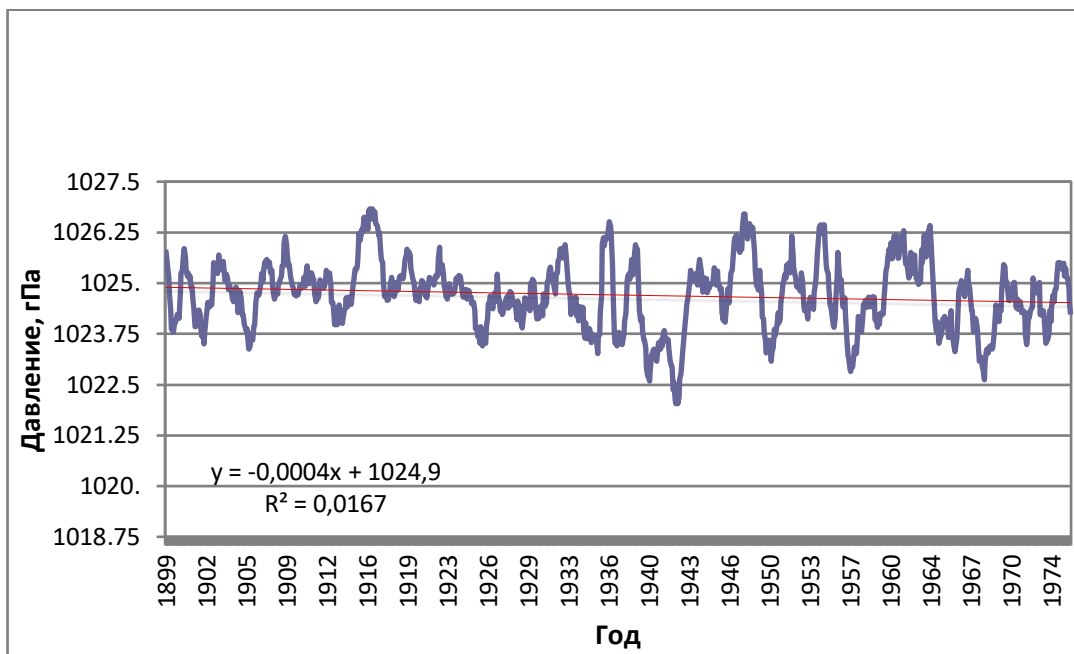
а)



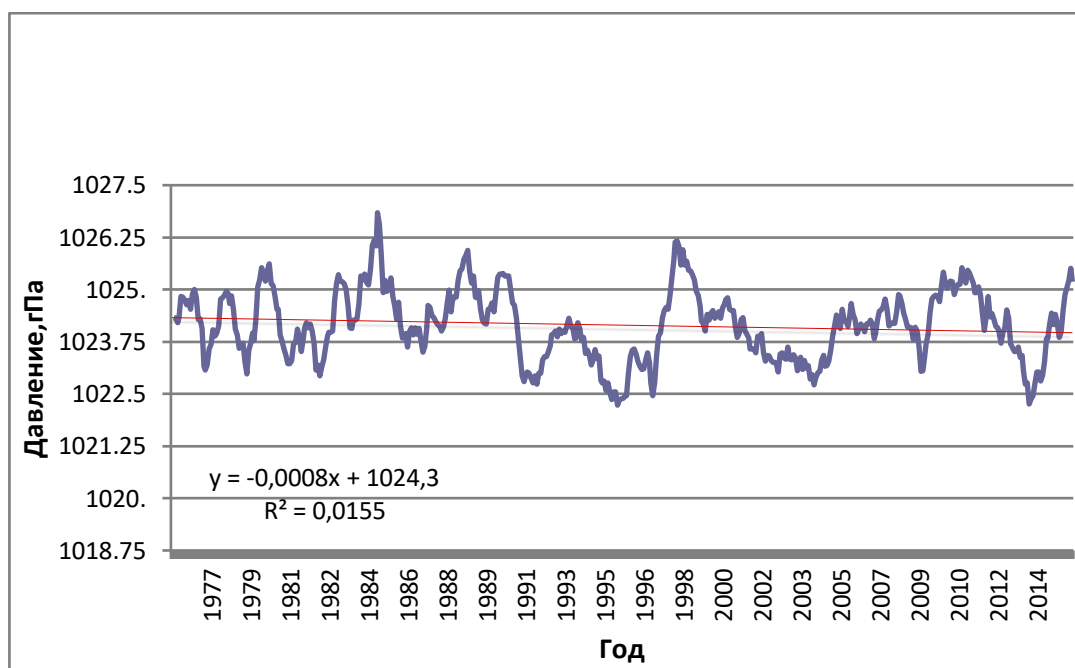
б)



В)



Г)



а –Алеутский ЦДА 1899-1975 гг.; б –Алеутский ЦДА 1976-2016 гг.

в–Гавайский ЦДА 1899-1975 гг.; г–Гавайский ЦДА 1976-2016 гг.

Рисунок 3.3 - изменение интенсивности ЦДА северо-тихоокеанского сектора за период до глобального потепления (1899-1975 гг.) и в период глобального потепления (1976-2016 гг.).

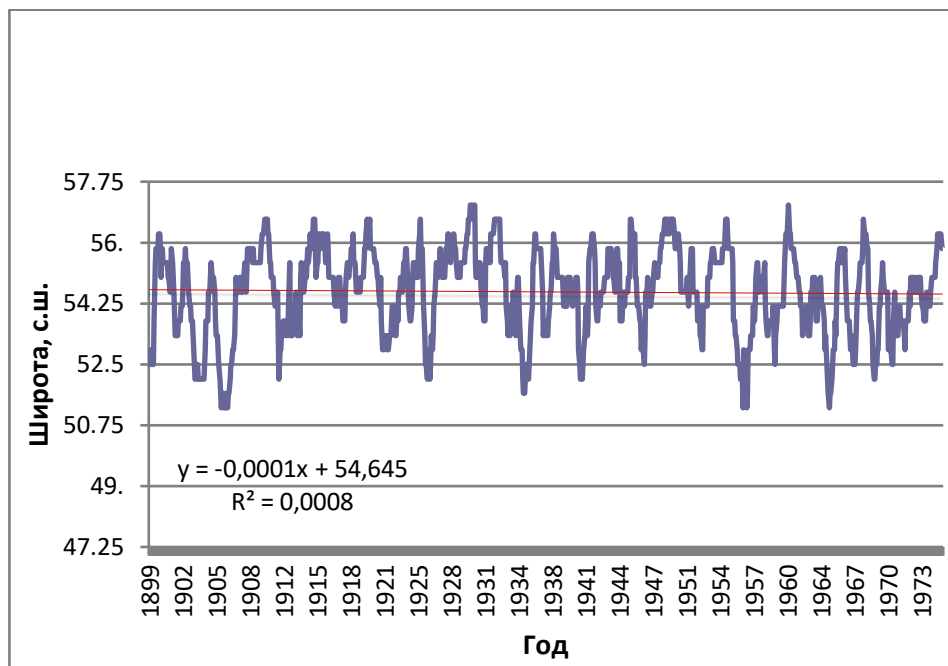
Из анализа рисунка 3.3 следует: при сравнении интенсивности Алеутского ЦДА за 2 периода наблюдается резкое изменение. В первый период тренд отрицателен, что говорит об увеличении интенсивности Алеутского ЦДА. Во второй период тренд положителен (на такую же величину, насколько тренд был отрицателен в первом периоде), что говорит об уменьшении интенсивности ЦДА.

При сравнении интенсивности Гавайского ЦДА за 2 периода ввиду того, что тренд отрицателен можно сделать вывод об уменьшении интенсивности ЦДА в оба периода. При чем в период глобального потепления характер ослабления более выражен (в 2 раза), чем в период до глобального потепления.

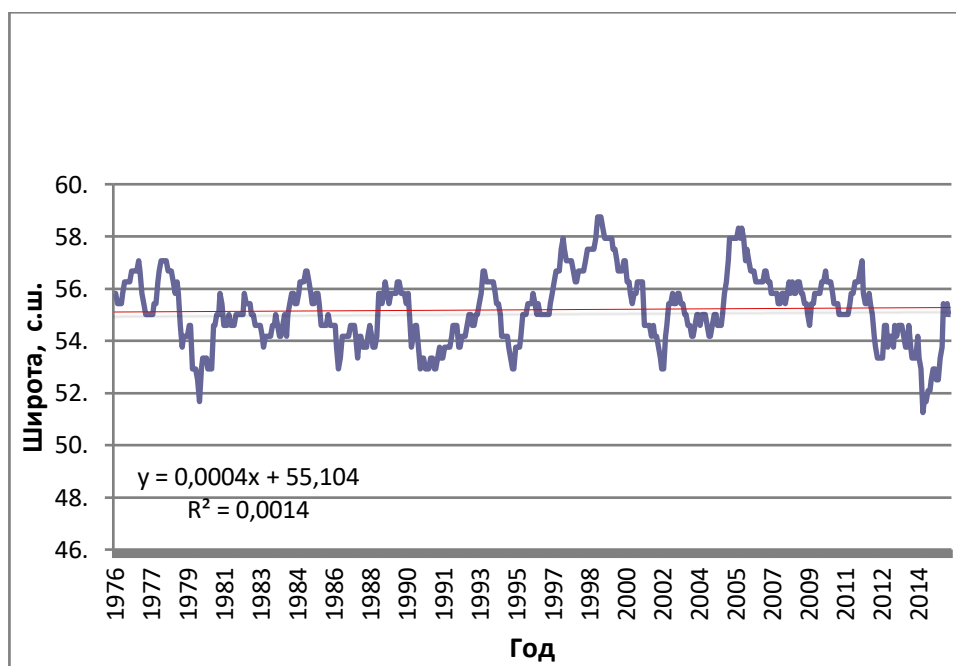
При сравнении интенсивности Алеутского и Гавайского центров действия атмосферы за период до глобального потепления (1899-1975 гг.) видно, что оба ЦДА имеют отрицательный тренд, что говорит об уменьшении интенсивности Гавайского ЦДА и увеличении интенсивности Алеутского ЦДА в этот период. Если сравнивать интенсивность Алеутского и Гавайского центров действия атмосферы в период глобального потепления (1976-2016 гг.), то можно сказать, что они работают в противофазе: интенсивность Алеутского ЦДА растет быстрее в 2 раза, чем уменьшается интенсивность Гавайского ЦДА.

Рассмотрим изменение широтного распределения ЦДА северо-тихоокеанского сектора, приведенные на рисунке 3.4.

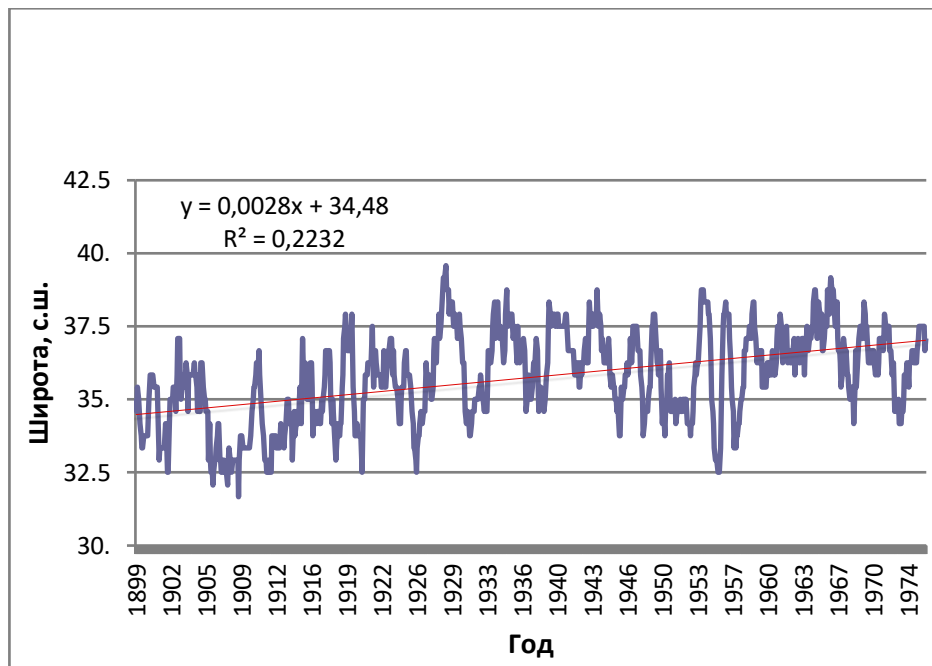
а)



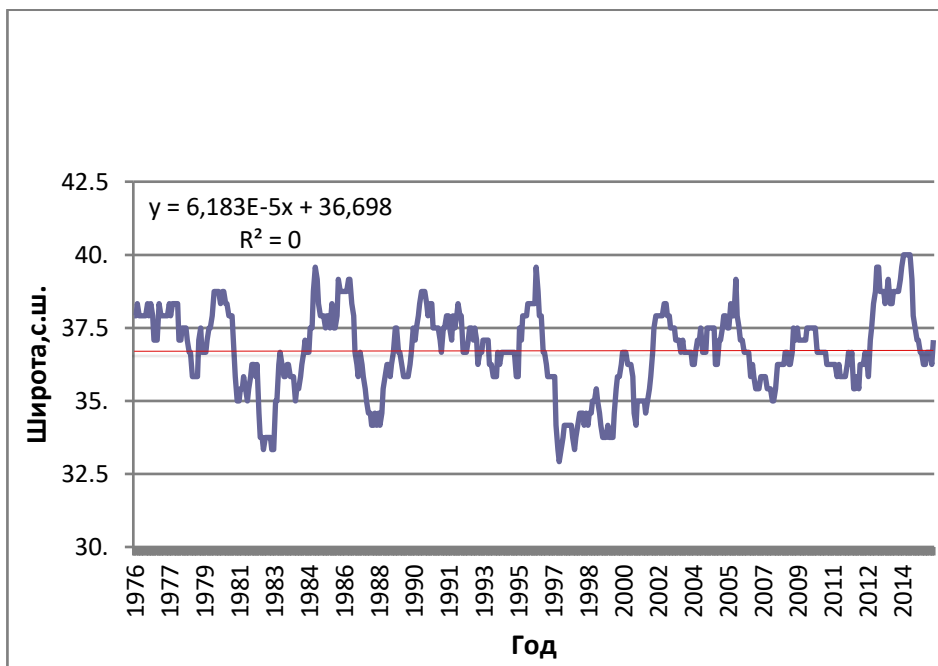
б)



в)



г)



а –Алеутский ЦДА 1899-1975 гг.; б –Алеутский ЦДА 1976-2016 гг.

в–Гавайский ЦДА 1899-1975 гг; г–Гавайский ЦДА 1976-2016 гг.

Рисунок 3.4 - изменение широты ЦДА северо-тихоокеанского сектора за период до глобального потепления (1899-1975 гг.) и в период глобального потепления (1976-2016 гг.).

Из анализа рисунка 3.4 следует: широтное распределение Алеутского ЦДА за 2 периода имеет схожий характер: миграция до глобального потепления практически отсутствует, после глобального потепления наблюдается незначительное смещение на север.

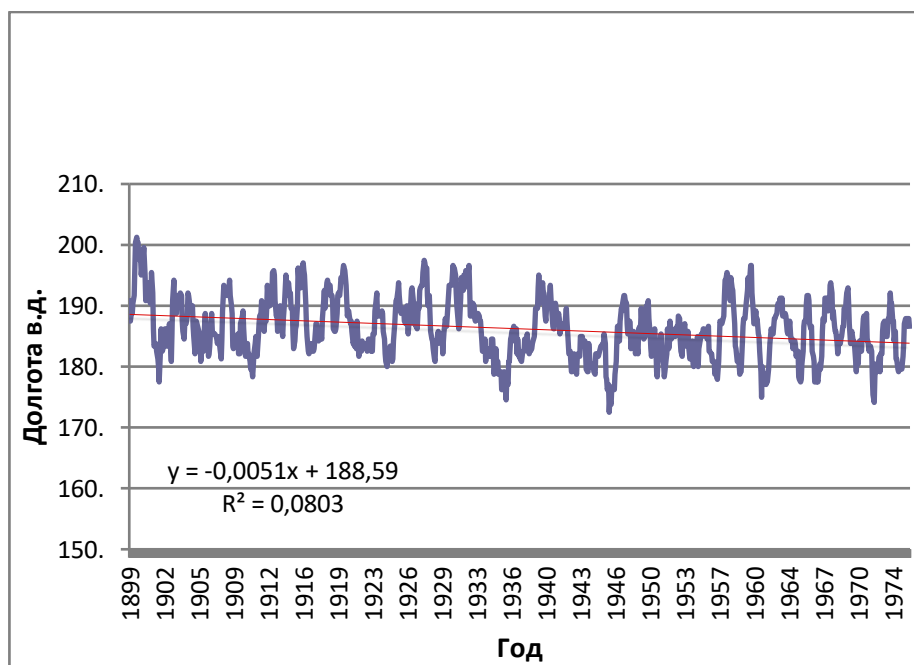
Широтное распределение Гавайского ЦДА за 2 периода имеет разный характер: в период до глобального потепления тренд положителен, что говорит о смещении ЦДА на север. В период глобального потепления миграции по широте не наблюдается.

Распределение по широте Алеутского и Гавайского центров действия атмосферы за период до глобального потепления крайне различное: если у Алеутского ЦДА миграции практически не наблюдается, то Гавайский ЦДА имеет резкое смещение на север.

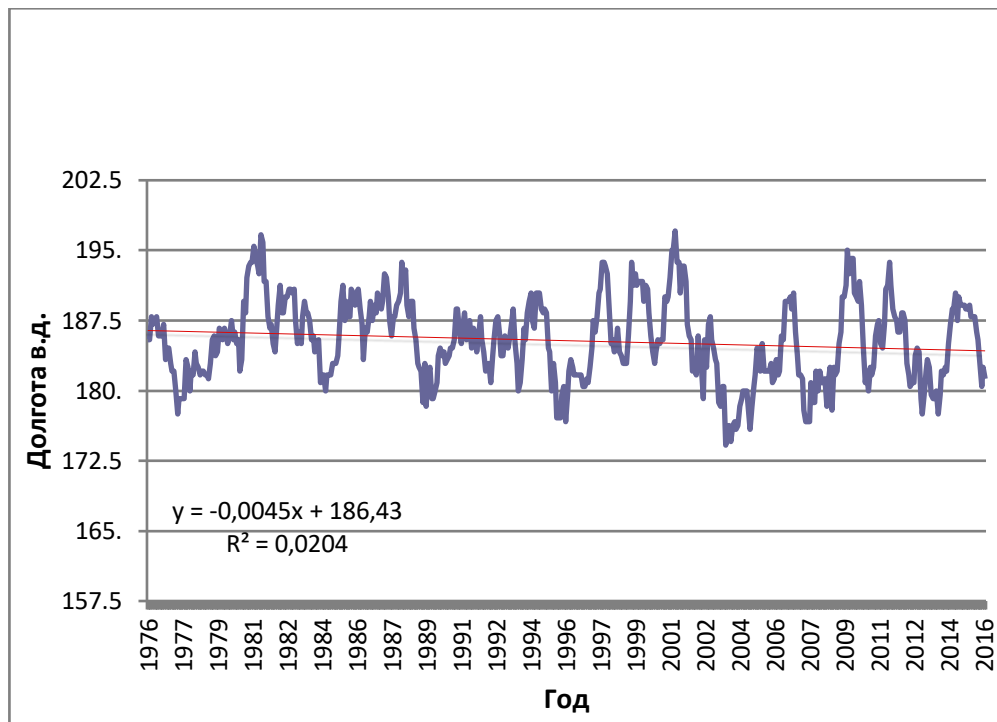
Распределение по широте Алеутского и Гавайского центров действия атмосферы в период глобального потепления (1976-2016 гг.) имеет схожий характер. По тренду Алеутского ЦДА видно, что наблюдается незначительное смещение на север. По тренду Гавайского ЦДА видно, что смещение по широте отсутствует.

Рассмотрим изменение долготного распределения ЦДА северо-тихоокеанского сектора, приведенные на рисунке 3.5.

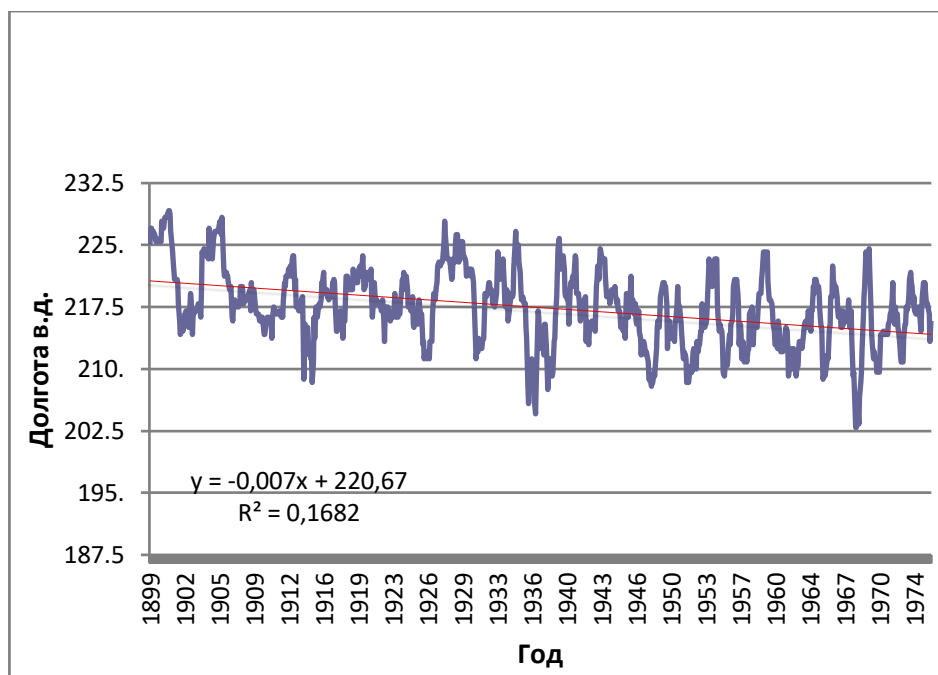
а)



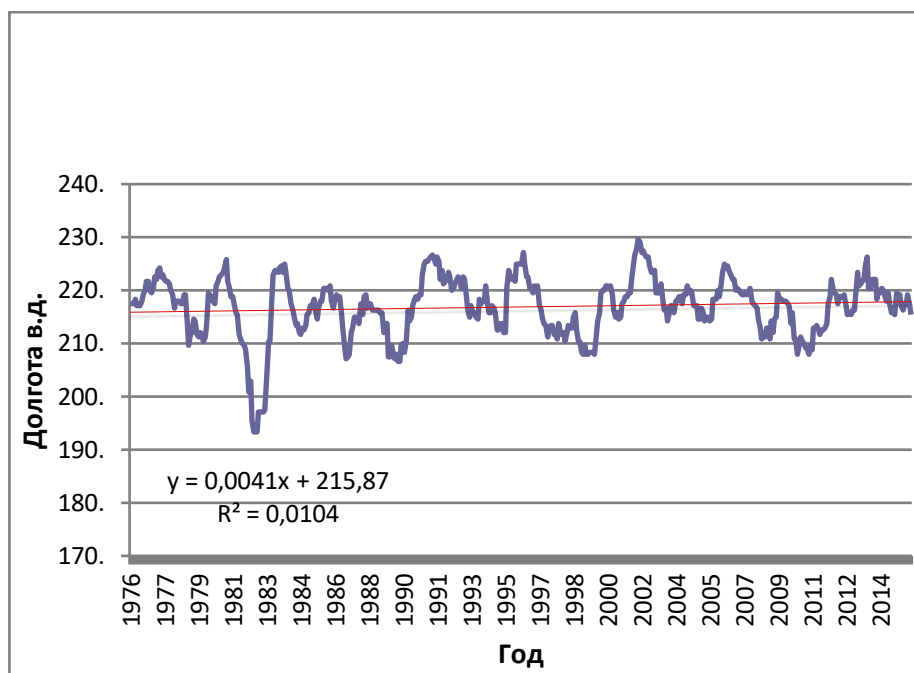
б)



В)



г)



а –Алеутский ЦДА 1899-1975 гг.; б –Алеутский ЦДА 1976-2016 гг.

в–Гавайский ЦДА 1899-1975 гг; г–Гавайский ЦДА 1976-2016 гг.

Рисунок 3.5 - изменение долготы ЦДА северо-тихоокеанского сектора за период до глобального потепления (1899-1975 гг.) и в период глобального потепления (1976-2016 гг.).

При анализе рисунка 3.5 можно сказать:

Если сравнивать миграцию Алеутского центра действия атмосферы по двум периодам: до глобального потепления и после глобального потепления, видно, что происходит смещение на запад практически одинаковой интенсивности.

При сравнении Гавайского ЦДА по двум периодам, видно, что миграция имеет противоположный характер: до глобального потепления ЦДА смещается на запад, а период глобального потепления - на восток.

В период до глобального потепления (1899-1975 гг.) Гавайский и Алеутский центры действия атмосферы работают в унисон: оба смещаются на запад. При чем у Гавайского ЦДА миграция более выражена, чем у Алеутского.

Если сравнивать распределение по долготе Алеутского и Гавайского ЦДА в период глобального потепления, то видно, что они работают в противофазе. Алеутский ЦДА имеет ярко выраженное смещение на запад, а Гавайский мигрирует на восток практически на такую же величину.

Рассмотрим количественные оценки линейного тренда осредненных характеристик Алеутского ЦДА за 1899-2016 гг., приведенные в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Коэффициенты линейного тренда Алеутского ЦДА (b , мм/месяц за 10 лет) регионально осредненных среднегодовых значений интенсивности и пространственного распределения (широты, долготы) на территории России за 1899-2016 гг. и доля суммарной дисперсии, объясненная трендом (R^2 ,%)

Характеристика	1899-1975 гг.		1976-2016 гг.	
	b	R^2	b	R^2
Давление	-2,16	0,079	2,28	0,038
Широта	-0,012	0,001	0,48	0,001

Долгота	-6,12	0,08	-5,4	0,02
----------------	-------	------	------	------

Анализируя данные таблицы 3.1, можно сделать вывод что скорость изменения давления и широты Алеутского ЦДА растет в период глобального потепления, а в период до глобального потепления убывает. По данным долготы видно, что скорость изменения в оба периода убывает, но величина скорости выше в период до глобального потепления (6,12 гПа год за 10 лет), чем в период глобального потепления (5,4 гПа/год за 10 лет). Интенсивность ЦДА выше во второй временной отрезок (1976-2016 гг), чем в первый (1899-1975 гг.). Широтное распределения осталось прежним. По долготе наблюдается более явное смещение в первый временной период, чем во второй.

Количественные оценки линейного тренда Гавайского ЦДА осредненных характеристик за 1899-2016 гг., приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Коэффициенты линейного тренда Гавайского ЦДА (b, мм/месяц за 10 лет) регионально осредненных среднегодовых значений интенсивности и пространственного распределения (широты, долготы) на территории России за 1899-2016 гг. и доля суммарной дисперсии, объясненная трендом (R^2 ,%)

Характеристика	1899-1975 гг.	1976-2016 гг.
-----------------------	----------------------	----------------------

	b	R²	b	R²
Давление	-0,48	0,017	-0,96	0,016
Широта	3,36	0,223	6E-0,5	0
Долгота	-8,4	0,168	4,92	0,01

Анализируя данные таблицы 3.2, можно сделать вывод, что скорость изменения давления за 10 лет в год убывает в оба периода. Более быстро в период после глобального потепления (0,96 гПа/год за 10 лет) и медленнее в период до глобального потепления (0,48 гПа/год за 10 лет). Скорость изменения долготы растет во второй временной период со скоростью 4,92 гПа/год за 10 лет и убывает в первый временной период со скоростью 8,4 гПа/год за 10 лет. В оба периода тренд интенсивности ЦДА практически одинаков. Из анализа данных долготы видно, что в период до глобального потепления тренд имеет отрицательное значение, а в период глобального потепления – положительное. Из этого можно сделать вывод о смещении Гавайского ЦДА на запад в 1899-1975гг, а в 1976-2016гг. на восток. А коэффициент детерминации в период до глобального потепления почти вдвое больше, чем в период глобального потепления, что говорит большей надежности результатов первого периода.

Если сравнивать скорость изменения характеристик Алеутского и Гавайского центров действия атмосферы для периода до глобального потепления, то можно сказать, что интенсивность Алеутского ЦДА возрастает, а Гавайского ЦДА убывает. При этом скорость убывания Алеутского ЦДА значительно выше, чем Гавайского. Скорость изменения широты Алеутского убывает (со скоростью 0,012 гПа/год за 10 лет), а Гавайского возрастает (со скоростью 3,36 гПа/год за 10 лет). Скорость изменения долготы убывает за оба временных промежутка. Со скоростью Алеутского ЦДА 6,12 гПа/год за 10 лет и 8,4 гПа/год за 10 лет Гавайского ЦДА.

При сравнении скорости изменения характеристик Алеутского и Гавайского центров действия атмосферы для периода глобального потепления, можно сделать вывод: интенсивность Алеутского ЦДА возрастает со скоростью 2,28 гПа/год за 10 лет, а интенсивность Гавайского ЦДА убывает со скоростью 0,96 гПа/год за 10 лет. Скорость изменения положения - долготы Алеутского минимума убывает со скоростью 5,4 гПа/год за 10 лет, а скорость Гавайского ЦДА возрастает со скоростью 4,92 гПа/год за 10 лет.

3.3 Характер влияния ЦДА на режим осадков по АТР

3.3.1. Характер влияния Алеутского ЦДА на режим осадков по АТР

Для оценки влияния Алеутского центра действия атмосферы на режим осадков по Азиатской территории России были использованы равновероятные градации осадков АТР.

Была проведены следующие действия: ранжированы месячные суммы осадков для каждого региона: ЗС, ВС, ДВ и выделены 5 равновероятных градаций: В - значительно ниже нормы;

б - ниже нормы;

Н - около нормы;

а - выше нормы;

А - значительно выше нормы.

Из экстремальных градаций В и А выбраны по 10 лет, именуемые в дальнейшем “сухие годы” (из градации В) и “влажные годы” (из градации А). По этим годам за каждый из двенадцати месяцев рассчитаны средние характеристики давления, широты, долготы Алеутского циклона для сухих и влажных лет региона.

Результаты расчетов влияния Алеутского ЦДА на режим осадков для региона ЗС приведены на рисунках 3.4-3.6.

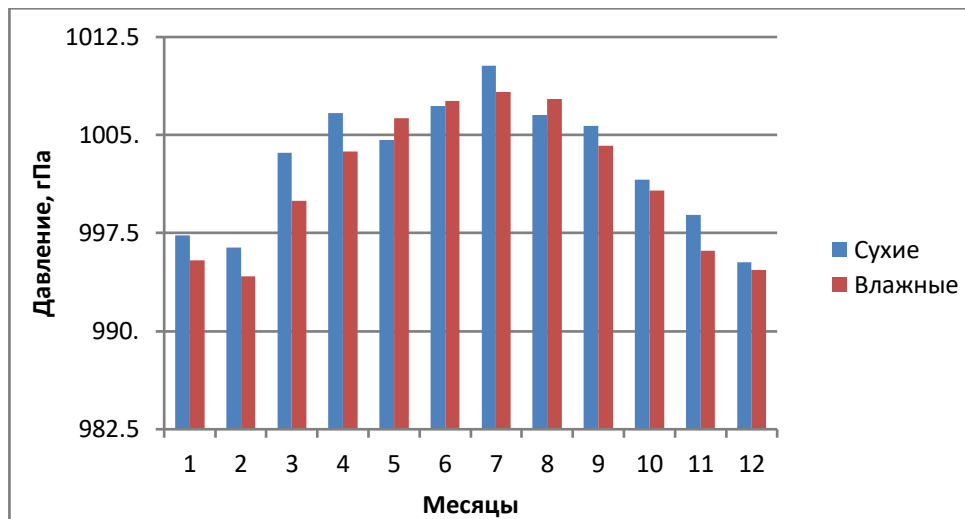


Рисунок 3.4 –Распределение давления Алеутского циклона при дефиците и избытке осадков для региона ЗС.

Из данных, приведенных на рисунке 3.4, вытекает, что в январе -апреле, июле, сентябре- декабре при повышенной интенсивности Алеутского ЦДА наблюдается избыток осадков, а при пониженной интенсивности-дефицит. Обратная ситуация наблюдается в мае, июне, августе – при повышенной интенсивности циклона осадки ниже нормы, а при пониженной интенсивности ЦДА осадки выше нормы.

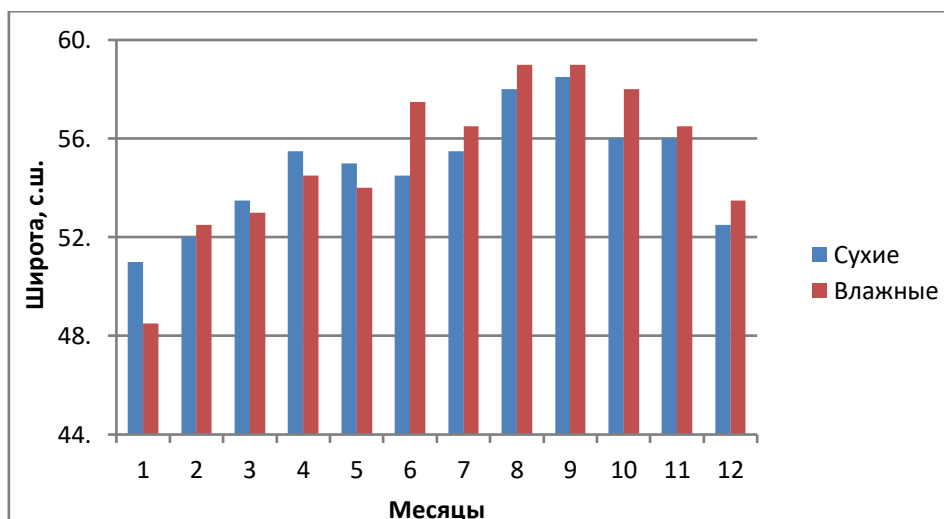


Рисунок 3.5 –Распределение широты Алеутского циклона при дефиците и избытке осадков для региона ЗС.

Из рисунка 3.5 следует, что в январе, марте, апреле, мае при смещении Алеутского ЦДА на север наблюдается дефицит осадков, при смещении на юг – избыток увлажнения. В феврале, июле, августе, сентябре, октябре, ноябре, декабре наблюдается обратная ситуация: при смещении ЦДА на север – избыток осадков, при смещении на юг – дефицит осадков.

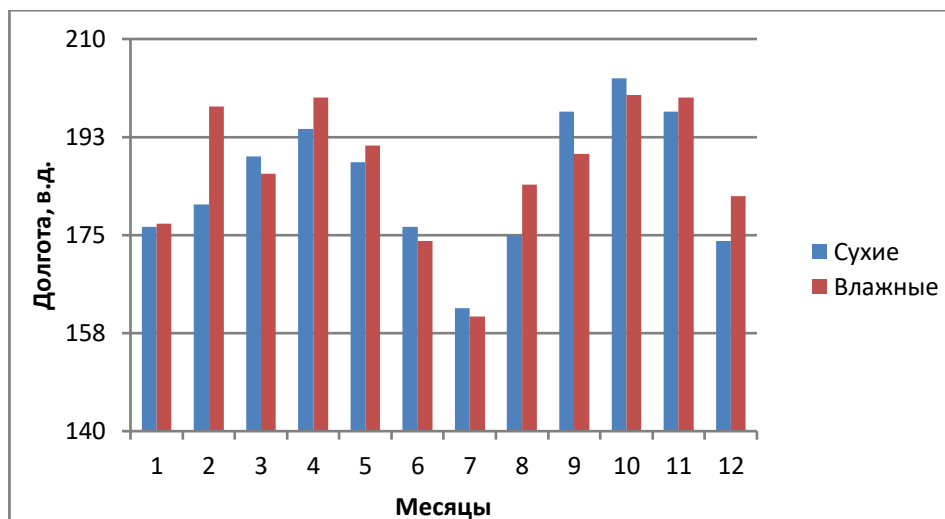


Рисунок 3.6 –Распределение долготы Алеутского циклона при дефиците и избытке осадков для региона ЗС.

Из анализа рисунка 3.6 вытекает, что при смещении ЦДА на восток в январе, феврале, апреле, мае, августе, ноябре, декабре наблюдается избыток увлажнения, при смещении на запад наблюдается дефицит увлажнения. Обратная ситуация наблюдается в марте, июне, июле, сентябре, октябре. При смещении циклона на восток осадки ниже нормы, при смещении на запад осадки выше нормы.

Результаты расчетов влияния Алеутского ЦДА на режим осадков для региона ВС приведены на рисунках 3.7-3.9.

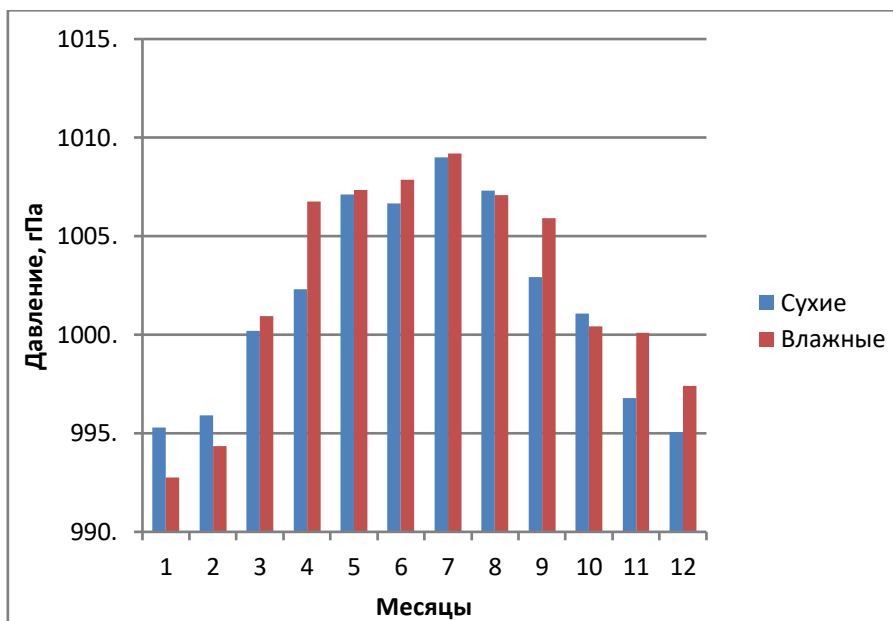


Рисунок 3.7 –Распределение давления Алеутского циклона при дефиците и избытке осадков для региона ВС.

Как следует из анализа данных рисунка 3.7, в январе, феврале, августе, октябре при повышенной интенсивности Алеутского ЦДА наблюдается избыток осадков, при пониженной интенсивности-дефицит осадков. В марте, апреле, мае, июне, июле, сентябре, ноябре, декабре при повышенной интенсивности ЦДА наблюдается дефицит увлажнения. При пониженной интенсивности наблюдается избыток увлажнения.

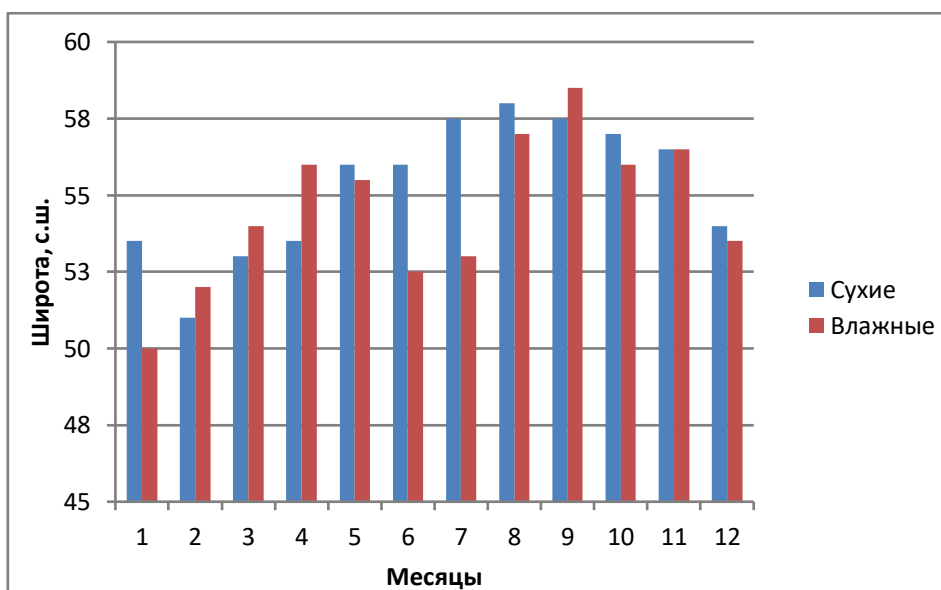


Рисунок 3.8 – Распределение широты Алеутского циклона при дефиците и избытке осадков для региона ВС.

Анализируя рисунок 3.8, видно, что при сдвиге на север или юг Алеутского циклона изменение осадков носит неоднозначный характер: в январе, мае, июне, июле, августе, октябре, декабре при сдвиге на север ЦДА осадки ниже нормы, при сдвиге на юг осадки выше нормы. В феврале, марте, апреле, сентябре при сдвиге ЦДА на север осадки выше нормы, при сдвиге на юг – ниже нормы. В ноябре при зональном сдвиге ЦДА изменений в режиме осадков ВС не обнаружено.

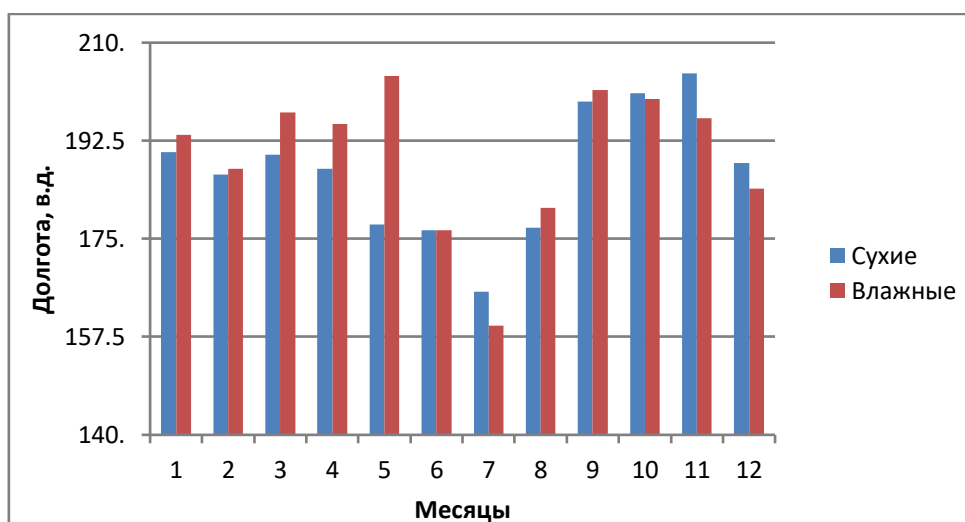


Рисунок 3.9 – Распределение долготы Алеутского циклона при дефиците и избытке осадков для региона ВС.

Анализируя данный рисунок, можно сделать вывод, что при смещении Алеутского ЦДА на восток в июле, октябре, ноябре, декабре отмечается дефицит осадков, при смещении на запад – избыток. В июне при меридиональном смещении Алеутской депрессии изменений в режиме осадков ВС не обнаружено.. В остальные месяцы, а именно – в январе, феврале, марте, апреле, мае, августе, сентябре при смещении циклона на восток осадки выше нормы, при смещении на запад осадки ниже нормы.

Результаты расчетов влияния Алеутского ЦДА на режим осадков для региона ДВ приведены на рисунках 3.10-3.12.

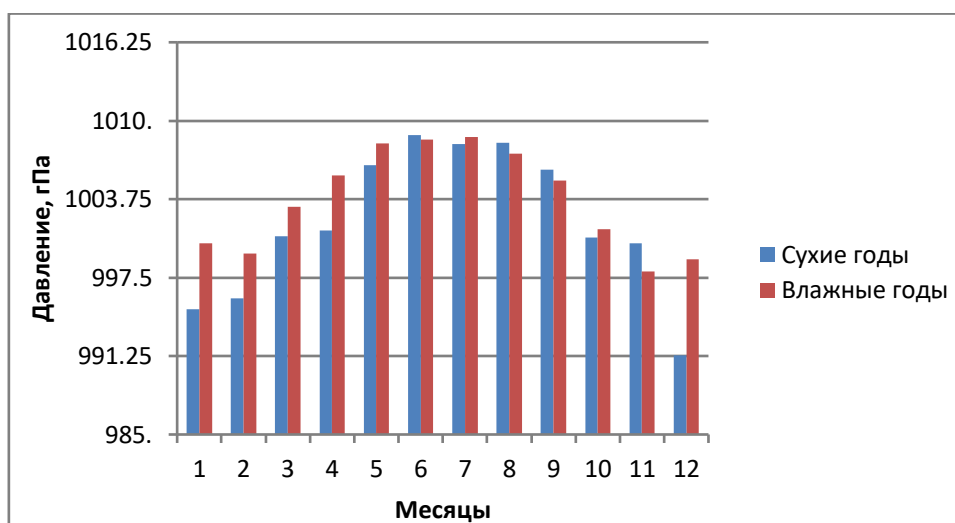


Рисунок 3.10–Распределение давления Алеутского циклона при дефиците и избытке осадков для региона ДВ.

Анализируя рисунок 3.10, можно сделать вывод, что при высокой интенсивности Алеутского ЦДА в январе - мае, июле, октябре, декабре наблюдается дефицит увлажнения, а при низкой интенсивности – избыток увлажнения. Обратная ситуация наблюдается в июне, августе, сентябре, ноябре. При высокой интенсивности циклона наблюдается дефицит увлажнения, а при низкой интенсивности – избыток увлажнения.

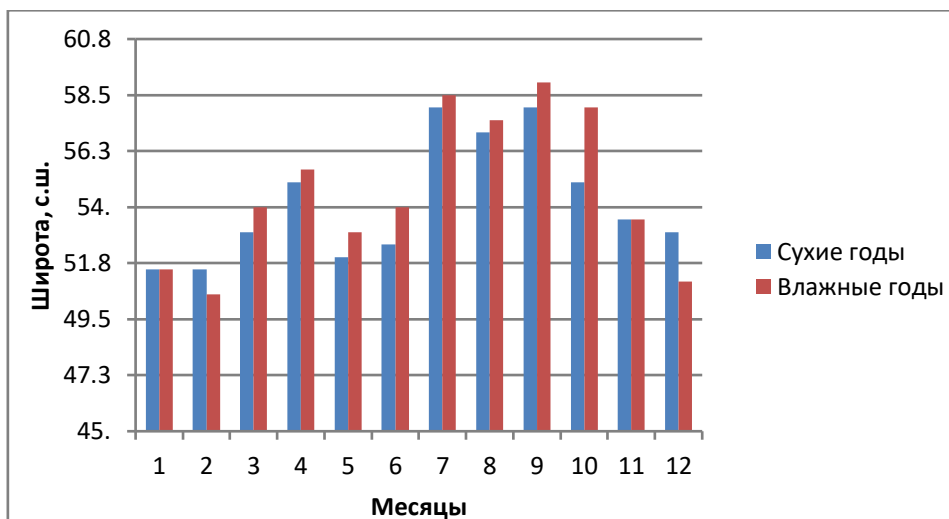


Рисунок 3.11 – Распределение широты Алеутского циклона при дефиците и избытке осадков для региона ДВ.

Анализируя рисунок 3.11 можно сделать вывод, что в феврале и декабре при смещении Алеутской депрессии на север осадки ниже нормы, при смещении на юг – выше нормы. В январе и ноябре изменений в режиме осадков ДВ ни широтном смещении Алеутской депрессии не обнаружено. В остальные месяцы, а именно - в марте, апреле, мае, июне, июле, августе, сентябре, октябре при смещении ЦДА на север осадки выше нормы, при смещении на юг осадки ниже нормы.

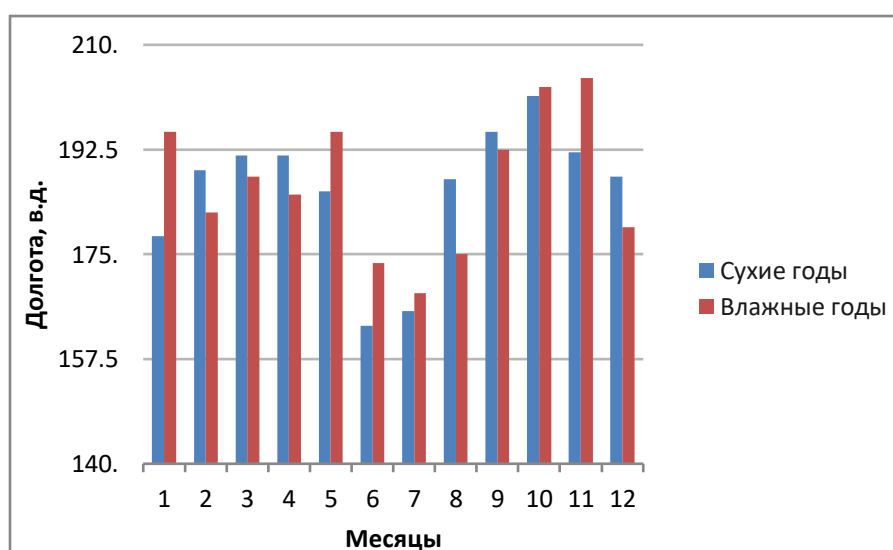


Рисунок 3.12 – Распределение долготы Алеутского циклона при дефиците и избытке осадков для региона ДВ.

Из анализа рисунка 3.12 следует, что в январе, мае, июне, июле, октябре, ноябре при смещении ЦДА на восток наблюдается избыток осадков, при смещении на запад – дефицит осадков. В феврале, марте, апреле, августе, сентябре, декабре при смещении Алеутского ЦДА на восток наблюдается дефицит осадков, при смещении на запад наблюдается избыток осадков.

3.3.2. Оценка прогностического потенциала Алеутского ЦДА для долгосрочного прогноза осадков АТР

Рассмотрим оценку прогностического потенциала ЦДА для долгосрочного прогноза осадков по регионам АТР.

Для оценка прогностического потенциала использовали критерий аналогичности (по Г.Я. Вангенгейму). [16]

Если $|\underline{\Delta X}| = |\underline{X_B} - \underline{X_A}| < 0.67 \cdot \sigma_x$, то X_A^- и X_B^- аналогичны;;

если $|\underline{\Delta X}| = |\underline{X_B} - \underline{X_A}| > 0.67 \cdot \sigma_x$, то X_A^- и X_B^- различны., где

X_A^- - характеристики ЦДА, осредненные за 10 влажных лет

X_B^- - характеристики ЦДА, осредненные за 10 сухих лет

σ_x - среднеквадратическое отклонение характеристики ЦДА

Характеристики ЦДА можно использовать в качестве предикторов в том случае, если X_A^- и X_B^- различны. [16]

Значительные изменения характеристик ЦДА при разных режимах осадков (градация В, А) выделены цветом:

для давления (Р): синий

для широты (ϕ): зелёный

для долготы (λ): коралловый

Оценка меры существенности различий характеристик Алеутского циклона при разных режимах осадков в ЗС приведена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Характеристики Алеутского ЦДА, осредненные для 10 самых сухих и 10 самых влажных лет, по региону Западная Сибирь.

	Сухие годы			Влажные годы			Разность		
месяц	Р	ϕ	λ	Р	ϕ	λ	ΔP	$\Delta \phi$	$\Delta \lambda$
январь	997,33	51	176,5	995,4	48,5	177	1,93	2,5	0,5
февраль	996,4	52	180,5	994,18	52,5	198	2,22	0,5	17,5
март	1003,67	53,5	189	999,96	53	186	3,71	0,5	3
апрель	1006,66	55,5	194	1003,76	54,5	199,5	2,9	1	5,5
май	1004,62	55	188	1006,31	54	191	1,69	1	3
июнь	1007,24	54,5	176,5	1007,59	57,5	174	0,35	3	2,5
июль	1010,29	55,5	162	1008,29	56,5	160,5	2	1	1,5
август	1006,53	58	175	1007,77	59	184	1,24	1	9
сентябрь	1005,72	58,5	197	1004,2	59	189,5	1,52	0,5	7,5
октябрь	1001,58	56	203	1000,77	58	200	0,81	2	3
ноябрь	998,9	56	197	996,15	56,5	199,5	2,75	0,5	2,5
декабрь	995,27	52,5	174	994,7	53,5	182	0,57	1	8

По данным таблицы 3.3 можно сделать вывод, что для Алеутского ЦДА по региону ЗС получено 3 статистические связи. Влияние на режим осадков оказывает интенсивность ЦДА в марте и июле и его смещение по долготе в феврале.

Распределение давления Алеутского ЦДА при дефиците и избытке осадков для региона ВС приведено в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Характеристики Алеутского ЦДА, осредненные для 10 самых сухих и 10 самых влажных лет, по региону Восточная Сибирь.

	Сухие годы			Влажные годы			Разность		
месяц	Р	Ф	Л	Р	Ф	Л	ΔР	ΔФ	ΔЛ
январь	995,28	53,5	190,5	992,76	50	193,5	2,52	3,5	3
февраль	995,92	51	186,5	994,34	52	187,5	1,58	1	1
март	1000,19	53	190	1000,95	54	197,5	0,76	1	7,5
апрель	1002,32	53,5	187,5	1006,77	56	195,5	4,45	2,5	8
май	1007,1	56	177,5	1007,35	55,5	204	0,25	0,5	26,5
июнь	1006,67	56	176,5	1007,87	52,5	176,5	1,2	3,5	0
июль	1009,01	57,5	165,5	1009,18	53	159,5	0,17	4,5	6
август	1007,3	58	177	1007,08	57	180,5	0,22	1	3,5
сентябрь	1002,94	57,5	199,5	1005,91	58,5	201,5	2,97	1	2
октябрь	1001,08	57	201	1000,43	56	200	0,65	1	1
ноябрь	996,78	56,5	204,5	1000,1	56,5	196,5	3,32	0	8
декабрь	995,08	54	188,5	997,4	53,5	184	2,32	0,5	4,5

Анализируя рисунок 3.4. можно сказать, что для Алеутского ЦДА по региону Восточная Сибирь получено 7 статистических связей. В качестве предикторов можно рекомендовать давление в апреле, сентябре и ноябре, широту в январе, июне и июле и долготу в мае месяце.

Распределение давления Алеутского ЦДА при дефиците и избытке осадков для региона ДВ приведено в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Характеристики Алеутского ЦДА , осредненные для 10 самых сухих и 10 самых влажных лет, по региону Дальний Восток.

	Сухие годы			Влажные годы			Разность		
месяц	Р	Ф	Л	Р	Ф	Л	ΔР	ΔФ	ΔЛ
январь	994,98	51,5	178	1000,24	51,5	195,5	5,26	0	17,5
февраль	995,87	51,5	189	999,44	50,5	182	3,57	1	7
март	1000,82	53	191,5	1003,16	54	188	2,34	1	3,5
апрель	1001,26	55	191,5	1005,66	55,5	185	4,4	0,5	6,5
май	1006,48	52	185,5	1008,17	53	195,5	1,69	1	10
июнь	1008,86	52,5	163	1008,51	54	173,5	0,35	1,5	10,5
июль	1008,13	58	165,5	1008,7	58,5	168,5	0,57	0,5	3
август	1008,23	57	187,5	1007,4	57,5	175	0,83	0,5	12,5
сентябрь	1006,11	58	195,5	1005,22	59	192,5	0,89	1	3
октябрь	1000,71	55	201,5	1001,38	58	203	0,67	3	1,5
ноябрь	1000,21	53,5	192	997,98	53,5	204,5	2,23	0	12,5
декабрь	991,33	53	188	998,97	51	179,5	7,64	2	8,5

Для Алеутского ЦДА по региону Дальний Восток получено 7 статистических связей. В качестве предикторов можно рекомендовать давление в январе, апреле и декабре, широту в октябре и долготу в январе, августе и ноябре.

3.3.3. Характер влияния Гавайского ЦДА на режим осадков по АТР

Для оценки влияния Гавайского центра действия атмосферы на режим осадков по Азиатской территории России используем равновероятные градации осадков АТР.

Были проведены действия аналогичные пункту 3.3.1.

Результаты расчетов влияния Гавайского ЦДА на режим осадков для региона ЗС приведены на рисунках 3.13-3.15.

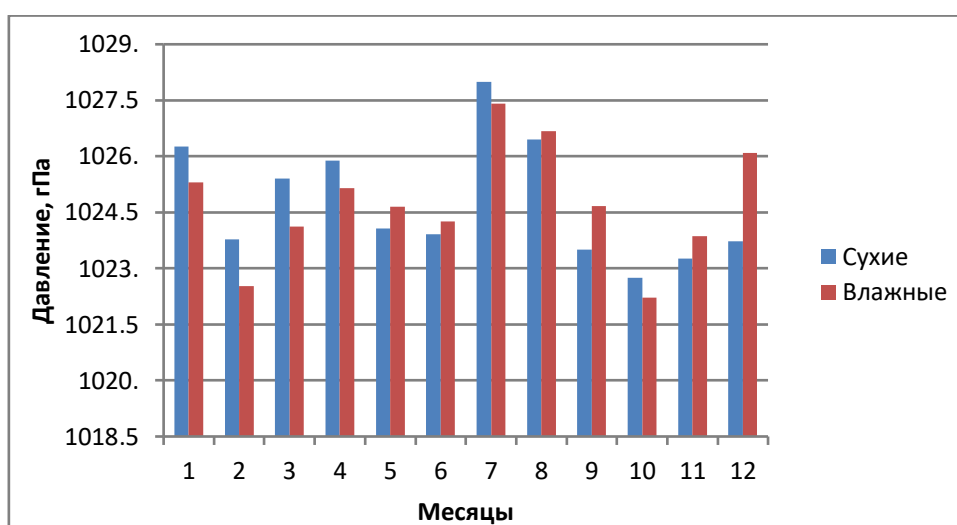


Рисунок 3.13 –Распределение давления Гавайского антициклона при дефиците и избытке осадков для региона ЗС.

Как следует из анализа данных рисунка 3.13, в первые четыре месяца года, а также в июле и октябре при повышенной интенсивности Гавайского ЦДА наблюдается дефицит осадков, в остальные месяцы при пониженной интенсивности наблюдается избыток увлажнения в регионе ЗС.

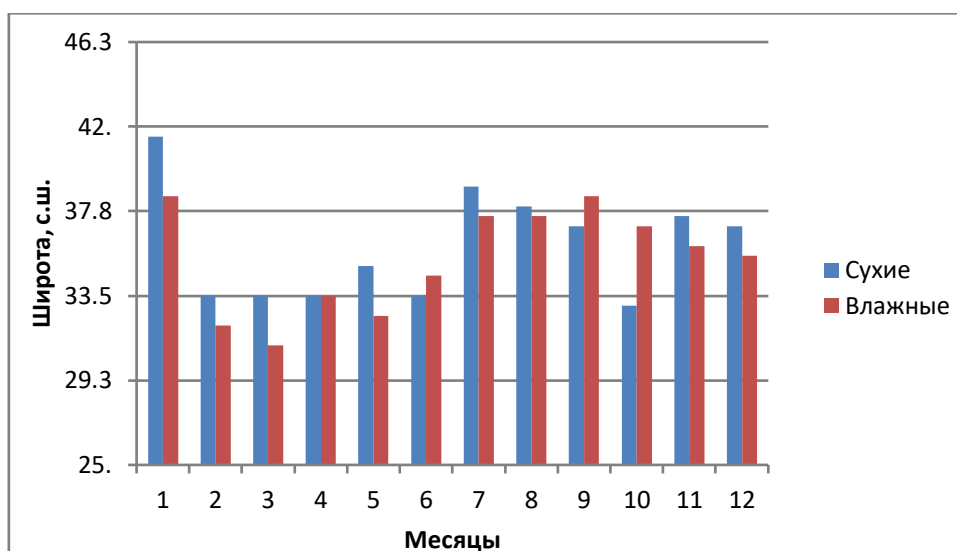


Рисунок 3.14 –Распределение широты Гавайского антициклона при дефиците и избытке осадков для региона ЗС.

Из данных, приведенных на рисунке 3.14, вытекает, что при сдвиге на север или юг Гавайского ЦДА характер изменения осадков носит неоднозначный характер: во все месяцы, кроме июня, сентября и августа при сдвиге на север Гавайского антициклона осадки ниже нормы, при сдвиге на юг-выше нормы. В июне, сентябре и августе характер влияния Гавайского ЦДА носит противоположный характер: при сдвиге на север отмечается избыток осадков, а при сдвиге на юг - дефицит.

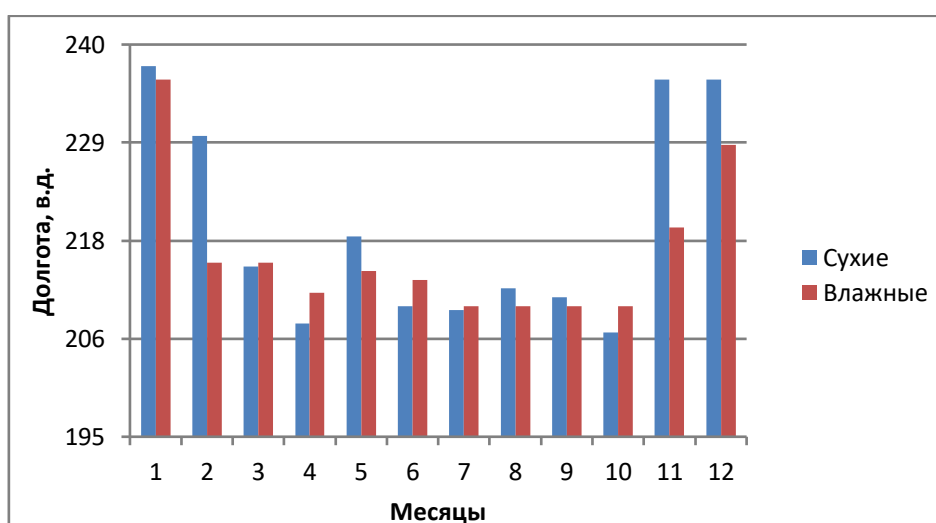


Рисунок 3.15 –Распределение долготы Гавайского антициклона при дефиците и избытке осадков для региона ЗС.

Из анализа рисунка 3.15 следует, что во все месяцы, кроме марта, апреля, июня, июля, октября при смещении ЦДА на восток наблюдается дефицит осадков, при смещении на запад - избыток осадков. В марте, апреле, июне, июле, октябре наблюдается противоположная ситуация: при смещении Гавайского ЦДА на восток - избыток осадков, при смещении на запад наблюдается дефицит осадков.

Результаты расчетов влияния Гавайского ЦДА на режим осадков для региона ВС приведены на рисунках 3.16 - 3.18.

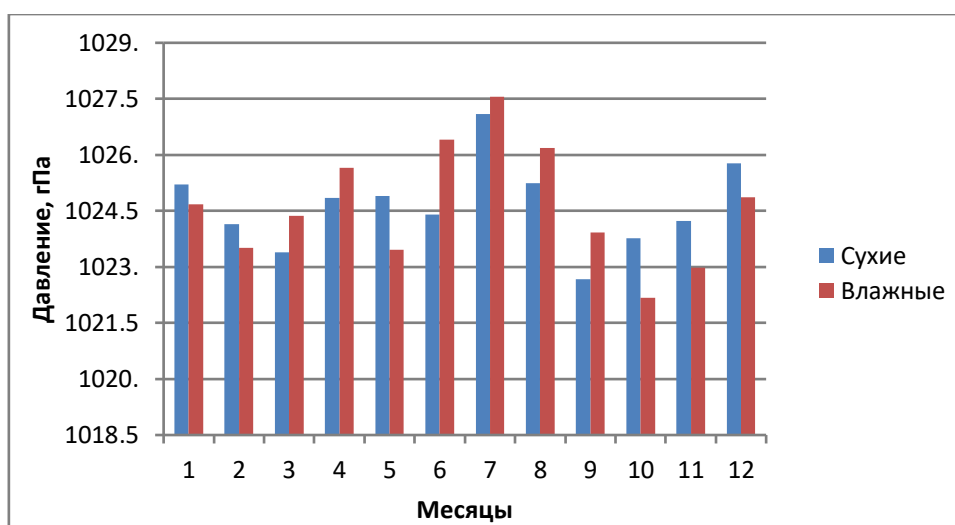


Рисунок 3.16 – Распределение давления Гавайского антициклона при дефиците и избытке осадков для региона ВС.

Анализируя данные рисунка 3.16, можно сделать вывод, что в январе, феврале, мае, октябре, ноябре, декабре при повышенной интенсивности Гавайского антициклона наблюдается дефицит осадков, при пониженной интенсивности ЦДА наблюдается избыток осадков. В марте, апреле, июне, июле, августе, сентябре наблюдается противоположная ситуация.

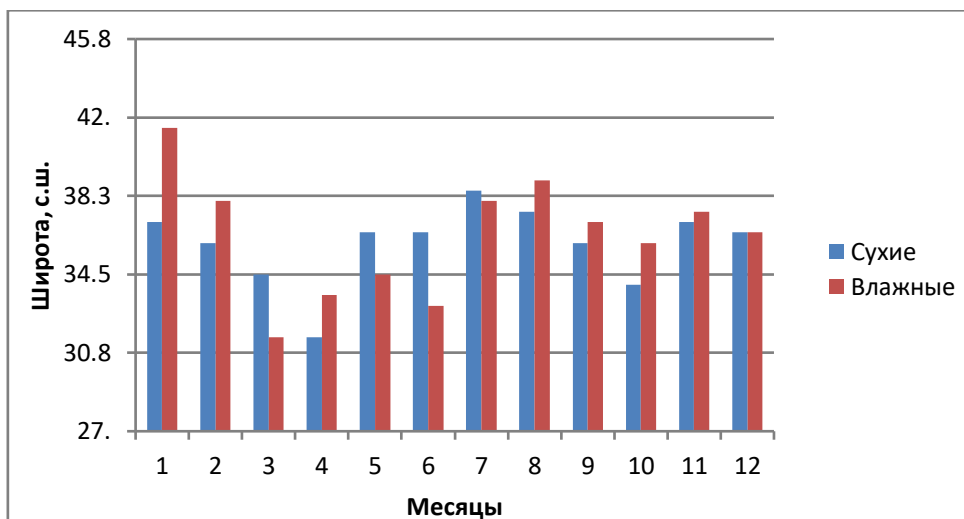


Рисунок 3.17 –Распределение широты Гавайского антициклона при дефиците и избытке осадков для региона ВС.

Из рисунка 3.17 следует, что в январе, феврале, апреле, августе, сентябре, октябре, ноябре при смещении Гавайского ЦДА на север наблюдается избыток осадков, при смещении на юг-дефицит осадков. В остальные месяцы – марте, мае, июне, июле - при смещении ЦДА на север – дефицит осадков, при смещении на юг – избыток осадков. В декабре влияния смещения ЦДА на режим осадков ВС не обнаружено.

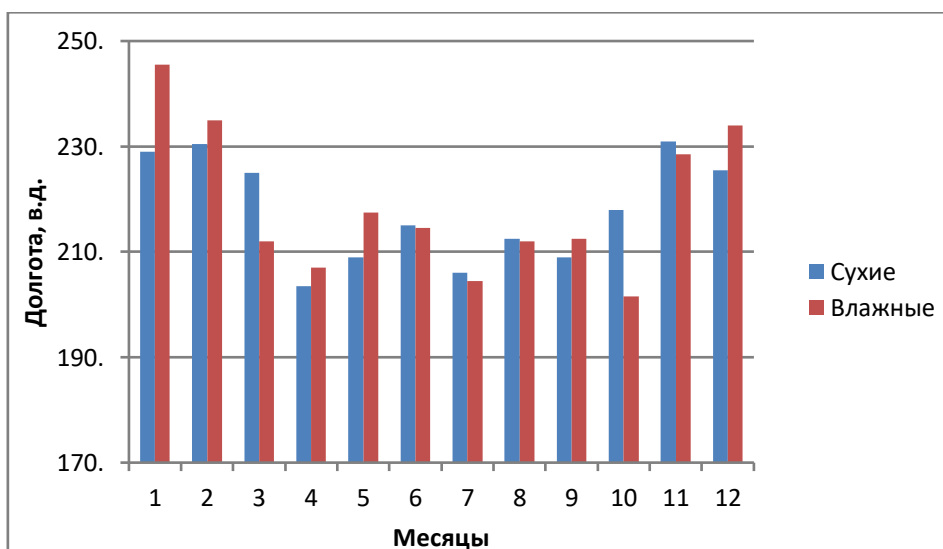


Рисунок 3.18 –Распределение долготы Гавайского антициклона при дефиците и избытке осадков для региона ВС.

Из данных, приведенных на рисунке 3.18, вытекает, что в январе, феврале, апреле, мае, сентябре, декабре при смещении антициклона на восток наблюдается избыток увлажнения, при смещении на запад - дефицит. В марте, июне, июле, августе, октябре, ноябре при смещении ЦДА на восток наблюдается дефицит увлажнения, при смещении на запад - избыток увлажнения.

Результаты расчетов влияния Гавайского ЦДА на режим осадков для региона ДВ приведены на рисунках 3.19 - 3.21.

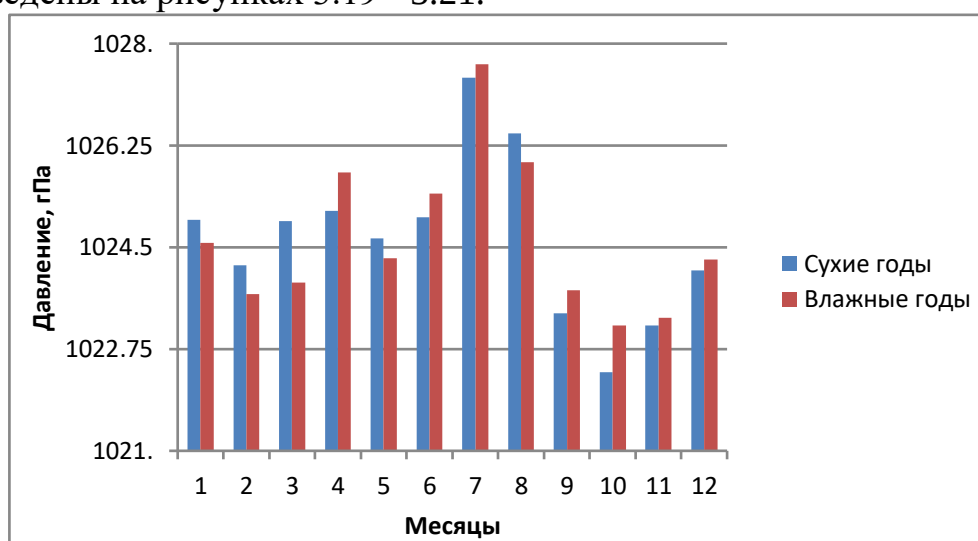


Рисунок 3.19 – Распределение давления Гавайского антициклона при дефиците и избытке осадков для региона ДВ.

Из анализа данных рисунка 3.19, вытекает, что в январе, феврале, марте, мае, августе при высокой интенсивности Гавайского ЦДА осадки ниже нормы, при низкой интенсивности осадки выше нормы. В остальные месяцы противоположная ситуация – при высокой интенсивности осадки выше нормы, при низкой интенсивности осадки ниже.

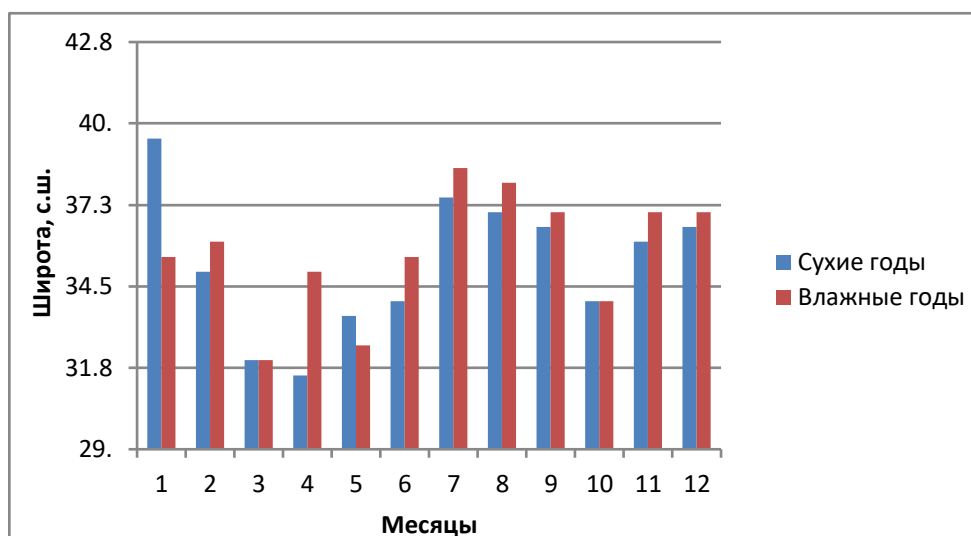


Рисунок 3.20 –Распределение широты Гавайского антициклона при дефиците и избытке осадков для региона ДВ.

Анализируя рисунок 3.20, видно, что при сдвиге на север или юг Гавайского антициклона изменение осадков носит неоднозначный характер: в январе и мае при сдвиге ЦДА на север отмечается дефицит осадков, при сдвиге на юг-осадки избыток. В марте и октябре влияния смещения ЦДА на режим осадков ДВ не обнаружено. В феврале, апреле июне, июле, августе, сентябре, ноябре, октябре при смещении антициклона на север осадки выше нормы, при смещении на юг – осадки ниже нормы.

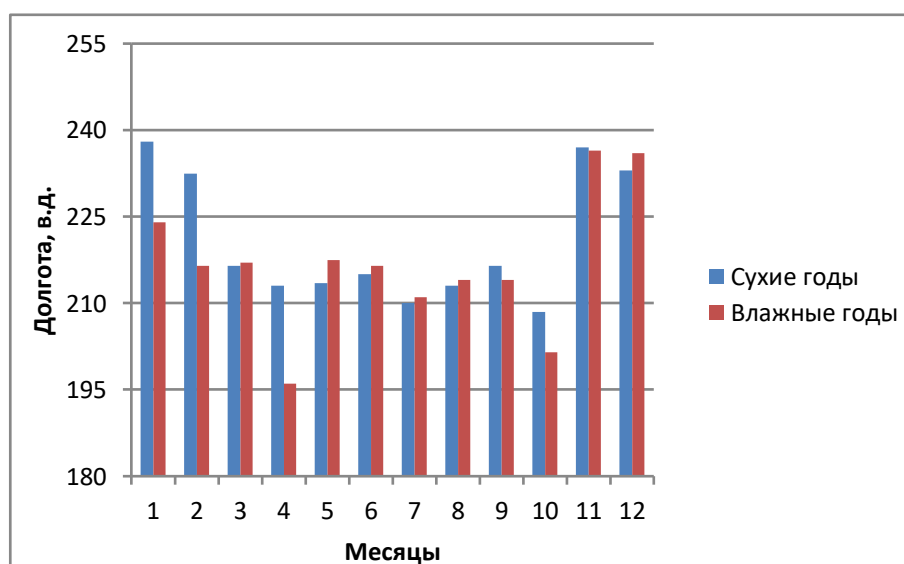


Рисунок 3.21–Распределение долготы Гавайского антициклона при дефиците и избытке осадков для региона ДВ.

Из данных рисунка 3.21 вытекает, что при смещении ЦДА на восток в январе, феврале, апреле, сентябре, октябре, наблюдается дефицит осадков, при смещении на запад – избыток осадков. В марте, мае, июне, июле, августе, декабре при смещении Гавайского антициклона на восток наблюдается избыток увлажнения, при смещении на запад – дефицит увлажнения.

3.3.4. Оценка прогностического потенциала Гавайского ЦДА для долгосрочного прогноза осадков АТР

Рассмотрим оценку прогностического потенциала ЦДА для долгосрочного прогноза осадков по регионам АТР.

Были проведены действия, аналогичные пункту 3.3.2.

Оценка меры существенности различий характеристик Гавайского антициклона для ЗС приведена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Характеристики Гавайского ЦДА при сухих и влажных годах для региона Западная Сибирь.

	Сухие годы			Влажные годы			Разность		
месяц	Р	ф	λ	Р	ф	λ	ΔР	Δф	Δλ
январь	1026,26	41,5	237,5	1025,3	38,5	236	0,96	3	1,5
февраль	1023,78	33,5	229,5	1022,53	32	215	1,25	1,5	14,5
март	1025,4	33,5	214,5	1024,12	31	215	1,28	2,5	0,5
апрель	1025,89	33,5	208	1025,15	33,5	211,5	0,74	0	3,5
май	1024,07	35	218	1024,65	32,5	214	0,58	2,5	4
июнь	1023,92	33,5	210	1024,26	34,5	213	0,34	1	3
июль	1027,99	39	209,5	1027,41	37,5	210	0,58	1,5	0,5

август	1026,45	38	212	1026,67	37,5	210	0,22	0,5	2
сентябрь	1023,5	37	211	1024,66	38,5	210	1,16	1,5	1
октябрь	1022,75	33	207	1022,22	37	210	0,53	4	3
ноябрь	1023,27	37,5	236	1023,86	36	219	0,59	1,5	17
декабрь	1023,73	37	236	1026,09	35,5	228,5	2,36	1,5	7,5

Анализируя таблицу 3.6, можно сделать вывод, что для Гавайского ЦДА по региону ЗС получено 5 статистических связей. В качестве предикторов можно рекомендовать давление в декабре, широту в мае и октябре и долготу в феврале и ноябре.

Распределение давления Гавайского ЦДА при дефиците и избытке осадков для региона ВС приведено в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Характеристики Гавайского ЦДА при сухих и влажных годах для региона Восточная Сибирь.

	Сухие годы			Влажные годы			Разность		
месяц	Р	ф	λ	Р	ф	λ	ΔР	Δф	Δλ
январь	1025,21	37	229	1024,68	41,5	245,5	0,53	4,5	16,5
февраль	1024,14	36	230,5	1023,51	38	235	0,63	2	4,5
март	1023,39	34,5	225	1024,37	31,5	212	0,98	3	13
апрель	1024,85	31,5	203,5	1025,65	33,5	207	0,8	2	3,5
май	1024,9	36,5	209	1023,46	34,5	217,5	1,44	2	8,5
июнь	1024,41	36,5	215	1026,4	33	214,5	1,99	3,5	0,5
июль	1027,09	38,5	206	1027,56	38	204,5	0,47	0,5	1,5
август	1025,24	37,5	212,5	1026,19	39	212	0,95	1,5	0,5

сентябрь	1022,67	36	209	1023,93	37	212,5	1,26	1	3,5
октябрь	1023,76	34	218	1022,17	36	201,5	1,59	2	16,5
ноябрь	1024,23	37	231	1022,98	37,5	228,5	1,25	0,5	2,5
декабрь	1025,78	36,5	225,5	1024,86	36,5	234	0,92	0	8,5

По таблице 3.7 видно, что для региона ВС выявлено 9 статистических связей Гавайского ЦДА: Давление в мае, июне и октябре, широта в январе, июне и долгота в январе, марте, мае и октябре.

Распределение давления Гавайского ЦДА при дефиците и избытке осадков для региона ДВ приведено в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Характеристики Гавайского ЦДА при сухих и влажных годах для региона Дальний Восток.

	Сухие годы			Влажные годы			Разность		
месяц	Р	Ф	Л	Р	Ф	Л	ΔР	ΔФ	ΔЛ
январь	1024,97	39,5	238	1024,58	35,5	224	0,39	4	14
февраль	1024,19	35	232,5	1023,69	36	216,5	0,5	1	16
март	1024,95	32	216,5	1023,89	32	217	1,06	0	0,5
апрель	1025,13	31,5	213	1025,78	35	196	0,65	3,5	17
май	1024,65	33,5	213,5	1024,31	32,5	217,5	0,34	1	4
июнь	1025,01	34	215	1025,42	35,5	216,5	0,41	1,5	1,5
июль	1027,41	37,5	210	1027,65	38,5	211	0,24	1	1
август	1026,46	37	213	1025,96	38	214	0,5	1	1
сентябрь	1023,36	36,5	216,5	1023,76	37	214	0,4	0,5	2,5
октябрь	1022,35	34	208,5	1023,16	34	201,5	0,81	0	7
ноябрь	1023,15	36	237	1023,29	37	236,5	0,14	1	0,5

декабрь	1024,1	36,5	233	1024,29	37	236	0,19	0,5	3
---------	--------	------	-----	---------	----	-----	------	-----	---

Для Гавайского ЦДА по региону Дальний Восток получено 4 статистически значимые связи: широта в апреле, долгота в январе, феврале и апреле. Эти характеристики можно рекомендовать в качестве предикторов долгосрочного прогноза по ДВ РФ.

Всего было получено 35 предикторов по двум центрам действия атмосферы для долгосрочного прогноза осадков азиатской территории России.

Приведенные в таблицах 3.3 - 3.8 предикторы можно рекомендовать для долгосрочного прогноза осадков АТР для использования в практике для повышения эффективности долгосрочных прогнозов осадков.

Заключение

Для анализа влияния центров действия атмосферы на режим осадков азиатской территории России выделены три физико-географические региона: Западная Сибирь (ЗС), Восточная Сибирь (ВС) и Дальний Восток (ДВ).

Создана база пространственно - осредненных месячных сумм осадков по регионам АТР РФ.

Проведен климатический анализ режима осадков по регионам АТР.

Установлено что осадки убывают от ЗС до ВС, а на ДВ наблюдается рост осадков, связанный с муссонной циркуляцией и влиянием Тихого океана.

Проведен анализ сезонного распределения осадков по регионам АТР. Наибольшее количество осадков во всех регионах приходится на середину лета. Наибольшая доля осадков (85 мм.) в летнем сезоне выпадает на территории ДВ. Наименьшее количество осадков во всех регионах приходится на февраль-март.

Рассмотрены тренды месячных сумм осадков по регионам (ЗС, ВС, ДВ) и по двум временным периодам: до глобального потепления (с 1926 по 1975гг.), и в период глобального потепления (с 1976 по 2016гг.) Можно сделать вывод, что в последние десятилетия изменилась тенденция режима осадков по АТР: в ЗС положительный тренд осадков сменился отрицательным; в ВС отмечено снижение скорости убывания осадков; по ДВ, наоборот, скорость снижения уровня осадков возросла.

Были рассмотрены основные закономерности динамики Северо-Тихоокеанских центров действия атмосферы. Для этого были рассчитаны средние значения давления и координаты центров Алеутской депрессии и Гавайского максимума за период с 1873 по 2016 года для каждого месяца. Было выявлено, что в зимний период Алеутская депрессия усилена (996 гПа), в летний период - ослаблена (1008,5 гПа). При усилении (в холодный период)

Алеутский ЦДА смещается на юго – восток, при ослаблении (в летний период) на северо-запад.

Интенсивность Гавайского антициклона имеет полугодовую волну: рост давления с февраля (1023,5 гПа) по июль (1027 гПа), убывание с июля по октябрь (1022,3 г Па) и снова рост до декабря (1024,5 гПа.)

В поведении Гавайского антициклона при росте интенсивности преобладает смещение на юго-запад и при убывании интенсивности ЦДА - смещение на северо-восток.

Проанализированы тренды 12-месячных скользящих сумм давления, широты и долготы Алеутского и Гавайского ЦДА за 2 периода: период до глобального потепления с 1899 по 1975 гг. и период глобального потепления с 1976 по 2016 гг.

Интенсивность Алеутского ЦДА в период глобального потепления возрастает, а период глобального потепления убывает. Интенсивность Гавайского ЦДА в обоих временных интервалах убывает.

Пространственное изменение по широте Алеутского ЦДА слабо выражено, а Гавайский ЦДА в период до глобального потепления имеет резкое смещение на север.

Пространственное изменение по долготе показало смещение Алеутского ЦДА в оба временных интервала на запад, а Гавайский ЦДА в период до глобального потепления смещается на запад, а в период глобального потепления смещается на восток.

Проведена оценка статистической значимости трендов по критерию Стьюдента. Тренды статистически значимы на 5 % уровне значимости для всех трендов, кроме: тренда распределения широты Алеутского ЦДА в период до глобального потепления с 1899 по 1975 гг. и в период глобального потепления с 1976 по 2016 гг. и тренда распределения широты Гавайского ЦДА в период глобального потепления. Для этих параметров общей тенденции не наблюдается.

Рассмотрены количественные оценки линейного тренда осредненных характеристик Алеутского и Гавайского ЦДА за 1899-2016 гг.. Анализируя эти данные можно сказать, что скорость изменения давления и широты Алеутского ЦДА растет в период глобального потепления, а в период до глобального потепления убывает. По данным долготы видно, что скорость изменения в оба периода убывает.

Скорость изменения давления Гавайского ЦДА за 10 лет в год убывает в оба периода. Более быстро в период после глобального потепления (0,96 гПа/год за 10 лет) и медленнее в период до глобального потепления (0,48 гПа/год за 10 лет). Скорость изменения долготы растет во второй временной период со скоростью 4,92 гПа/год за 10 лет и убывает в первый временной период со скоростью 8,4 гПа/год за 10 лет.

Для оценки влияния Алеутского и Гавайского центра действия атмосферы на режим осадков по Азиатской территории России были использованы равновероятные градации осадков АТР, выделены сухие и влажные сезоны и рассмотрена оценка прогностического потенциала ЦДА для долгосрочного прогноза осадков по регионам АТР.

Выявлены статистически значимые связи характеристик ЦДА (Сибирского, Алеутского и Гавайского) с региональными режимами осадков азиатской территории России:

- по региону Западная Сибирь 8 связей;
- по региону Западная Восточная 16 связей;
- по региону Дальний Восток 11 связей.

Предикторы, которые были определены в ходе работы рекомендуются для повышения эффективности долгосрочного прогноза осадков по регионам АТР.

Список использованных источников

1. РИА Новости. Наводнение на Дальнем Востоке в 2013 году.
[Электронный ресурс] <https://ria.ru/20140720/1016605356.html>
2. РИА Новости. Кого винят в небывалом наводнении, накрывшем Сибирь? [Электронный ресурс] <https://ria.ru/20190703/1556136518.html>
3. Выпускная квалификационная работа бакалавра «Влияние Сибирского антициклона на режим осадков по азиатской территории России» - Шатило И.А., 2018г.- 73 стр.
4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год. Росгидромет. [Электронный ресурс]
http://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/o-klimat-rf-2018.pdf
5. Uni Education «Воздушные массы и их циркуляция» [Электронный ресурс] <http://dp-adilet.kz/vozdushnye-massy-i-ix-cirkulyaciya/>
6. Воздушные массы и их циркуляция [Электронный ресурс]
<https://interneturok.ru/lesson/geografy/8-klass/bklimat-i-klimaticheskie-resursy/vozdushnye-massy-i-ih-tsirkulyatsiya>
7. Климат Дальнего Востока [Электронный ресурс]
https://collectedpapers.com.ua/ru/climates_of_the_ussr/klimat-dalekogo-sxodu
8. К.В.Кондратович. Долгосрочные гидрометеорологические прогнозы в Северной Атлантике. – Л.:Гидрометеиздат, 1977. –184с.
9. Global Historical Climatology Network - (сокр.: GHCN). Интернет-адрес:
<http://www.scd.ucar.edu/dss/catalogs/free.html>

10. Малинин В. Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации [Текст]/ В. Н. Малинин. – СПб.: изд. РГГМУ, 2008. – 408 с.
11. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год. Росгидромет. [Электронный ресурс]
<http://www.meteorf.ru/press/news/20626/>
12. Дикинис А.В., Куликова Л.А. Свидетельство о госрегистрации базы данных № 2010620498 «Характеристики центров действия атмосферы». Заявка № 201062400 , дата поступления 20 июля 2010 г., зарегистрировано в Реестре баз данных 14 сентября 2010 г.
13. Смирнов Н. П., Воробьев В. Н., Качанов С. Ю. Северо-Атлантическое колебание и климат/ РГГМУ. – Спб: 1998. –119с.
14. Стехновский Д. И., Цветкова А. П. Барическое поле и средние месячные изменения географического положения и интенсивности центров основных барических образований над Атлантическим и Тихим океанами (Северное полушарие) за 1931–1960 гг. – Труды Гидрометцентра СССР, вып. 107, 1972, с. 45–59.
15. Мартынова Т. В. О колебаниях положения и интенсивности центров действия атмосферы. – Метеорология и гидрология, № 4, 1990, с. 50–56.
16. Хромов, Синоптическая Метеорология, Гидрометиздат., - 1948г., стр.430-433.

Приложение А.

Список станций по осадкам для регионов РФ

Западная Сибирь				
N	Код	Название	Широта	Долгота
1	22220046000	DRUJNAYA/P OLAR GMO	80.60	58.10
2	22220046001	TIHAYA BAY	80.33	52.80
3	22220046002	RUDOLF ISLAND	81.80	57.97
4	22220069000	OSTROV VIZE	79.50	77.00
5	22220667000	BELY ISLAND	73.33	70.03
6	22220744000	MALYE KARMAKULY	72.40	52.70
7	22220744001	MALIYE KARMAKULY	72.38	52.73
8	22223022000	YUGORSKIY SHAR	69.82	60.75
9	22223022002	WAIGATZ	70.40	58.80
10	22223032000	MARRE-SALE	69.72	66.82
11	22223146000	MYS KAMENNYJ	68.50	73.60
12	22223146001	NOVY-PORT	67.70	72.95
13	22223205000	NARIAN-MAR	67.65	53.02
14	22223219000	HOSEDA- HARD	67.10	59.40

15	22223219001	PETRUN'	66.43	60.77
16	22223330000	SALEKHARD	66.53	66.53
17	22223405000	UST-TSILMA	65.45	52.17
18	22223405001	UST-ZYLMA	65.50	52.20
19	22223412000	UST-USA	65.97	56.92
20	22223418000	PECORA	65.10	57.10
21	22223518000	UST- SHCHUGOR	64.27	57.62
22	22223527000	SARANPAUL	64.28	60.88
23	22223552000	TARKO-SALE	64.92	77.82
24	22223631000	BEREZOVO,A MSG	63.93	65.05
25	22223711000	TROITSKO- PECHORSKO Y	62.70	56.20
26	22223724000	NYAKSIMVO L'	62.43	60.87
27	22223734000	OKTYABR'SK OYE	62.45	66.05
28	22223804000	SYKTYVKAR	61.72	50.83
29	22223849000	SURGUT,AMS G	61.25	73.50
30	22223914000	CHERDYN'	60.40	56.52
31	22223921000	IVDEL,AS	60.41	60.26
32	22223933000	HANTY- MANSIJSK	61.00	69.10
33	22223955000	ALEXSANDR VSKOE	60.40	77.90

34	22228009000	KIRS	59.33	52.23
35	22228044002	KARPINSK	59.75	60.00
36	22228044003	BOGOSLOWS K	59.80	60.10
37	22228064000	LEUSHI	59.62	65.78
38	22228138000	BISER	58.52	58.85
39	22228225000	PERM'- BAKHAREVK A	58.02	56.30
40	22228240000	NISHNE- TAGILSK	57.90	59.90
41	22228275000	TOBOLSK,AS- 2	58.15	68.18
42	22228275001	IYEVLEVO,T YUMEN'ARE	57.58	67.15
43	22228367000	TYUMEN' AMSG	57.15	65.50
44	22228411000	IGEVSK	56.80	53.30
45	22228411001	SARAPUL	56.47	53.73
46	22228434000	KRASNOUPHI MSK	56.62	57.75
47	22228440000	SVERDLOVS K	56.80	60.60
48	22228445000	VERKHNEYE DUBROVO	56.73	61.07
49	22228493000	TARA,AMSG	56.90	74.38
50	22228506000	YELABUGA	55.77	52.07
51	22228552000	SHADRINSK	56.08	63.63
52	22228552001	DOLMATOW	56.20	63.00
53	22228573000	ISCHIM,AMS G	56.10	69.43

54	22228630000	ZLATOUST	55.17	59.67
55	22228630001	SLATOUST	55.20	59.70
56	22228642000	CHELYABINS K	55.30	61.53
57	22228661000	KURGAN,RAI LWAY ST.	55.47	65.40
58	22228666000	MAKUSCHIN O	55.25	67.30
59	22228698000	OMSK,AMSG	54.93	73.40
60	22228705001	NOVY KUVAK,TATA RIYA	54.47	51.88
61	22228722000	UPHA	54.75	56.00
62	22228833000	VERKHNEUR ALSK	53.87	59.20
63	22228838000	MAGNITOGO RSK	53.35	59.08
64	22228900000	KUJBYSEV	53.30	50.50
65	22228900002	SSAMARA	53.20	50.10
66	22228909001	BOROVOYE, WOOD FARM	53.00	52.05
67	22229103001	YAGYL-YAG	58.35	76.38
68	22229111000	SREDNIY VASYUGAN	59.22	78.23
69	22229605000	TATARSK	55.20	75.97
70	22229612000	BARABINSK	55.37	78.40
71	22229706000	KUPINO,AMS G	54.37	77.28
72	22229807000	IRTYSSK	53.40	75.50

73	22229915000	SLAVGOROD	53.97	78.65
74	22235007000	PERELYUB	51.87	50.33
75	22235118000	CHINGIRLAU	51.03	54.10
76	22235121000	ORENBURG	51.75	55.10
77	22235138000	ORSK	51.20	58.57
78	22235138001	ADAMOVKA	51.50	59.90

Восточная Сибирь				
N	Код	Название	Широта	Долгота
1	22220087000	DOMASCHNI Y ISLAND	79.50	91.13
2	22220274000	UYEDINENIY A ISLAND	77.50	82.23
3	22220292000	CHELUSKIN, AMSG	77.72	104.28
4	22220292001	UST'- TAYMYRA	76.20	99.07
5	22220674000	DIXON ISLAND	73.50	80.23
6	22220891000	KHATANGA	71.98	102.47
7	22220891001	VOLOCHANK A,AMSG	70.95	94.50
8	22221802000	SASKYLAKH, AMSG	71.97	114.08
9	22221802001	UST-OLENEK	72.98	119.82

10	22221908001	SUKHANA	68.80	117.97
11	22223274000	IGARKA,AMS G	67.47	86.57
12	22223383000	AGATA	66.88	93.47
13	22223383001	KOCHUMDEK	64.42	93.08
14	22223472000	TURUKHANS K,AMSG	65.18	87.95
15	22223678000	VERKHNE- IMBATSK	63.15	87.95
16	22223884000	BOR/PODKA MENNAJA	61.60	90.00
17	22223891000	BAYKIT,AMS G	61.67	96.37
18	22223891001	VELMO	61.02	93.42
19	22223955001	LAR'YAK	61.27	80.05
20	22224105000	YESSEY	68.47	102.37
21	22224125000	OLENYOK,A MSG	68.50	112.43
22	22224329000	SHELAGONTS Y	66.25	114.28
23	22224507000	TURA	64.17	100.07
24	22224724001	TUOY- KHAYA	62.53	111.23
25	22224738000	SUNTAR,AMS G	62.15	117.65
26	22224817000	ERBOGACEN	61.30	108.00
27	22224817001	PREOBRAZHE NKA,AMSG	60.05	108.08

28	22224908000	VANAVARA, AS	60.33	102.27
29	22229231000	KOLPASEV	58.30	82.90
30	22229263000	YENISEYSK	58.45	92.15
31	22229282000	BOGUCHANY	58.42	97.40
32	22229282001	GONDA	57.92	97.22
33	22229332000	MOLCHANOV O	57.58	83.78
34	22229430000	TOMSK	56.43	84.97
35	22229464001	ACHINSK	56.28	90.50
36	22229481001	TROITSKOE	57.40	94.85
37	22229541000	TAYGA	56.07	85.62
38	22229551000	MARIINSK,A MSG	56.20	87.75
39	22229570000	KRASNOYAR SK	56.00	92.88
40	22229581000	KANSK	56.20	95.68
41	22229594000	TAYSHET	55.95	98.00
42	22229625000	CHULYM	55.10	80.97
43	22229634000	NOVOSIBIRS K,BUGRY	55.03	82.90
44	22229649001	KOL'CHUGIN O	54.67	86.18
45	22229698000	NIZNE- UDINSK	54.90	99.00
46	22229789000	VERKHNYAY A GUTARA	54.22	96.97
47	22229849001	KONDOMA	52.83	87.27
48	22229866000	MINUSINSK	53.70	91.70

49	22229869001	OLENYA RECHKA	52.80	93.23
50	22229939000	BIYSK- ZONALNAYA	52.68	84.95
51	22230054000	VITIM	59.45	112.58
52	22230117000	NEVON	58.03	102.73
53	22230230000	KIRENSK	57.77	108.12
54	22230253000	BODAYBO	57.85	114.20
55	22230309000	BRATSK	56.07	101.83
56	22230309001	CHERVYANK A	57.65	99.53
57	22230320001	ILIMSK	56.77	103.83
58	22230372000	CHARA	56.92	118.37
59	22230457000	BAUNT	55.27	113.13
60	22230469000	KALAKAN	55.12	116.75
61	22230504000	TULUN, EXPER.FIELD	54.60	100.63
62	22230521000	ZHIGALOVO, AMSG	54.80	105.17
63	22230554000	TROICKIJ PRIISK	54.60	113.10
64	22230603001	ZALARI	53.55	102.50
65	22230627000	BAYANDAY	53.10	105.53
66	22230635000	USTI- BARGUZIN	53.40	109.00
67	22230636000	BARGUZIN	53.62	109.63
68	22230673000	MOGOCA	53.70	119.80
69	22230679000	GORBITSA	53.10	119.22

70	22230710000	IRKUTSK,GM O	52.27	104.35
71	22230729000	KABANSK	52.05	106.65
72	22230745000	SOSNOVO- OZERSK	52.53	111.55
73	22230758000	CHITA,GMO	52.02	113.33
74	22230765000	ZYUL'ZYA	52.55	116.20
75	22230777000	SRETENSK	52.27	117.70
76	22230802001	IL'CHIR	52.05	101.08
77	22230811000	TUNKA	51.73	102.53
78	22230815000	KHAMAR- DABAN	51.53	103.60
79	22230822000	BABUSHKIN	51.72	105.87
80	22230823000	ULAN- UDE,CITY	51.80	107.43
81	22230844000	KHILOK	51.35	110.50
82	22230859000	AGINSKOYE	51.12	114.55
83	22230879000	NERCHINSKI Y ZAVOD	51.32	119.62
84	22230925000	KYAKHTA	50.37	106.45
85	22230935000	MENZA	49.43	108.85
86	22230949000	KYRA	49.57	111.97
87	22230957000	AKSHA	50.28	113.28
88	22230965000	BORZYA	50.38	116.52
89	22236034000	RUBCOVSK	51.50	81.20
90	22236038000	ZMEINOGORS K	51.15	82.20
91	22236058001	ONGUDAY	50.77	86.13
92	22236058002	KOSCH- AGACH	50.02	88.68

93	22236061001	BELYA	51.42	87.80
94	22236428002	KARA-TYUREK	49.98	86.42
Дальний Восток				
N	Код	Название	Широта	Долгота
1	22221432000	KOTELNY ISLAND	76.00	137.90
2	22221647000	SHALAUROV A ISLAND	73.18	143.23
3	22221647001	KIGILYAKH CAPE	73.35	139.88
4	22221824000	TIKSI	71.58	128.92
5	22221921000	KYUSYUR	70.68	127.40
6	22221931000	KAZACH'YE	70.75	136.22
7	22221946000	COKURDAH	70.60	147.90
8	22221965000	CHETYREKH STOLBOVOY	70.63	162.40
9	22221982000	VRANGELYA ISLAND	70.97	178.53
10	22224143000	DZHARDZHAN	68.73	124.00
11	22224266000	VERKHOYAN SK,AMSG	67.55	133.38
12	22224343000	ZIGANSK	66.80	123.40
13	22224382000	UST'-MOMA	66.45	143.23
14	22224382001	DRUZHINA	68.20	145.35
15	22224598000	DARPIR	64.17	148.03
16	22224598001	KULU	61.90	147.42
17	22224641000	VILYUYSK,AS	63.77	121.62

18	22224656001	SYUREN-KYUEL	65.00	130.68
19	22224671000	TOMPO	63.95	135.87
20	22224671001	IEMA	65.30	135.67
21	22224671002	ZAPADNAYA	63.13	138.28
22	22224688000	OYMYAKON, AS	63.27	143.15
23	22224688001	NERA,AMSG	64.55	143.12
24	22224768001	KREST-KHALDZHAY	62.82	134.43
25	22224944000	OLYEKMINSK	60.40	120.42
26	22224944001	DZHIKIMDA	59.02	121.83
27	22224951000	ISIT'	60.80	125.30
28	22224959000	YAKUTSK,GMO	62.08	129.75
29	22224988000	ARKA	60.08	142.33
30	22225248000	ILIRNEY	67.33	168.23
31	22225325000	UST'-OLOY	66.55	159.42
32	22225325001	OMOLON	65.23	160.53
33	22225400000	ZYRYANKA,AMSG	65.73	150.90
34	22225400001	SREDHEKOLYMSK	67.45	153.72
35	22225400002	KORKODON	64.75	153.97
36	22225538000	VERKHNE-PENZHINO	64.22	164.23
37	22225551001	BERYEZOVO	63.45	172.70

38	22225563000	ANADYR'	64.78	177.57
39	22225621001	KEGALI	64.25	161.07
40	22225703000	SEJMCAN	62.90	152.40
41	22225703001	SREDNEKAN	62.45	152.32
42	22225703002	OMSUKCHAN	62.52	155.78
43	22225744000	KAMENSKOE	62.50	166.20
44	22225821000	NAYAKHAN	61.92	158.98
45	22225821001	GIZHIGA(KUS HKA)	61.95	160.38
46	22225902000	ATKA	60.75	151.77
47	22225902001	STRELKA	61.87	152.22
48	22225902002	YAMSK	59.65	154.27
49	22225913000	NAGAYEVA, BAY	59.58	150.78
50	22225954000	KORPH,AMSG	60.35	166.00
51	22225956000	APUKA	60.50	169.60
52	22230393000	CHUL'MAN,A MSG	56.83	124.87
53	22230493000	NAGORNY	55.97	124.88
54	22230683000	YEROPHEY PAVLOVICH	53.97	121.93
55	22230692000	SKOVORODI NO	54.00	124.00
56	22231004000	ALDAN,AMS G	58.62	125.37
57	22231004001	TOMMOT	58.97	126.27

58	22231054001	YUGARENOK	59.77	137.67
59	22231054002	NEL'KAN	57.65	136.15
60	22231088000	OKHOTSK	59.37	143.20
61	22231123001	UCHUR,AMS G	58.73	130.62
62	22231137000	TOKO	56.28	131.13
63	22231168000	AYAN	56.45	138.15
64	22231174000	BOLSCHOY SCHANTAR	54.83	137.53
65	22231174001	CHUMIKAN	54.72	135.30
66	22231199000	UNAKHA	55.03	126.80
67	22231253000	BOMNAK	54.72	128.93
68	22231300001	PIKAN	53.70	127.30
69	22231318000	NORA	53.07	130.02
70	22231329000	EKIMCHAN,A MSG	53.07	132.93
71	22231348000	BURUKAN	53.05	136.03
72	22231369000	NIKOLAYEV S K-NA-AMUR	53.15	140.70
73	22231369001	YELIZAVETY, CAPE	54.42	142.72
74	22231371000	CHERNYAYE VO	52.78	126.00
75	22231388000	NORSK	52.40	129.90
76	22231397000	BYSSA	52.35	131.28
77	22231416000	IM.POLINY OSIPENKO	52.40	136.50
78	22231443001	GOSH,AGRO	51.35	129.10

79	22231478000	SOPHIYSKIY PRIISK	52.27	133.98
80	22231489001	KOMSOMOLS K-NA-AMURE	50.60	137.13
81	22231510000	BLAGOVESC HENSK	50.27	127.50
82	22231532000	CEKUNDA	50.80	132.20
83	22231594000	ARHARA	49.40	130.10
84	22231636000	NERAN	49.55	134.73
85	22231707000	YEKATERINO -NIKOLSKO	47.73	130.97
86	22231735000	KHABAROV S K,AMSG	48.52	135.17
87	22231754001	SOLEKUL'	49.28	138.00
88	22231754002	CHERINAY	48.02	136.90
89	22231823001	SOVETSKAY A GAVAN'	48.97	140.33
90	22231829000	VYS ZOLOTOJ	47.30	139.00
91	22231832000	BIKIN	46.80	134.27
92	22231873001	IMAN	45.87	133.73
93	22231909000	TERNEJ	45.03	136.67
94	22231915000	POGRANICHN IY	44.40	131.38
95	22231926000	SPASSK- DALNIY,AMS G	44.60	132.82
96	22231958000	BOGOPOL'	44.25	135.47
97	22231958001	OLGA,BAY	43.73	135.27

98	22231960000	VLADIVOSTO K,PORT	43.12	131.93
99	22231966002	PRIMORSKAY A	43.83	131.95
100	22231966003	NIKOLSK USSURIYSKY	43.80	132.00
101	22231987001	POVOROTNIY MAYAK	42.68	133.05
102	22232027000	POGIBI	52.22	141.63
103	22232053000	NOGLIKI	51.85	143.13
104	22232061000	ALEKZANDR OVSK-SAKH.	50.90	142.17
105	22232098000	PORONAYSK	49.22	143.10
106	22232128000	KHOLMSK	47.05	142.05
107	22232133000	DOLINSK	47.33	142.80
108	22232133002	OCHIAI (DOLINSK)	47.30	142.70
109	22232150000	JUZNO- SAHALINSK	46.90	142.70
110	22232150001	KORSAKOV	46.65	142.80
111	22232165000	JUZNO- KURIL'SK	44.00	145.80
112	22232195000	SIMUSIR	46.90	151.90
113	22232215001	LOPATKA, CAPE	50.87	156.68
114	22232217000	MYS VASILEVA	50.00	155.40
115	22232252001	UST'- LESNAYA	59.47	160.53

116	22232389000	KLYUCHI	56.32	160.83
117	22232408000	UST'- KAMCHATSK	56.22	162.47
118	22232411000	ICHA	55.70	155.63
119	22232411001	UST'- KHAIRYUZO VO,AM	57.08	156.70
120	22232540001	NACHIKI	53.12	157.73
121	22232583000	PETROPAVLO VSK,CITY	52.98	158.65
122	22232594002	UST'- BOLSHERETS K	52.67	156.23
123	22232618000	NIKOLSKOYE /BERINGA	55.20	165.98
124	22232618001	PREOBRAZHE NSKOYE	54.80	167.48