



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

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему «Динамика изменчивости метеорологических условий за последние годы на полуострове Камчатка»

Исполнитель Вощук Людмила Владимировна

Руководитель к.с.-х.н., доцент Цай Светлана Николаевна

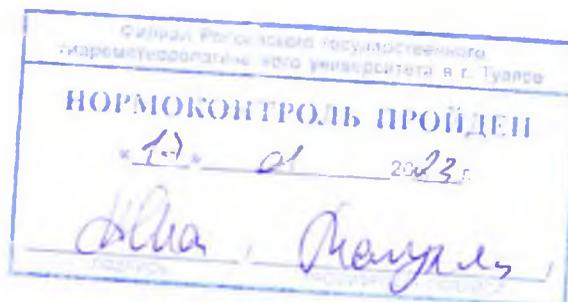
«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«24» января 2023 г.



Туапсе
2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение..... | 3 |
| 1 Физико-географические особенности Камчатки | 5 |
| 1.1 Геологическое строение и рельеф полуострова Камчатка | 5 |
| 1.2 Гидрографическая сеть и подстилающая поверхность Камчатки | 10 |
| 2. Характеристика климатических и особенности метеорологических условий полуострова Камчатка | 18 |
| 2.1 Климат | 18 |
| 2.2 Характер метеорологических условий гор. Петропавловск –Камчатский | 24 |
| 3 Пространственно- временная изменчивость температурно- влажностного режима Камчатки | 32 |
| 3.1 Статистика температурного режима в последние десятилетия | 32 |
| 3.2 Динамика изменчивости метеорологических данных за последние годы... | 38 |
| Заключение | 48 |
| Список использованной литературы..... | 51 |

Введение

Производство продовольствия, рыбохозяйственная деятельность, разработка морских и прибрежных ресурсов и многие другие сферы деятельности человека прямо связаны с климатом и его изменениями. Температура воздуха и атмосферные осадки — важные составляющие климата.

Для всех рек характерно сравнительно устойчивое внутригодовое распределение стока, согласующееся с ходом температуры воздуха весной, а с ходом осадков только осенью. Основным стокоформирующим фактором — тепловой режим приземной атмосферы, определяющий процессы таяния льда и снега.

Камчатская область — бывший до 1 июля 2007 года субъект Российской Федерации в составе Дальневосточного федерального округа, расположенный на Камчатке граничит с Магаданской областью и Чукотским автономным округом.

Расположена на южной половине полуострова Камчатка и занимает территорию 170,8 тыс. кв. км., а вместе с Корякским автономным округом, расположенным на остальной северной части Камчатки, покрывает территорию, равную 472,3 тыс. км².

Для побережья и юга полуострова характерен морской климат, для центральной и северной части — континентальный.

Полуостров относится к зоне активной вулканической деятельности, на его территории имеется около 300 крупных и средних вулканов, из которых 29 относятся к действующим [3, с. 63].

Камчатка необычайно богата водными ресурсами; здесь насчитывается до 14000 тыс. рек и ручьев, около 100000 больших и малых озер. Растительный и животный мир полуострова богат, хотя и не отличается разнообразием.

Главным природным богатством и основой экономики следует признать богатые запасы рыбы, как морской в прибрежных водах, так и заходящую на нерест в реки полуострова [1, с.16].

Актуальность исследования обоснована необходимостью изучения региональных особенностей, тенденций и колебаний температурно-влажностного режима, которые по многочисленным научным трудам за последние годы, подверглись наибольшему изменению.

Цель работы — оценка пространственно-временной изменчивости и многолетней динамики температуры воздуха и сумм атмосферных осадков на п-ове Камчатка.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить исключительную особенность географического положения полуострова Камчатка;
- провести анализ современного состояния гидрологических и природных условий и попытаться объяснить уникальность их происхождения;
- оценить геологическое строение и разнообразие рельефов, сформировавшихся в последние годы;
- рассмотреть и объяснить сложившиеся климатические условия и характер и факторы их формирования;
- провести статистический анализ изменчивости температуры и влажности в регионе по упрощенной математической методике и сравнить их с эмпирическими показателями;
- сделать заключение и обобщить выводы.

1 Физико-географические особенности Камчатки

1.1 Геологическое строение и рельеф полуострова Камчатка

Полуостров Камчатка расположен на крайней северо - восточной части России. Географическая особенность — имеет вытянутую форму на полторы тысячи километров. Тем самым находится в диапазоне широтности более чем 10 градусов.

Протянулась она с юго-востока на северо-запад и находится между Курильскими островами и Чукоткой, омывается с запада холодными водами Охотского моря, а с востока — относительно теплыми водами Тихого океана и к северу холодными водами Берингова моря.

По своим размерам занимает второе место в России после Таймыра. Площадь её 370 000 км². У Паропольского дола узким Камчатским перешейком полуостров соединен с материком [15](рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 —Географическое положение полуострова Камчатка

Согласно многочисленным исследованиям, современная орография

имеет сравнительно недавнее происхождение в нашу эру.

Полагают, что суша поднялась небольшими островками над морем, сначала более высокие хребты и затем при постепенном подъеме слилились воедино образовав этот уникальный во всех отношениях участок земли, характеризующийся разнообразием современного представления [5, с.33] (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 — Орография полуострова Камчатка

Исключительную живописность, создают огромные равнинные площади вдоль крупных рек Камчатки и Быстрой, с их притоками, проходящие по всей длине полуострова, покрытые березовыми лесами. Уникальность придают абсолютно разных размеров озера и озерки с прозрачной и идеально чистой водой.

Судя по всему, здесь продолжают процессы горообразования, точнее сказать тектонические движения в виде землетрясений. В зависимости от мощности происходящего, они сопровождаются образованием разных по размеру трещин, каньонов и оползневых ландшафтов.

При фиксировании землетрясений, выясняется, что их эпицентры большей частью располагаются в море и вызывают сильные ветра, вплоть до цунами, приводят к сильному видоизменению береговой части всего периметра полуострова [4, с. 26].

Разрушительный эффект создают морские волны и течения, которые оказывая давление на образованные выступы, образуют неровные и извилистые уступы. Орография полуострова Камчатка представлена следующими образованиями (рисунок 1.3) [9, с. 238].

Срединный хребет, вытянутый в северо-восточном направлении, протягивается через всю Камчатку от реки Плотниковой на юге до северной оконечности полуострова. Его наивысшая точка — вулкан Ичинский, 3621 м.

Восточный хребет менее значителен. На юге он начинается примерно на одной широте со Срединным и протягивается на север до полуострова Озерного (на восточном побережье).

Ганальский хребет, который в целом является наиболее высоким и сильно расчлененным горным узлом полуострова: зона водоразделов имеет высоту около 2000 м и выше, а глубина долин достигает 1900–1500 м.

Валагинский хребет - сильно расчленен, располагается к северу Ганальского. Еще севернее находится хребет Тумрок. В отличие от двух предыдущих, в его пределах много старых разрушенных вулканов.

Хребет Кумроч - самая низкая его часть: большинство вершин здесь едва достигает 1000 м. Однако в южной части находится высшая точка Восточного хребта — древний, давно потухший вулкан Шиш (2346 м).

Рисунок 1.3 — Главные высоты полуострова Камчатка

Наглядно на рисунке 1.2 представлена почти непрерывная цепочка параллельно тянущихся хребтов (Срединный и Восточный хребты), к северу переходящая в Ветвейский хребет и Корякское нагорье. Отдельные высоты достигают более 3 тысяч метров.

Учитывая такой исторически сложившийся рельеф, исследователь и знаток Камчатки Власов Г.М. классифицировал пять крупных ландшафтов [5, с. 38](рисунок 1.4).

1. Западно-Камчатская низменность — всхолмленная равнина шириной 60–80 км с расчлененными морскими террасами до 200 м. высотой.

2. Горная зона Срединного хребта. Южная часть его имеет эрозионно-тектонический рельеф с абсолютными до 2000 м; северная имеет вулканический рельеф в виде остатков потухших вулканов круто обрывающихся на восток и полого опускающихся к Охотскому морю.

3. Центральная Камчатская депрессия — межгорная впадина, ограниченная резкими тектоническими уступами и выполненная ледниково-озерно-аллювиальными отложениями.

4. Зона восточных складчатых хребтов состоит из ряда хребтов, вытянутых в северо-восточном направлении, высотой гор до 1200–1500 м над уровнем моря.

5. К востоку от зоны хребтов расположена цепь гористых полуостровов, вулканического нагорья высотой 400–500 м, иногда до 700 м над уровнем моря, над которыми возвышаются конусы потухших и действующих вулканов.

Рисунок 1.4 — Основные геоморфологические районы региона

Особый колорит в разнообразии ландшафтов края вносят

возвышающиеся над равнинами и низинами, узкими и прямыми водными заливами с высокими отрогами берегов, возвышающиеся пирамиды вулканов Ключевской группы (рисунок 1.5).



Рисунок 1.4 - Основные вулканы Ключевской группы

Среди них встречаются действующие в настоящее время вулканы, периодически напоминающие о себе выбросом пепла, и иногда и

землетрясениями [2] (рисунок 1.5).

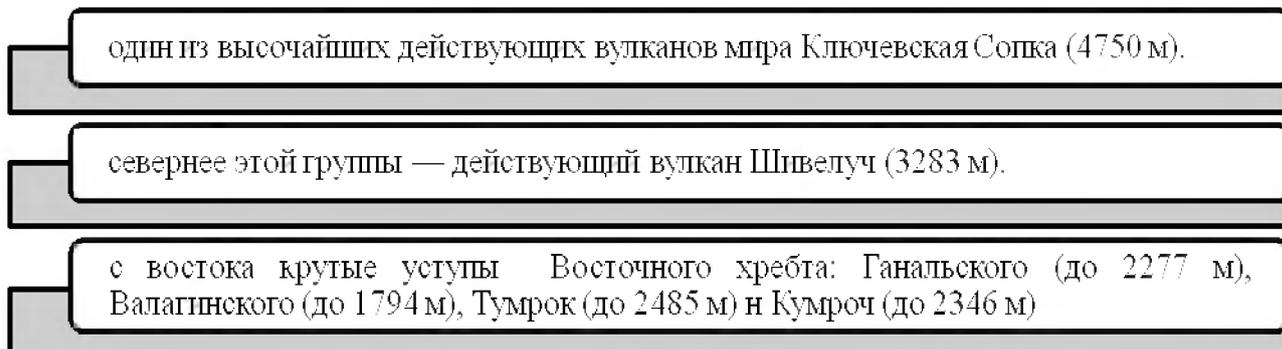


Рисунок 1.5 — Действующие вулканы на территории

Кроме этих действующих вулканов по всей длине с севера на юг сохранились различной высоты потухшие и частично действующие разной высоты вулканы:



Рисунок 1.6 — Вулканы на полуострове Камчатка

1.2 Гидрографическая сеть и подстилающая поверхность Камчатки

Находящийся в постоянном движении ландшафты, и близкое залегание подземных вод, образовали довольно большое количество значимых и мелких по длине и бассейну рек. Здесь насчитывается за шесть тысяч рек, большая часть которых длиной не более 200 км и лишь семь из них длиннее 300 км. Отличается длиной река Камчатка (750км), русло которой растянулось наполовину территории полуострова (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 — Гидрография территории

По двум крупным рекам: Камчатка и Большая, в центральной, наиболее полноводной части, ходят суда. И только в низовьях устья, они не проходимы из-за мелкой глубины.

Основная доля притока вод в реки региона приходится на подземные воды — 50–60 %, воды от таяния ледников и снегов 30–35 %, а от дождей — не более — 10 % [16].

Достопримечательностью региона, являются озера различного происхождения (рисунок 1.8):

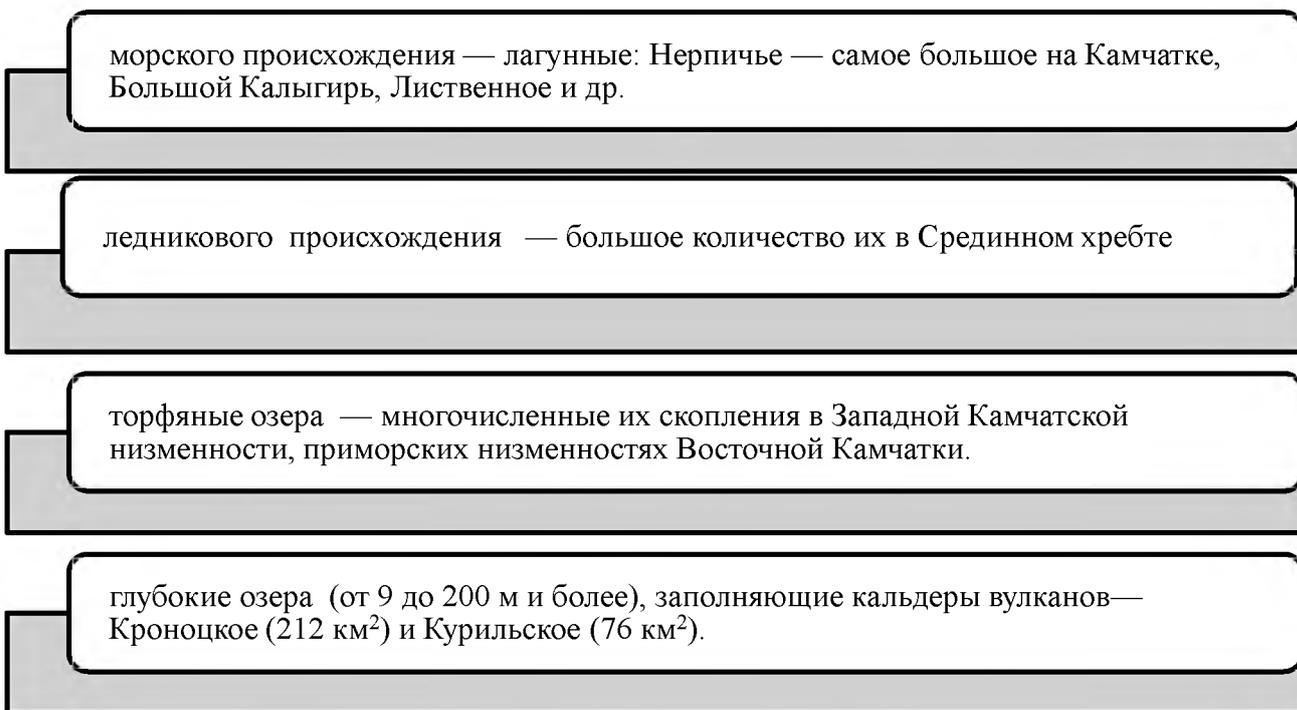


Рисунок 1.8 – Характеристика озер региона

Зимой озера замерзают и некоторые оттаивают в конце мая — начале июня, а основное большинство ото льда освобождаются только к середине лета. Исключением является Курильское озеро, которое почти не замерзает.

Нередким почвенным покровом, чуть более 10% площади заняты болотами, причем в основном на западе, на берегу Охотского моря.

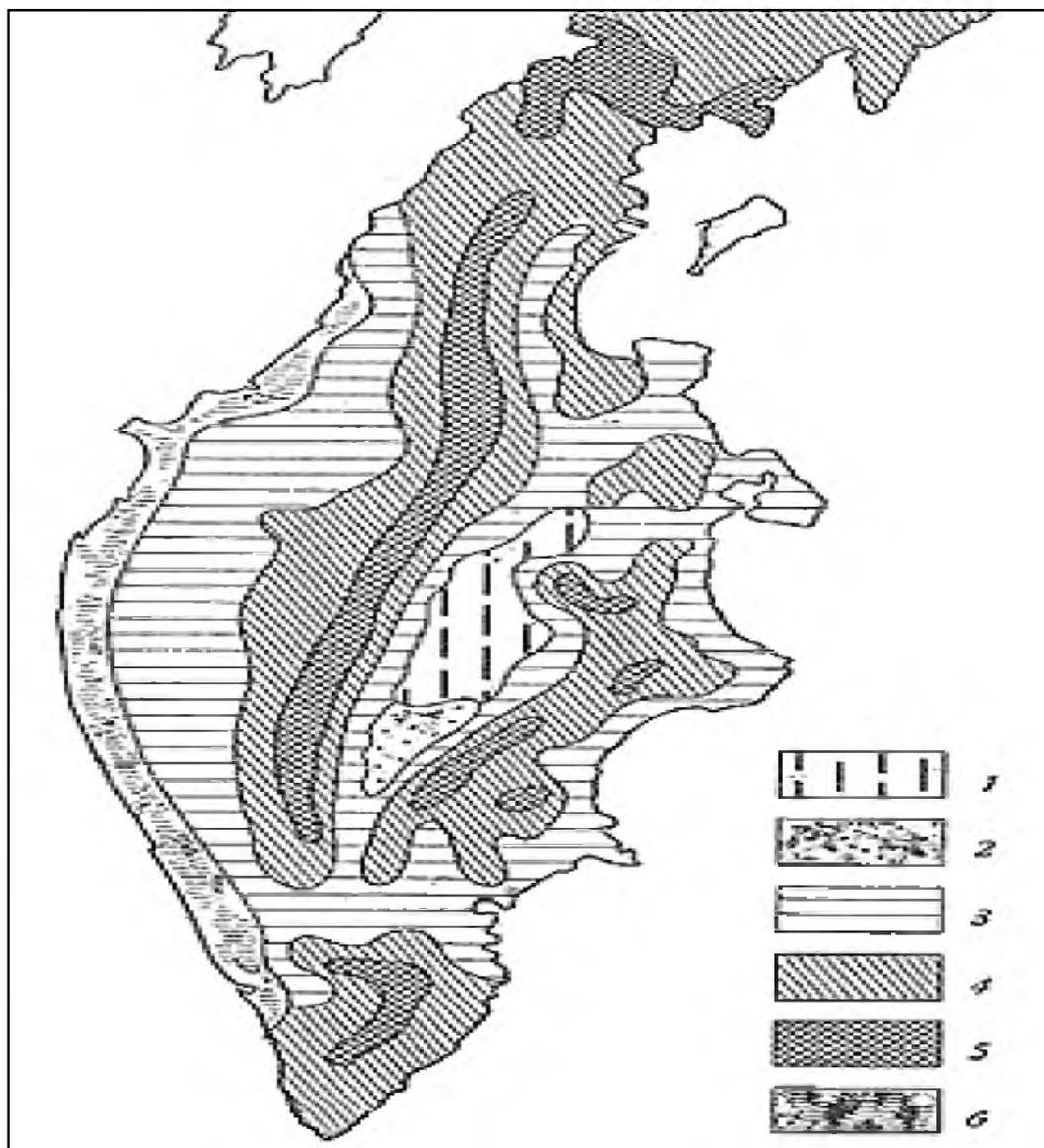
Если сопоставить факты, что сегодня снеговая линия горных массивов, располагается на высотах 2000 и более метров, наличие ледников в районе вполне допустимый и непреложный факт. Их здесь более четырех сотен, общей площадью около 900 км² и вполне естественно характерны для высоких горных массивов и вулканов.

Длина самого крупного ледника (17,7 км и площадь - 21,8 км²) Камчатки — Бильченок, находится на вулкане Плоский Дальний [16].

Регион характеризуется относительно холодными погодными условиями, наличием тундровой мерзлотности, т.е. бедными холодными почвами. Однако, по количеству образующейся биомассы (10 т/га), она не уступает, зоне лесостепей.

По разнообразию подстилающей поверхности территорию делят на 1)

лесную зону, 2) зону кустарников (аналог лесотундры), 3) зону тундры. Распространение соответствующей зонам растительности представлено на рисунке 1.9 [18].



1 —хвойные леса; 2 —белоберезовые леса; 3 —каменноберезовые леса,
4 —стланики; 5 —тундры; 6 — болота

Рисунок 1.9 — Растительность Камчатки (по И. А. Соколову, 1973)

Главным условием такой высокой продуктивности является не что иное как высокое почвенное плодородие под березовыми лесами, сформировавшееся на вулканической основе с богатым химическим составом и структурой.

Дело в том, что вулканическая лава сама по себе, извергаясь из недр

богата питательными минеральными веществами, относительно рыхлая, и по истечении определенного времени, становится источником формирования замечательных по физико-химическому свойству и наличием комплекса органических веществ основой для развития растительности. Единственный недостаток — это суровый холодный климат, за исключением отдельных участков.

При переходе от горных условий к равнинным, все больше площадей заняты лесами [7, с. 97].

Состав лесного фонда по целевому использованию представлен на рисунке 1.10.

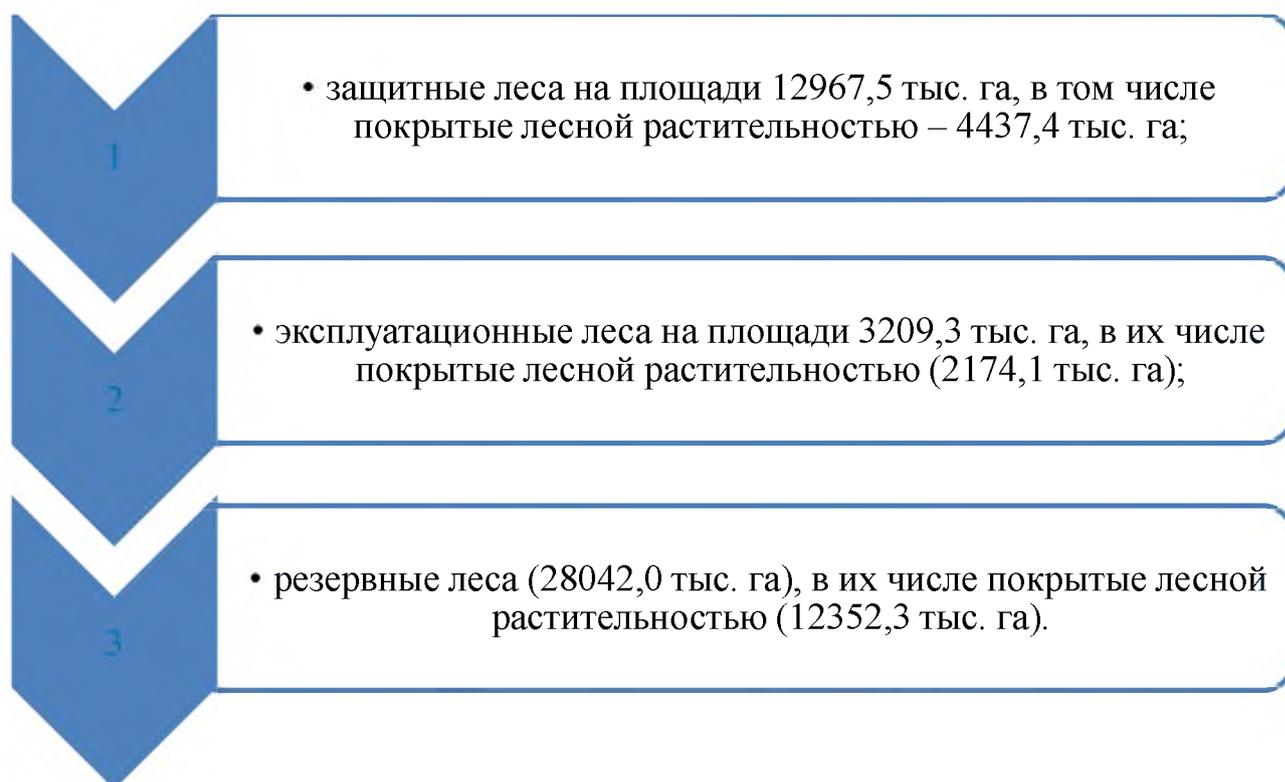


Рисунок 1.10 — Категории лесов Камчатки

Леса Камчатского края на 98,2 % состоят из земель лесного фонда, основной запас древесины которых составляет 96,9 % в крае.

Основными лесообразующими породами на Камчатке являются каменная берёза, лиственница Каяндера, хвойные породы и естественно здесь развивается специфический подлесок из кустарниковой и травянистой растительности (рисунок 1.11)



Рисунок 1.11 — Карта подстилающей поверхности региона

Вполне естественно, что по видовому составу, регион значительно уступает зоне лесостепей и, конечно, не богат, хотя по количеству видов их не менее тысячи цветковых и папоротниковых растений. Есть эндемики, которых больше нигде не встретишь.

При более подробной характеристике почв (рисунок 1.12), следует отметить отличие почв западного побережья от почв восточных берегов. Если в первом случае это в основном рыхлые песчано-глинистые, то во втором,

благодаря относительной гористости, наличия заливов и мысов почвы наделены характерными особенностями.



Рисунок 1.12 — Почвы равнин и предгорных увалов (по И. А. Соколову, 1973)

Разнообразный рельеф: равнины, долины рек, естественно разный уровень поступления солнечной радиации, выраженная широтная поясность, немало действующих вулканов, оказали влияние на формирование почв и их разнообразие.

Здесь насчитывается более 20 подтипов почв: тундрово-глеевые и торфяно-мерзлотные на севере, подзолисто-охристые вулканические и торфянисто-глеевые и слоисто-охристые вулканические и эродированные почвы разной степени смывости, близ расположения вулканов [15].

2 Характеристика климатических и особенности метеорологических условий полуострова Камчатка

2.1 Климат

Очень коротко, общие климатические условия исследуемого региона, можно характеризовать, если однозначно, как избыточно увлажненный, с многоснежным долгим холодным периодом.

На полуострове действует ФГБУ «Камчатское УГМС» насчитывающая 37 метеостанций и 87 постов, где предусмотрены следующие виды наблюдений (рисунок 2.1).

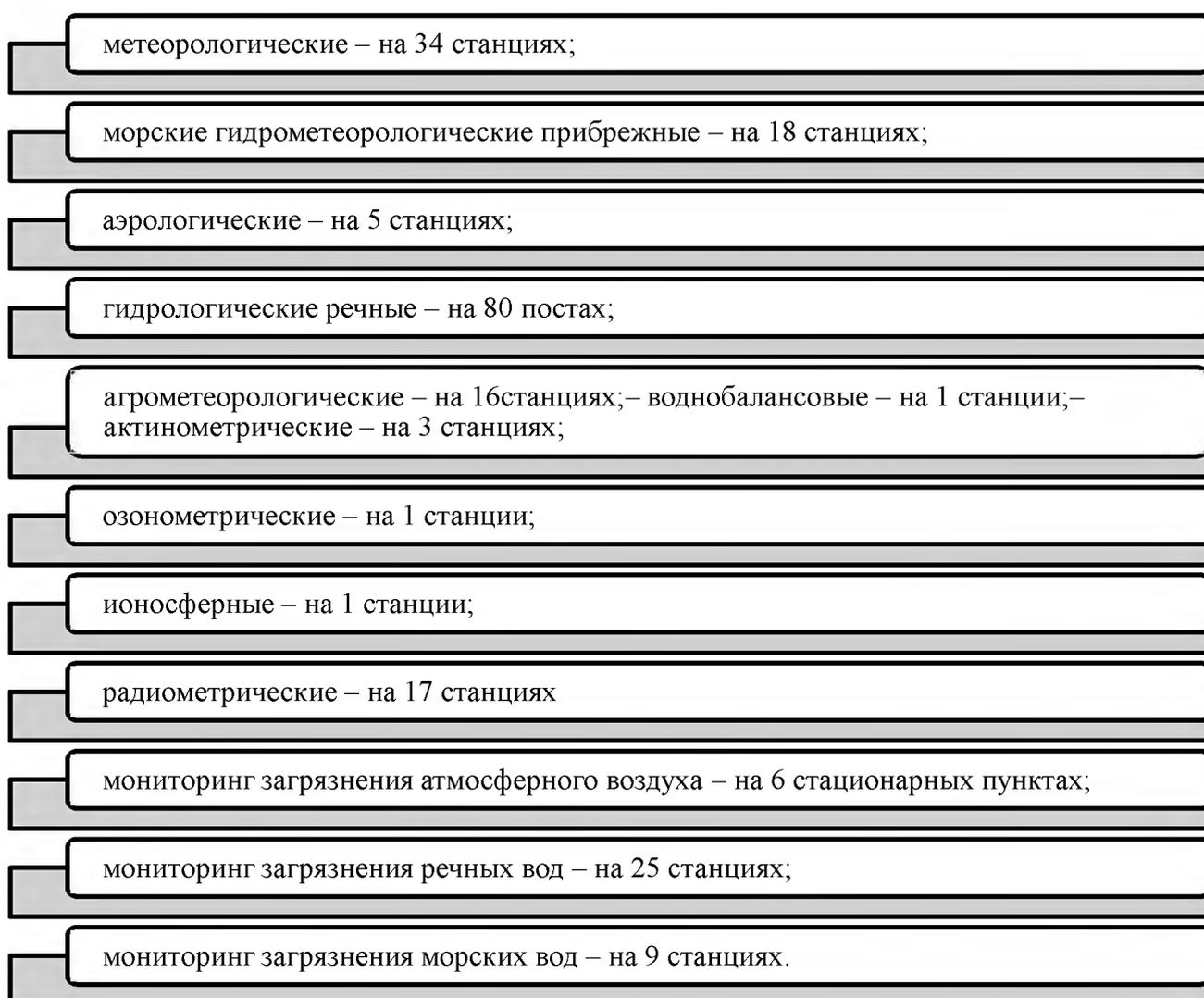
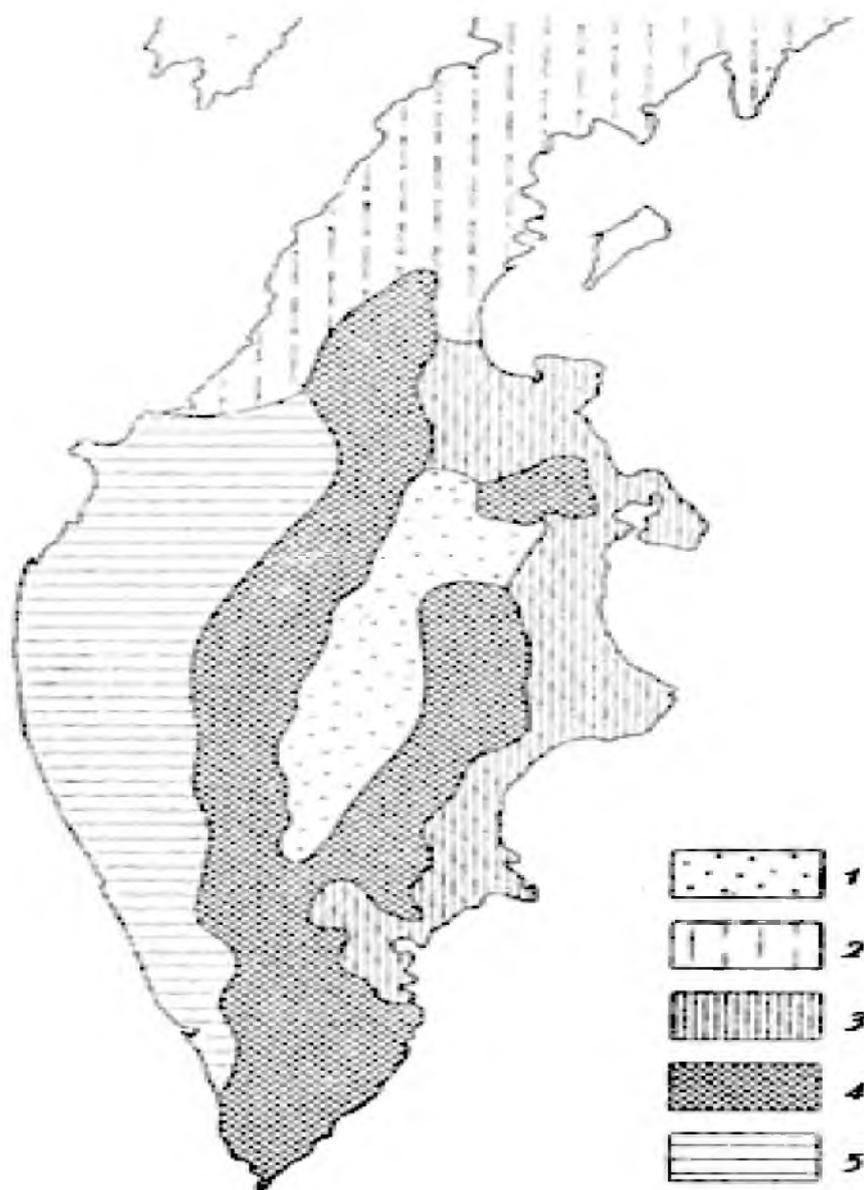


Рисунок 2.1 — Сеть пунктов наблюдения за метеорологическими показателями

Из перечисленных 12 пунктов относятся к труднодоступным, где все виды метеонаблюдений сотрудники проводят в нелегких погодных условиях, зачастую при отсутствии, элементарной радио и транспортной связи.

Отдельные пункты оснащены собственными радиостанциями, а радисты круглосуточно дежурят в эфире. Орография полуострова определяет неоднородность климатических условий и меридиональную вытянутость территорий со сходным климатом (рисунок 2.2).



1 — Центральная Камчатская депрессия; 2 — северные районы; 3 — восточное побережье;
4 — горные районы; 5 — западное побережье

Рисунок 2.2 — Климатические районы Камчатки (по И. А. Соколову)

Известно, что рельеф и подстилающая поверхность, являются главным

условием формирования климатических условий территорий. Исходя из этого следует, что описанные выше орографические особенности — Срединный и Восточный хребты, Центральная Камчатская депрессия, Западно-Камчатская и Восточно-Камчатская низменности, напрямую оказывают влияние на климат.

На рисунке 2.2 представлены климатические характеристики соответствующих районов [17, с. 23](рисунок 2.2).

Западное побережье. Климат этого района имеет черты морского. Зима продолжительная — от 4,5 до 6,5 месяца, со средней температурой около минус 10 °С. С удалением от берега в глубь полуострова она понижается. Для зимы характерны метели. В большинстве пунктов западного побережья в среднем за зиму метель бывает 20–30 раз, а в отдельных пунктах — 70. Лето длится от 2 до 4 месяцев: прохладное, с температурой 8–9 °С. Часты туманы, большая облачность, высокая влажность. Осадков за год выпадает от 300 до 500 мм, из них большая часть выпадает летом.

Восточное побережье. Климат восточного побережья похож на климат западного, но более теплый. Это объясняется тем, что здесь чаще проходят циклоны, которые несут сравнительно теплый воздух с Тихого океана. Зима длится 4–5 месяцев. В это время года на восточном побережье температура воздуха в среднем составляет минус 7–9 °С. В различных местах восточного побережья в течение зимы бывает от 40 до 70 дней с метелью. Лето довольно длинное — около 4 месяцев. Оно теплее, чем на западном. Средняя температура за лето составляет плюс 10–11 °С. Вдоль побережья количество осадков колеблется от 400 мм на севере до 1200 мм на юго-востоке. Больше всего штормовых и ураганных ветров приходится на юго-восток.

Долина реки Камчатки. В этом районе климат по сравнению с побережьями более континентальный. Зима холодная, длится около 5 месяцев. Средняя температура самого холодного месяца минус 20 °С, а самая низкая — 57 °С. Лето довольно теплое. Оно продолжается около 3 месяцев. Его средняя температура — плюс 12 °С. Здесь отмечены самые высокие для Камчатки температуры (плюс 37 °С). За год в долине выпадает 400–500 мм осадков. Большая часть из них приходится на лето.

Рисунок 2.2 — Характеристика климатических особенностей Камчатки

Представленные показатели, большей частью характеризуют районирование климата привязанное к речным системам, их долинам, образовавшимся по руслу слева и справа. Особенность характера режимов погодных условий, здесь, можно считать достаточно благоприятным ввиду защищенности от холодных ветров горными хребтами. Ниже представлена более подробная карта климатических районов полуострова (рисунок 2.3).

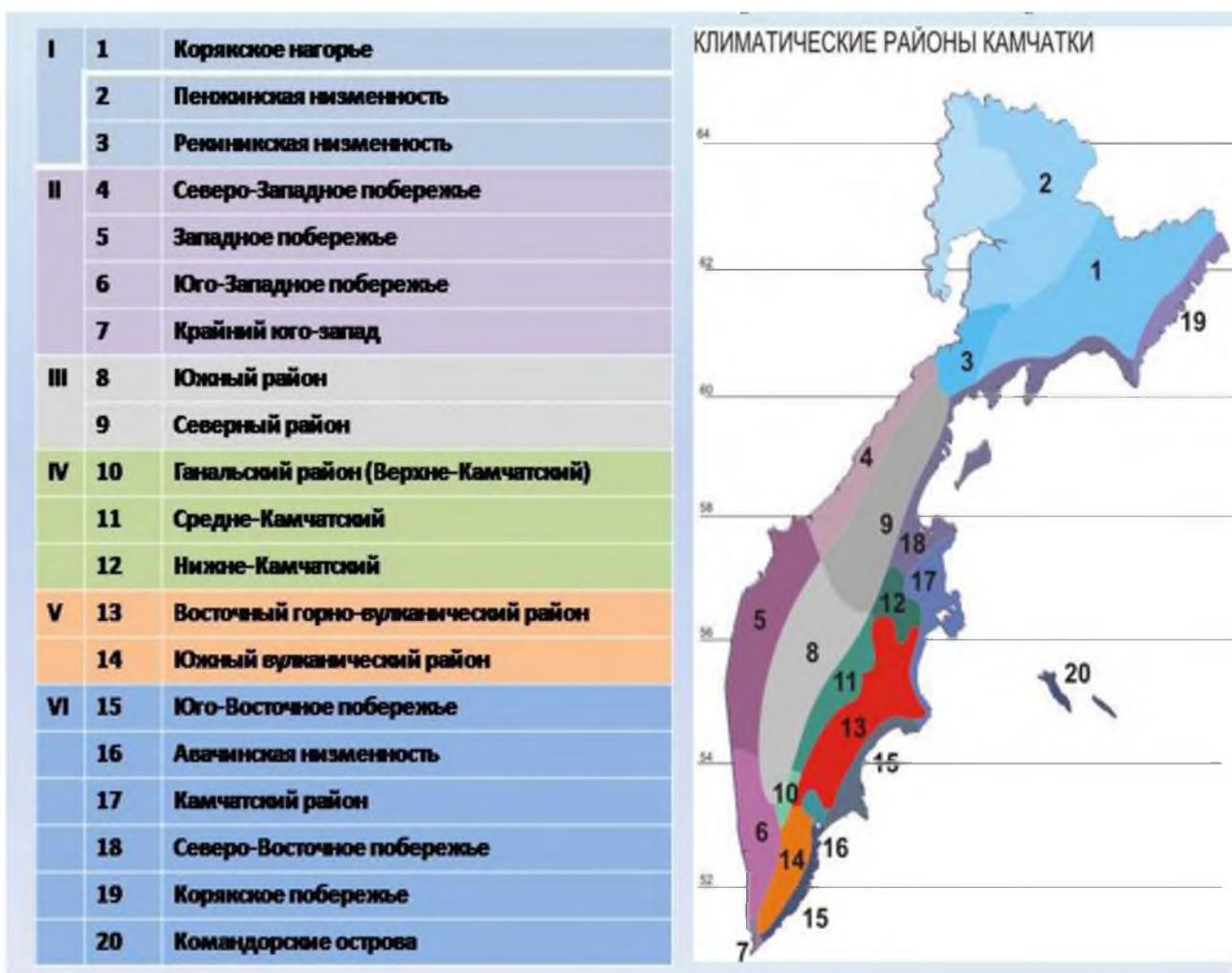


Рисунок 2.3 — Широтность и характер климата

Климат крайнего севера, примыкающего к материковой части России и в долине главной реки полуострова — Камчатки, континентальный. Здесь суровая и продолжительная, более 200 дней в году холодная погода.

В этот период, средняя температура в районе — 30°C , а иногда доходит до минус 64°C . Продолжительность теплого периода — не более 2 месяцев, причем средняя температура не более плюс 10°C , в исключительно редких

случаях наблюдаются жаркие дни, выше плюс 30 °С.

Годовой ход количества осадков сравнительно низкий и составляет — 300–400 мм в год. Одним словом, здесь самые благоприятные для развития оленеводства.

Климат горных районов, более суровый, с долгой и холодной зимой с частыми сильными ветрами. Количество осадков в год в районе 600 - 800 мм и в определенной степени зависят от направления склонов. Как правило, на склонах, обращенных к морю, осадков выпадает больше, чем к долине реки Камчатки. Огромно влияние морского или океанического климата на прибрежные территории: зимой от него на суше теплее, а летом — прохладнее.

Таким образом, на формирование местных климатов влияет разнообразие рельефа: склоны разной экспозиции, межгорные котловины, морское побережье и другие факторы [21, с. 507].

Более подробный анализ зависимости температуры от удаленности или близости морей установлено, что зимой на побережье теплее, чем в межгорных низменностях, а летом — холоднее.

Таблица 2.1 — Среднегодовое количество дней с различными погодными условиями

| Месяц | Ср. Т°С | Ср. влажность, % | Скорость ветра, м/с | Количество дней | | | | |
|----------------|---------|------------------|---------------------|--|---|--|---|--|
| | | | | Ясно  | Облачно  | Пасмурно  | Дождь  | Снег  |
| I | -7.6 | 66 | 3.9 | 13 | 11 | 4 | 1 | 4 |
| II | -6.4 | 63 | 4.1 | 13 | 11 | 5 | 1 | 4 |
| III | -3 | 65 | 4.0 | 11 | 12 | 3 | 2 | 4 |
| IV | +0.6 | 65 | 3.6 | 12 | 14 | 2 | 2 | 0 |
| V | +5 | 68 | 3.3 | 12 | 16 | 2 | 1 | 0 |
| VI | +10 | 73 | 2.9 | 10 | 17 | 3 | 0 | 0 |
| VII | +14.3 | 78 | 2.7 | 9 | 18 | 3 | 0 | 0 |
| VIII | +14.2 | 79 | 2.8 | 9 | 17 | 4 | 1 | 0 |
| IX | +10.9 | 75 | 3.2 | 12 | 14 | 3 | 1 | 0 |
| X | +5 | 69 | 3.7 | 13 | 13 | 3 | 1 | 0 |
| XI | -1.3 | 71 | 3.9 | 11 | 13 | 3 | 2 | 0 |
| XII | -6.3 | 70 | 4.1 | 13 | 12 | 3 | 1 | 5 |
| Ср. показатели | 1.8 | 70 | 3.5 | 116 | 168 | 38 | 13 | 17 |

По данным таблицы 2.1, средне-январская температура на Камчатке $-7,6^{\circ}\text{C}$, а средняя температура июля и августа достигает $14,2^{\circ}\text{C}$, хотя максимальная температура может подниматься до 32°C на юге и до 27°C на северных островах [24, с. 72].

Самые низкие температуры наблюдаются на севере области и в долине реки Камчатки в январе, а на побережьях — в феврале.

В этот период на побережьях дуют холодные ветры северных направлений, а в центральных частях — вверх по долине.

Измерение на 10-метровой высоте по флюгеру амплитуда колебаний варьирует от 1 м/с на станции Долиновка до 5.9 в озерновском расположенного близ южного мыса Лопатка на западном берегу у Охотского моря.

Однако, как известно, в формировании погодных условий любой территории большая роль принадлежит циркуляционным процессам глобального масштаба, а затем местные типичные и характерные синоптические условия.

Так, синоптиками установлено, что на погоду зимой, здесь оказывают влияние циклоны северной части Тихого океана, Берингова и Охотского морей, а также антициклоническая циркуляция Северной Азии.

А на формирование летних погод, непосредственно повлияли циклоны материка, которые возникают на полярном фронте, а летом в июле-августе над Курилами развиваются южные циклоны, иногда в эти периоды возникают тайфуны.

Кроме того, одновременно эти факторы сопровождаются обильными осадками, повышением влажности до 90 и более процентов и штормовой погодой.

Как ни странно, высота снеговой линии, самая высокая на сопках Ключевской (2800-3000 м) и Ичинской (до 2900 м), а вот при удалении от Берингова моря, она находится на высоте 600 м н.у.м., а на горе Ледяной — 1600-1980 м.

2.2 Характер метеорологических условий города Петропавловск–Камчатский

По своей широтности 53°01' с. ш. (158°39' в. д.) и, соответственно, по уровню получения солнечной радиации Петропавловск-Камчатский примерно одинаковы с Манчестером (Англия) и Дублином (Ирландия) и чуть южнее Москвы.

Однако, климат города намного холоднее, чем в целом в сравнении с европейской частью России (таблица 2.2).

Таблица 2.2 — Среднегодовое метеорологическое состояние города Петропавловск-Камчатский

| Показатель | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Год |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| Абс. максимум, °C | 4,4 | 3,6 | 6,8 | 18,1 | 20,6 | 27,6 | 30,0 | 27,2 | 24,4 | 17,8 | 12,6 | 6,4 | 30,0 |
| Средний макс., °C | -5,3 | -4,6 | -1,9 | 1,8 | 6,4 | 11,7 | 14,8 | 15,8 | 13,1 | 7,8 | 1,0 | -3,5 | 4,8 |
| Ср. температура, °C | -7,7 | -7,2 | -4,7 | -0,8 | 3,3 | 8,1 | 11,4 | 12,4 | 9,5 | 4,9 | -1,3 | -5,8 | 1,8 |
| Ср. минимум, °C | -9,9 | -9,5 | -7 | -2,8 | 1,1 | 5,7 | 9,2 | 10,2 | 7,0 | 2,6 | -3,3 | -7,8 | -0,4 |
| Абс. минимум, °C | -28,6 | -31,7 | -24,8 | -14,8 | -10 | -5,5 | 0,1 | 0,2 | -3,2 | -8,6 | -16,5 | -26 | -31,7 |
| Норма осадков, мм | 83 | 61 | 71 | 68 | 50 | 53 | 70 | 96 | 105 | 136 | 112 | 82 | 987 |

Самый теплый месяц года — август со средней температурой 12,5°C. Средняя температура в январе - минус 7,8 °C. Это самая низкая средняя температура в течение года.

Что касается теплого периода, температура здесь несколько выше, чем в Мурманске и Магадане, зато зимний период характеризуется как мягкий и более теплый, чем некоторые холодные и морозные известные суровостью климата Сибирские города.

Этому способствуют географическое расположение и близость к Тихому океану. В связи с чем, климат здесь характеризуют как морской, близкий к умеренному типу (таблица 2.3).

Таблица 2.3 — Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С:

| год | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Ср. год |
|--------------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|---------|
| 2020 | -5.7 | -7.7 | -1.6 | 0.3 | 3.2 | 8.1 | 10.4 | 10.9 | 9.7 | 6.9 | 1.0 | -5.8 | 2.5 |
| 2021 | -7.2 | -4.9 | -2.4 | 1.6 | 4.0 | 6.6 | 10.8 | 11.5 | 9.8 | 6.1 | 1.5 | -1.8 | 3.0 |
| Ср.1991-2020 | -5.6 | -6.1 | -3.8 | -0.5 | 2.9 | 6.4 | 10.0 | 11.5 | 9.8 | 5.8 | 0.5 | -3.7 | 2.3 |

Температура, как и при анализе многих других городов, за последние десятилетия стала повышаться. Даже по сравнению с 2021 годом, в 2022 году средняя температура повысилась на 0.5 °С, большей частью за счет весенних апреля и мая и конца лета и начала осени [22, с. 35].

Наглядно на графиках (рисунки 2.4- 2.8) можно рассмотреть сезонный характер проявления климата города.



Рисунок 2.4 — График средней температуры зимой в городе Петропавловске-Камчатском

Зима, прежде всего, характерна выпадением снега, который, в первую очередь, появляется на возвышенных сопках, и тут же вся территория покрывается белым покрывалом и наступает устойчивый снежный покров. Это продолжается около полугода, а на крайнем севере, близ материка — более семи месяцев.

В силу большого диапазона широтности и очень различным рельефом местности, показатели температуры в разных частях Камчатки неоднозначны. В северных частях она достигает в среднем до минус 20–30 °С, а на юге —

минус 6 -7°С.

Несколько меньше в этот период пасмурных дней, и нередко неожиданные оттепели, причем после сильных ветровых условий.

Оттепели характерны для всей территории полуострова, иногда вдруг в середине зимних месяцев, воздух прогревается до плюс 3–5 °С, а вслед за этим морозы продолжают.

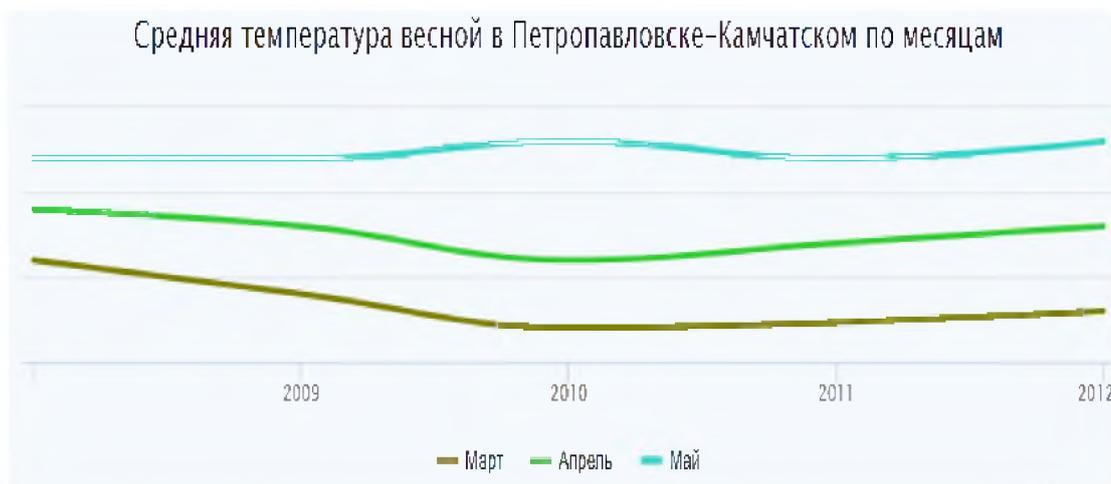


Рисунок 2.5 — Средняя температура весной в городе Петропавловске-Камчатском

Исследуя график, видим, что в марте еще холодно, поэтому весна продолжается не более двух-полутора месяцев.

Следовательно, она приходит сюда, как минимум в апреле, а на севере вообще может наступить в мае.

Причем, весна характеризуется неустойчивой погодой, периодическими заморозками, иногда и продолжительными, а в отдельных районах холодными ветрами. На материке всю зеленеют сады, а здесь продолжают морозы и холод.

Такая неустойчивая весна на Камчатке выражается близостью холодных, еще до июля покрытых льдами морей, вокруг полуострова. Так, таяние льдов в прибрежной части Охотского и Берингова морей может наступить только в июне-июле.

Переход от весны к лету продолжительный и сильно различается от

местности. Так, на побережьях холодно, и только в начале июня температура воздуха повышается до плюс 5°C, а в центральной части лето приходит раньше (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 — Средняя температура летом в городе Петропавловске-Камчатском

По продолжительности лето здесь значительно короче зимы и совсем не такое, как его представляют жители зон умеренного климата. В этот период стоит пасмурная и дождливая погода, и характеризуется как ненастная, не согревающая при температуре от плюс 10 до 15°C длится не более 45-55 дней. Жары, можно сказать, почти не бывает. Число дней с температурой 20-25 °C отмечено в основном в прибрежных областях. Этот период длится не более 7-10 дней.

Относительно продолжительное — от 4 до 5 месяцев — в южных частях полуострова. В районах, удаленных от моря, число таких дней резко увеличивается. В долине реки Камчатки их от 35 до 55, в северной части области — 20–30. Самые высокие температуры отмечены в долине реки Камчатки — плюс 37 °C. Наиболее теплый месяц на побережьях — август, в центральной части полуострова — июль.

Осадки в виде дождя в летнюю погоду наблюдаются чаще, чем в холодное время года.

Из опасных явлений в теплый период исключительно редко

наблюдаются грозы, и то в центральных районах, в годовом ходе всего по 2–3 грозы [23, с. 231].

По мнению метеорологов, да и местных жителей, самая лучшая пора на Камчатке это осень (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 — Средняя температура осенью в городе Петропавловске-Камчатском

Началом ее следует считать в северных областях — август, а на юге — октябрь. В этот период наблюдается возврата тепла, и часто наступает тихая солнечная погода (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 — Показатели осенних температур в регионе

Это самая красивая по разнообразию красок, контрастности осенняя пора. Однако температура постепенно снижается и через 1-1.5 месяца до нулевой отметки.

Таблица 2.4 — Средняя скорость ветра городов полуострова, (м/с)

| Расположение метеостанции | Ср. скорость ветра в 10м | Средняя скорость ветра (м/с) | | | | Макс. скорость ветра (м/с) |
|------------------------------------|--------------------------|------------------------------|-------|------|-------|----------------------------|
| | | Зима | Весна | Лето | Осень | |
| Петропавловск-Камчатский | 3,9 | 4,7 | 3,8 | 2,7 | 4,4 | 37 |
| Апука (Олюторский район) | 5,2 | 7,3 | 4,8 | 3,3 | 5,3 | 40 |
| Долиновка(Мильковский район) | 1,0 | 0,6 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 18 |
| Кавалерское(Усть-Большерецкий р-н) | 3,8 | 4,1 | 4,0 | 3,2 | 3,9 | 34 |
| Каменское | 3,4 | 3,2 | 3,6 | 3,7 | 3,2 | 29 |
| Ключи | 2,9 | 2,8 | 3,1 | 2,4 | 3,2 | 29 |
| Козыревск (Усть-Камчатский район) | 2,4 | 2,1 | 3,1 | 2,3 | 1,8 | 30 |
| Корф (Олюторский район) | 4,1 | 5,3 | 4,0 | 3,3 | 4,0 | 30 |
| Мильково | 1,6 | 0,8 | 2,1 | 2,0 | 1,6 | 20 |
| Начики (Елизовский р-н) | 1,9 | 1,8 | 2,4 | 1,8 | 1,6 | 25 |
| Никольское | 6,6 | 7,7 | 6,6 | 5,5 | 6,7 | 38 |
| Озерновский | 5,9 | 7,1 | 6,4 | 3,6 | 6,5 | 51 |
| Оссора | 3,3 | 3,4 | 3,3 | 2,8 | 3,7 | 29 |
| Светлый (Елизовский р-н) | 1,8 | 2,1 | 2,0 | 1,6 | 1,7 | 29 |
| Соболево | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,3 | 2,5 | 29 |
| Сосновка (Елизовский р-н) | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,0 | 1,3 | 21 |
| Тигиль | 2,3 | 1,6 | 2,7 | 2,5 | 2,5 | 24 |
| Усть-Камчатск | 4,1 | 4,7 | 4,2 | 3,8 | 3,6 | 35 |
| Усть-Хайрюзово (Тигильский р- н) | 3,8 | 3,9 | 4,0 | 3,6 | 3,7 | 29 |

Если провести анализ данных городов разной широтности, ветровой режим относительно ровный, а, главное, в среднем скорость ветра не велика.

Измерение на 10 метровой высоте по флюгеру амплитуда колебаний варьирует от 1 м/с на станции Долиновка до 5,9 м/с — в озерновском, расположенном близ южного мыса Лопатка на западном берегу у Охотского моря.

Таблица 2.5 — Среднемесячная и годовая скорость ветра

| год | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
| 2020 | 6.8 | 5.8 | 8.2 | 6.3 | 5.0 | 5.1 | 3.3 | 4.0 | 4.5 | 6.0 | 7.4 | 5.3- |
| 2021 | 7.1 | 6.5 | 8.7 | 7.1 | 4.7 | 3.6 | 3.3 | 3.2 | 4.6 | 6.8 | 6 | 7.5 |

Анализ средней скорости ветра за истекшие 2 года, указывают на усиление средней скорости ветра: от 3.6 м/с в июне 2021 года до 8,7 м/с в марте 2021 года [6, с. 39].

По многолетним данным сумма осадков за год составляет в среднем

724 мм.

Таблица 2.6 — Среднемесячное и годовое количество осадков, мм

| год | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | год |
|---------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|-----|----|-----|-----|
| 2020 | 88 | 22 | 41 | 21 | 6 | 20 | 39 | 120 | 90 | 50 | 91 | 78 | 666 |
| 2021 | 49 | 48 | 28 | 25 | 6 | 22 | 54 | 9 | 87 | 109 | 39 | 52 | 528 |
| Ср. 1991-2020 | 54 | 40 | 42 | 30 | 29 | 45 | 66 | 85 | 83 | 101 | 80 | 69 | 724 |

Однако сравнительный анализ данных за последние годы указывает на ее снижение в 2020 году выпало 666 мм осадков, а в 2021 и того меньше, что ниже многолетнего уровня на 196 мм и составило всего 528 мм за год.

Но как и в любом другом регионе, встречаются такие случаи, когда за сутки может выпасть до 145 мм. А в исключительных случаях до 400мм.

Что касается снежного покрова, иногда в горных областях высота ее может составлять почти 2,5 метра. Нередко здесь наблюдаются такие опасные явления, как метели при низких температурах очень не благоприятны для населения, движения транспорта и многих других отраслей.

Отрицательно действуют метели на почвенный покров, при отсутствии снега, а, зачастую, это прибрежные участки и сопки и песчаные косы, с которых ветер беспощадно уносит в море и так не высокий слой плодородных почв в море.

Здесь болота формируются благодаря превышению осадков над испарением. Коэффициент увлажнения ($K_{увл}$), по Иванову, превышает 1,3. Распределение количества осадков по территории сведено в рисунке 2.9.



Рисунок 2. 9 — Распределение осадков по территории

Сравнение влияния сезонности показали, что летом их выпадает больше, чем в холодный период, хотя амплитуда высоты снежного покрова варьирует в значительных пределах от 50 см до 200 см [20, с. 52].

Разность среднемесячных показателей количества осадков, между самым сухим и влажным месяцем составляет — 74 мм.

Атмосферное давление в целом за год ниже нормы (таблица 2.7).

Таблица 2.7 — Атмосферное давление на уровне моря по месяцам и за год, гПа:

| год | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | год |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|---------------|---------------|----------|-----------|------------|---------------|
| 2020 | 1001.7 | 1000.8 | 1004.5 | 1008.3 | 1004.9 | 1009.2 | 1008.0 | 1006.2 | 1012.3 | 1010.2 | 1001.4 | 991.7 | 1004.9 |
| 2021 | 996.8 | 993.4 | 1005.4 | 1009.6 | 1007.3 | 1007.4 | 1010.0 | 1010.7 | 1010.7 | 1007.6 | 1006.9 | 998.5 | 1005.4 |
| Ср.1991-2020 | 998.9 | 998.6 | 1002.0 | 1005.2 | 1007.9 | 1008.1 | 1007.9 | 1007.9 | 1008.4 | 1006.3 | 1003.3 | 998.6 | 1004.4 |

Приближается к норме в летние и в первые месяцы осени (до 1008- 1012 гПа), а зимой несколько ниже.

3 Пространственно-временная изменчивость температурно-влажностного режима Камчатки

3.1 Статистика температурного режима в последние десятилетия

В данной главе рассмотрены результаты сравнительного анализа изменчивости показателей температуры и режима влажности на Камчатке. Анализ проведен по температуре за 1951–2009 гг., а суммы осадков по месяцам за период с 1956 по 2009 г.

Метеостанции расположены на разных высотах и уровнях и различаются по характеру подстилающей поверхности (рисунок 3.1).

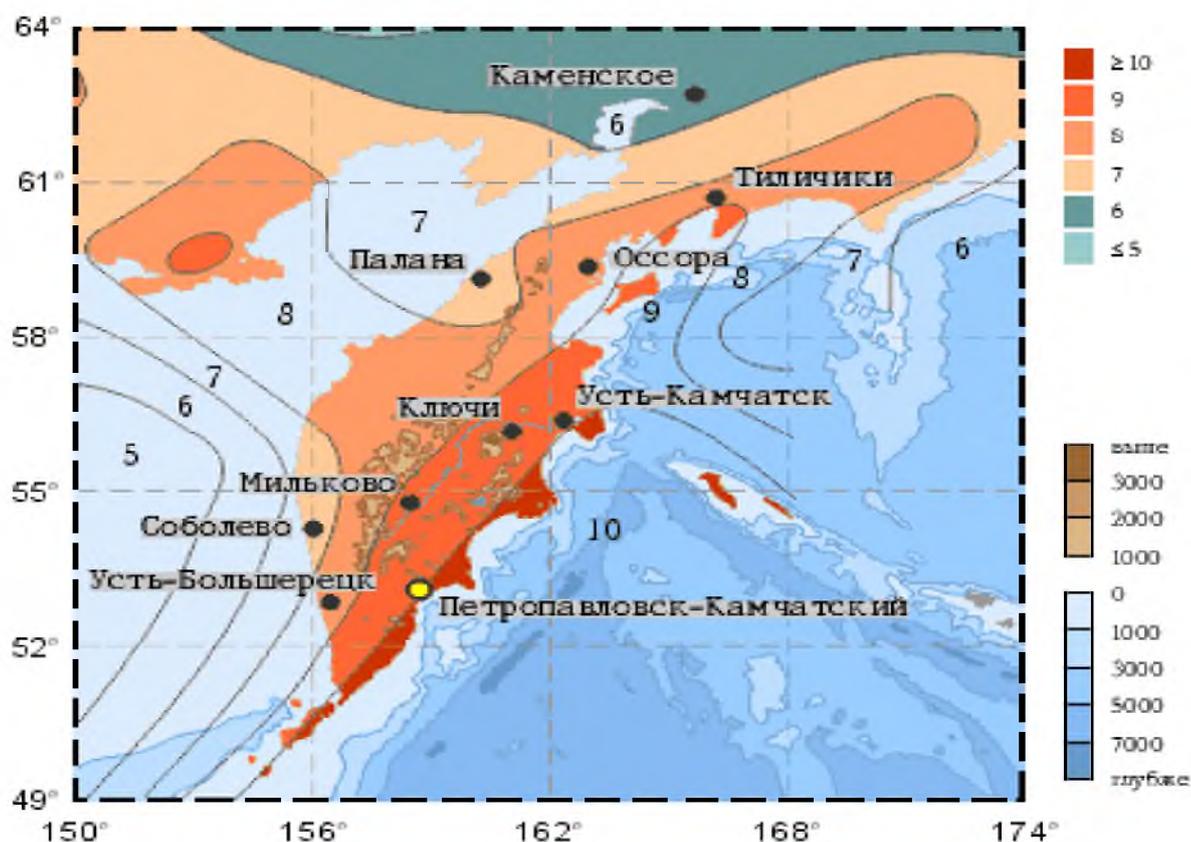


Рисунок 3.1 — Основные метеостанции Камчатского УГМС

Анализ температуры воздуха и атмосферных осадков в основном проведен по данным десяти метеорологических станций.

Оценка и анализ изменчивости проведен по осредненным данным.

Характер изменчивости температурного режима с 1911 по 2021 годы по Камчатке сведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 — Изменчивость среднемесячной и годовой температуры °С,

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | за год |
|------|-------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|--------|
| 1911 | -7.3 | -11.4 | -5.9 | -2.4 | 1.3 | 6.9 | 10.0 | 10.9 | 8.7 | 2.2 | -1.8 | -8.0 | 0.3 |
| 1922 | -10.3 | -10.0 | -6.5 | -2.1 | 2.5 | 9.7 | 11.5 | 12.3 | 10.0 | 2.7 | -2.4 | -8.2 | 0.8 |
| 1932 | -14.4 | -10.1 | -5.8 | -1.9 | 2.2 | 8.1 | 11.9 | 11.9 | 9.4 | 5.1 | 0.3 | -5.7 | 0.9 |
| 1933 | -12.9 | -9.2 | -5.4 | -1.4 | 4.3 | 7.5 | 12.8 | 14.7 | 10.6 | 5.2 | -0.9 | -0.3 | 2.1 |
| 1942 | -7.0 | -8.6 | -8.5 | -2.8 | 3.1 | 6.6 | 13.3 | 13.8 | 9.5 | 5.4 | 2.1 | -1.8 | 2.1 |
| 1952 | -8.5 | -9.5 | -5.4 | 0.0 | 4.0 | 8.0 | 12.7 | 13.2 | 10.4 | 5.9 | -4.8 | -7.6 | 2.5 |
| 1962 | -5.9 | -8.8 | -4.0 | 1.8 | 5.4 | 9.8 | 13.2 | 13.4 | 11.4 | 4.7 | -2.3 | -4.6 | 2.8 |
| 1972 | -11.2 | -4.6 | -2.4 | 0.4 | 4.7 | 8.2 | 11.1 | 12.6 | 9.5 | 5.0 | -4.0 | -4.3 | 2.1 |
| 1982 | -8.0 | -3.7 | -4.4 | 0.8 | 4.6 | 8.6 | 12.4 | 13.1 | 10.2 | 4.9 | -2.1 | -6.9 | 2.5 |
| 1992 | -8.0 | -9.4 | -3.1 | 1.4 | 5.4 | 10.9 | 14.8 | 13.6 | 9.4 | 7.1 | 1.9 | -3.5 | 3.4 |
| 2002 | -6.3 | -6.7 | -4.6 | 1.3 | 6.5 | 8.5 | 11.3 | 11.3 | 11.2 | 4.4 | -1.1 | -6.0 | 2.5 |
| 2003 | -6.9 | -5.2 | -3.1 | 0.8 | 4.6 | 10.1 | 14.5 | 13.5 | 10.2 | 6.6 | -0.8 | -4.6 | 3.3 |
| 2004 | -5.4 | -3.8 | -2.2 | 0.8 | 5.3 | 9.2 | 11.2 | 12.9 | 11.3 | 4.3 | -1.0 | -4.3 | 3.2 |
| 2005 | -6.4 | -6.0 | -2.1 | 0.8 | 4.8 | 9.5 | 13.4 | 14.1 | 10.7 | 5.9 | 1.3 | -5.3 | 3.4 |
| 2006 | -3.8 | -9.5 | -3.8 | -0.8 | 3.9 | 11.0 | 12.0 | 15.5 | 11.3 | 5.0 | 1.6 | -7.3 | 2.9 |
| 2007 | -7.7 | -7.4 | -1.1 | -0.2 | 4.2 | 9.3 | 11.1 | 13.6 | 10.4 | 5.1 | -0.3 | -6.0 | 2.6 |
| 2008 | -7.2 | -6.4 | -2.0 | 1.3 | 4.4 | 10.8 | 13.6 | 13.8 | 12.2 | 5.2 | 0.0 | -2.4 | 3.6 |
| 2009 | -5.7 | -6.0 | -3.9 | 0.4 | 4.2 | 12.1 | 14.4 | 14.3 | 10.2 | 5.9 | -1.9 | -5.3 | 3.2 |
| 2010 | -6.7 | -6.0 | -5.9 | -2.2 | 4.7 | 10.2 | 13.0 | 14.3 | 10.6 | 5.0 | -0.3 | -0.5 | 3.0 |
| 2011 | -5.9 | -6.7 | -2.0 | 0.6 | 4.7 | 8.9 | 13.6 | 15.5 | 11.3 | 5.4 | -0.8 | -7.0 | 3.1 |
| 2012 | -7.3 | -8.0 | -5.1 | 0.3 | 5.2 | 11.3 | 13.8 | 15.2 | 10.4 | 5.6 | 0.9 | -3.8 | 3.2 |
| 2013 | -4.9 | -5.7 | -4.4 | 0.2 | 4.1 | 10.9 | 16.1 | 14.5 | 11.1 | 3.8 | 0.5 | -2.0 | 3.7 |
| 2014 | -7.7 | -4.2 | -3.3 | 1.7 | 5.0 | 10.7 | 12.5 | 14.3 | 11.5 | 6.6 | -0.3 | -4.8 | 3.5 |
| 2015 | -3.7 | -3.1 | -2.7 | -0.1 | 5.1 | 8.2 | 12.8 | 13.8 | 11.9 | 6.7 | -1.7 | -6.2 | 3.4 |
| 2016 | -10.0 | -10.3 | -2.9 | 0.6 | 5.5 | 10.0 | 13.9 | 16.0 | 10.6 | 4.5 | -1.0 | -4.4 | 2.7 |
| 2017 | -6.8 | -2.5 | 0.4 | 1.4 | 5.8 | 9.6 | 13.6 | 14.4 | 10.7 | 4.8 | 0.3 | -4.6 | 3.9 |
| 2018 | -5.3 | -4.1 | -4.3 | 0.5 | 5.5 | 8.4 | 14.0 | 13.6 | 11.3 | 6.9 | 0.3 | -5.4 | 3.5 |
| 2019 | -5.9 | -7.6 | -4.0 | 1.7 | 5.7 | 8.4 | 13.1 | 13.5 | 10.8 | 5.2 | 0.6 | -5.1 | 3.0 |
| 2020 | -5.2 | -6.0 | -1.4 | 1.6 | 5.7 | 10.0 | 14.1 | 12.8 | 11.2 | 6.8 | 0.6 | -5.6 | 3.7 |
| 2021 | -7.4 | -4.7 | -2.7 | 2.1 | 5.9 | 10.3 | 15.8 | 14.4 | 11.1 | 5.3 | 0.7 | -3.2 | 4.0 |

При исследовании, в качестве сезонов были приняты следующие условности (рисунок 3.2).

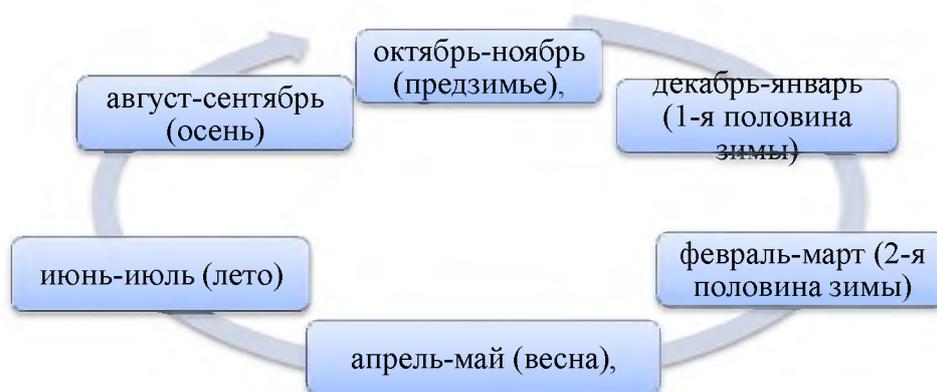


Рисунок 3.2 - Условно принятый режим сезонов

То есть, вместо общепринятых четырех сезонов, в силу разнообразия климатического районирования в наших исследованиях выделили шесть категорий.

Климат северного района характеризует метеостанции: Каменское; западного района — Усть-Хайрюзово, Ича, Соболево;

Климат восточного района — Корф, Оссора, Петропавловск, маяк;

Климат района долины р/ Камчатка — Долиновка;

Климат горного района — станция Начики и южного района — станция Лопатка, мыс.

Рисунок 3.3 — Условно отнесенные к климатическим зонам м/станции

Более 90 % исследуемых станций расположены на равнинах (на высоте н.у.м. от 5-40 м). Исключение составили станции Долиновка (101 м), Петропавловска, маяк (126 м) и горной станции Начики (317 м) (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Пункты реперных районов

Между тем, выбор станций кои были применены в работе, распределены равномерно и максимально отображают разнообразие ландшафтов Камчатки.

По данным наших исследований, осадки по территории и по сезонам распределяются неравномерно.

Что касается оценки распределения осадков по ландшафтам региона, полностью подтверждают обзор литературных источников исследований в этой области.

Максимум отмечен на восточных и наветренных склонах гор юга полуострова (до 2500 мм в год) (рисунок 3.5).

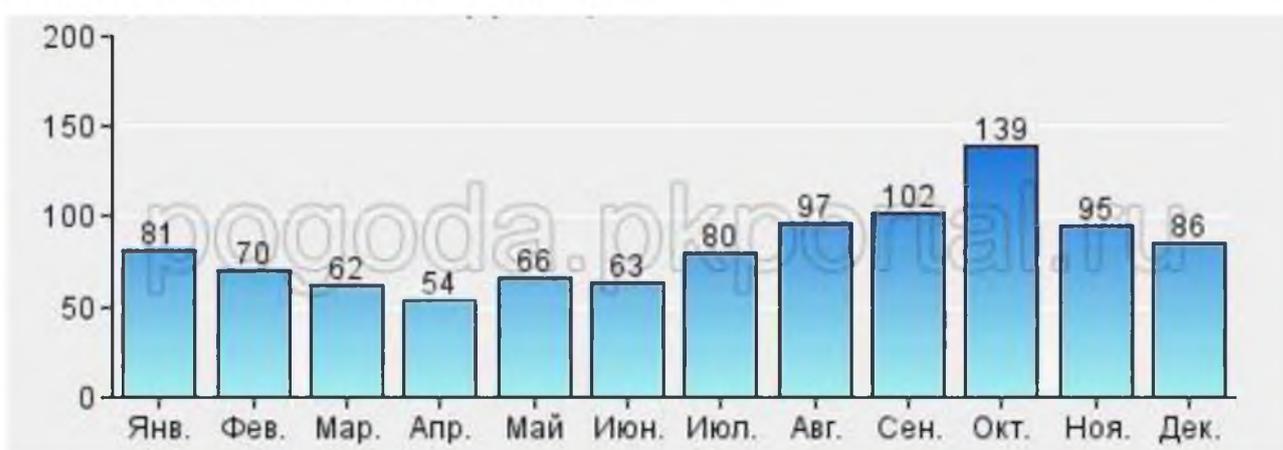


Рисунок 3.5 — Среднее количество осадков в Камчатском крае

Если анализировать проявление сезонности, то относительно повышенное количество прослеживается в сентябре, октябре и несколько меньше в зимние месяцы.

Средняя дневная температура представлена на рисунке 3.6.

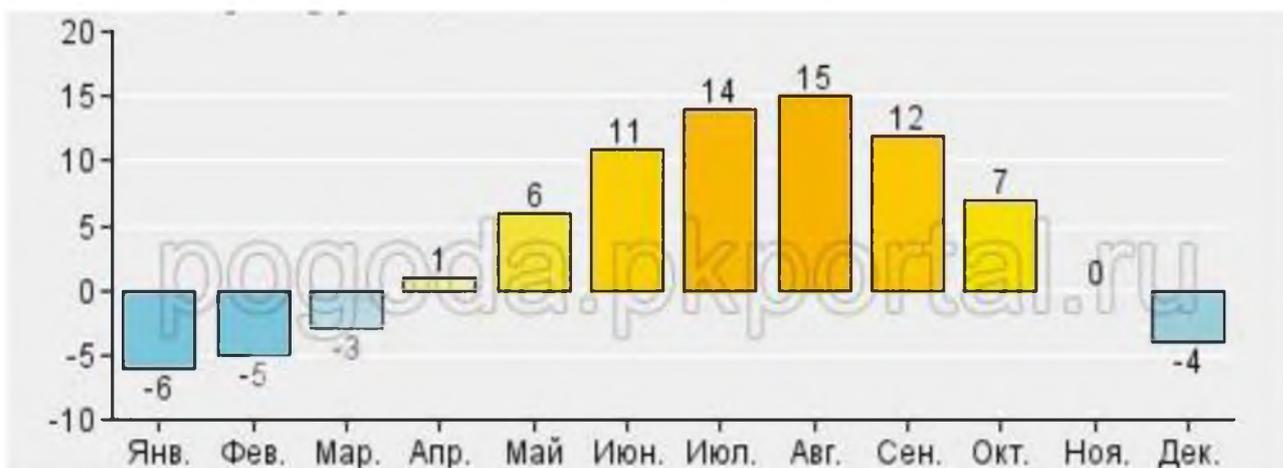


Рисунок 3.6 — Средняя температура днем в Камчатском крае

Учитывая континентальность климата, амплитуда колебаний дневных и ночных температур существенная (рисунок 3.7).

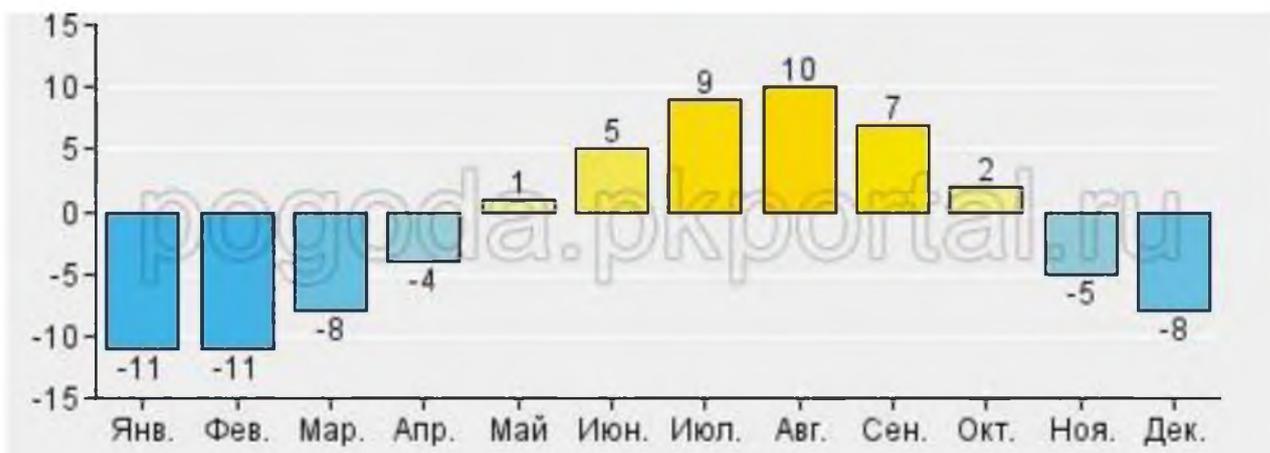


Рисунок 3.7 — Средняя температура ночью в Камчатском крае

Так если положительные дневные температуры начинаются с апреля по июль, то ночью они наблюдаются только с мая по октябрь

Следовательно, характеристика месячных, сезонных и годовых временных рядов температуры воздуха за редким исключением близки к нормальному распределению и совпадения составляют 81 %.

На основании этого к эмпирическим рядам температуры и осадков возможно применение различных параметрических критериев.

Оценка статистической однородности рядов температуры воздуха проводилась с привлечением автокорреляционной функции и статистических критериев согласия Каппа-Фишера, Бартлетта-Колмогорова-Смирнова. Это позволило выявить неоднородность во многих температурных рядах, связанную, скорее всего, с наличием климатического тренда. Некоторые ряды температуры воздуха первой половины зимы и осени являются однородными.

В отличие от температурных рядов, ряды годовых сумм осадков являются в основном однородными, как показали результаты тестирования по статистическим критериям Фишера, Стьюдента.

Проведенные ранее исследования температурного режима Камчатки показали, что средние многолетние годовые температуры воздуха на полуострове за исключением юго-восточного и южного побережья

отрицательны.

Корреляция между годовыми температурами на исследуемых станциях полуострова высокая ($r = 0,7-0,9$), однако теснота связи между рядами средне-месячных температур несколько уменьшается в теплое время года (май-август), тем не менее, она является значимой. Это позволяет вычислить статистически обоснованную среднюю в масштабе Камчатки температуру воздуха по результатам наблюдений на привлекаемых в работе станциях.

По средней температуре самыми холодными были 1964, 1953, 1958, 1967 и 1954 годы, а самыми теплыми — 2005, 2003, 2008, 1997 и 1996 гг., т.е. теплые годы отмечались после середины 1990-х гг. Это подтверждает происходящий на Камчатке процесс потепления, наиболее ярко выраженный в последние десятилетия.

Скорость повышения вычисленной средней по Камчатке температуры воздуха на протяжении последних 60 лет в среднем составила $0,24\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет, причем начиная с 1980-х гг. она увеличилась до $0,37\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет, а внутри этого 30-летнего периода быстрее всего температура повышалась с 1981 по 1990 г. ($0,60\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет).

Интенсивнее всего потеплело на западном, восточном побережьях, в долине р. Камчатка и горном районе ($1,2-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 60 лет), а на крайнем юге и севере потеплело менее всего ($0,6-0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 60 лет).

В теплое полугодие скорость повышения температуры не-велика (от $0,15$ до $0,41\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет) по сравнению с холодным периодом ($0,43-0,99\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет). Похолодание отмечается только на крайнем севере и северо-востоке Камчатки в 1-ю половину зимы.

На фоне потепления отмечается повсеместное уменьшение годовых амплитуд температуры, наиболее выраженное на севере и западном побережье (на $12-16\%$), а наименее — во внутренних районах (на 3%). Этот факт указывает на некоторое уменьшение «континентальности» климата и на возрастающую демпфирующую роль морей, омывающих Камчатку [21, с.506].

Одновременно контраст температур между восточным и западным

побережьями на юге полуострова уменьшился на $0,9^{\circ}\text{C}$, что обусловлено большей скоростью повышения температуры воздуха на западном побережье по сравнению с восточным.

3.2 Динамика изменчивости метеорологических данных за последние годы

Сравнение изменчивости температуры воздуха (для этого привлекалось стандартное отклонение) двух тридцатилетних периодов (1951–1980 и 1981–2009 гг.) показало, что выявленное значительное потепление во 2-ю половину зимы на Камчатке происходит на фоне межгодовой «стабилизации» сезонных температур, а летом и осенью незначительные темпы повышения температуры — на фоне увеличения экстремальности климата.

В масштабе годовых температур воздуха произошло уменьшение изменчивости в южной части полуострова, а увеличение — в центральной и северной частях. Самое интенсивное потепление на исследуемой территории наблюдается в марте и ноябре ($0,57$ и $0,50^{\circ}\text{C}/10$ лет), оно в $3,0$ – $3,5$ раза больше аналогичного для Северного полушария (таблица 3.2).

В декабре и январе темпы повышения температуры значительно ниже средних по полушарию ($0,08$ по сравнению с $0,14^{\circ}\text{C}/10$ лет).

Таблица 3.2 — Средние темпы потепления климата (a) в Северном полушарии, на Камчатке и ошибки их определения ($\pm m(a)$), $^{\circ}\text{C}/10$ лет

| Пространственный масштаб осреднения | | Месяц | | | | | | | | | | | | Всего за год |
|---------------------------------------|------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|--------------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| Северное полушарие (Важнова, 2013) | a | 0,13 | 0,16 | 0,18 | 0,15 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,145 | 0,13 | 0,142 |
| | $\pm m(a)$ | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,021 | 0,02 | 0,014 |
| Камчатка | a | 0,08 | 0,24 | 0,57 | 0,23 | 0,20 | 0,24 | 0,13 | 0,11 | 0,13 | 0,29 | 0,50 | 0,07 | 0,24 |
| | $\pm m(a)$ | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,016 | 0,01 | 0,006 |

Одновременно с повышением температуры воздуха повышается температура поверхности океана (ТПО) прибрежных морей.

Так, средняя за 9 мес (апрель-декабрь) температура воды в реперном районе Охотского моря повысилась на 0,12 °C/10 лет. Причем наибольшее потепление ТПО наблюдается в апреле (0,30 °C/10 лет) и в октябре (0,21 °C/10 лет). По Г.В. Хену с соавторами (2008), наибольшие темпы потепления в этом районе Охотского моря отмечаются летом (август) и осенью (ноябрь).

Несоответствие этих сезонов потепления с нашими результатами обусловлено скорее всего выбором отличных от нашего исследования месяцев при изучении особенностей сезонного изменения ТПО.

Заметим, что по исследованиям Е.И. Устиновой с соавторами (2008) и нашим 2008 г. был аномально теплым для акватории Охотского моря за последние 60 лет.

Температура воздуха на западном побережье Камчатки и ТПО реперного района Охотского моря взаимосвязаны с апреля по ноябрь, наиболее тесные связи характерны для августа-ноября ($r = 0,5-0,6$). Тепловое влияние Охотского моря сказывается через 1–4 мес на температуре воздуха: в мае (сдвиг 1 мес), июне (сдвиг 2 мес) и октябре (сдвиг 4 мес).

В свою очередь по температуре воздуха на западном побережье в июне-августе и октябре возможно предсказание ТПО в реперном районе в последующий месяц ($r = 0,5-0,6$).

Средняя за апрель-декабрь ТПО в реперном районе Берингова моря повышается со скоростью 0,13 °C/10 лет, причем интенсивнее всего теплеет вода в октябре-декабре (0,16–0,22 °C/10 лет).

Г.В. Хен с соавторами (2008) подтверждают, что в этом районе Берингова моря темпы повышения ярче всего выражены осенью (ноябрь). Заметим, что, по исследованиям С.Ю. Глебовой (2011), весной за 1996–2009 гг. ТПО Берингова моря понижается.

Это не противоречит нашим результатам, поскольку в течение другого, более длительного периода, который мы исследуем (1951–2009 гг.), весенние

ТПО в реперном районе Берингова моря повышаются.

Для межгодовых колебаний сезонных и годовых температур воздуха Камчатки с помощью спектрального анализа выявлены циклы продолжительностью от 2 до 6 и от 12 до 15 лет. Существенный вклад в общую дисперсию дают три основных масштаба изменчивости — 2–3, 6–8 и 12–15 лет.

Климатическая норма (за 1956–2009 гг.) годового количества осадков на севере полуострова составляет от 400 до 450 мм, на западном побережье она меняется от 550 до 800 мм, на восточном — от 700 до 900 мм (таблица 3.3).

Таблица 3.3 — Статистические характеристики годовых сумм атмосферных осадков (1956–2009 гг.)

| Станция | Среднее | Медиана | Мода | Стандартное отклонение | Коэффициент эксцесса | Коэффициент асимметрии | Минимум | Максимум |
|---------------------|---------|---------|------|------------------------|----------------------|------------------------|---------|----------|
| Каменское | 395 | 388,0 | 354 | 105,5 | 2,97 | 0,96 | 180 | 806 |
| Усть-Хайрюзово | 549 | 539,0 | 434 | 124,8 | -0,22 | 0,47 | 342 | 878 |
| <u>Ича</u> | 686 | 665,0 | 626 | 167,4 | -0,69 | 0,24 | 382 | 1051 |
| Соболево | 794 | 793,0 | 738 | 130,0 | -0,91 | -0,21 | 538 | 1032 |
| Корф | 441 | 432,0 | 371 | 80,24 | -0,24 | 0,61 | 306 | 639 |
| <u>Оссора</u> | 680 | 680,0 | 686 | 132,9 | 1,11 | 0,04 | 291 | 1043 |
| Петропавловск, маяк | 901 | 873,0 | 807 | 140,6 | -0,38 | 0,33 | 653 | 1226 |
| Долиновка | 443 | 446,0 | 505 | 74,16 | -0,30 | -0,17 | 284 | 608 |
| <u>Начики</u> | 900 | 863,0 | 852 | 163,1 | -0,48 | 0,36 | 568 | 1263 |
| Лопатка, мыс | 834 | 832,5 | 938 | 209,1 | 0,91 | 0,31 | 335 | 1476 |

Наибольшее количество атмосферных осадков выпадает на наветренных склонах гор и юге полуострова (800–900 мм), а наименьшее — на севере и в долине р. Камчатка (около 400 мм). Стандартное отклонение годовых осадков велико — от 80 до 200 мм, однако коэффициент вариации составляет всего 16–27 %.

Годовой ход осадков различается в разных климатических районах: на севере, западном и юго-восточном побережьях он представлен одним максимумом и одним минимумом, а в остальных районах — хорошо выраженными основным и вторичным максимумами (таблица 3.4).

Таблица 3.4 — Годовой ход осадков в различных климатических районах Камчатки

| Климатический район | Минимум | Основной максимум | Вторичный максимум |
|----------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Западное побережье | Февраль-май | Июль-ноябрь | |
| Юго-восточное побережье | Февраль-май | Июль-ноябрь | |
| Северный район | Апрель-май | Август | |
| Северо-восточное побережье | Декабрь и апрель | Сентябрь | Январь |
| Долина р. Камчатка | Декабрь и апрель | Сентябрь | Январь |
| Горный и южный районы | Апрель-май, декабрь | Январь | Сентябрь |

Следует отметить, что самая значительная амплитуда годового хода (80–100 мм) характеризует режим осадков на западном побережье и в горном районе, а наиболее сглажен годовой ход на севере и северо-восточном побережье (амплитуда составляет около 40 мм).

Характерной особенностью для всего полуострова следует считать наличие годового минимума в апреле-мае, что связано с особенностями весенней циркуляции: в это время циклоническая активность над морями ослабевает, а антициклоническая, наоборот, усиливается.

На большей части территории, за исключением юго-востока полуострова, в теплое полугодие (с апреля по сентябрь) осадков выпадает больше, чем в холодное полугодие.

Однако отмечаются годы (от 2 до 4 лет на каждой станции) с превышением суммы осадков холодного полугодия. Эти нарушения наблюдались в середине 1960-х, начале 1970-х, в 1990-е и в 2005–2007 гг.

На самом юге, в горном районе и на юго-восточном побережье сумма осадков за холодное полугодие превышает осадки теплого полугодия в 1,2–2,0 раза, это указывает на более активную циклоническую деятельность над юго-востоком полуострова в холодное полугодие по сравнению с теплым.

Обычно значительные аномалии сезонных сумм осадков редко охватывают всю Камчатку. Так, в холодное полугодие экстремально «сухие» е.с.с. ни разу не отмечались одновременно на всем полуострове, лишь во второй половине зимы 2000 г. и в предзимье 2002 г. (за исключением юго-восточного побережья).

В теплое полугодие эти совпадения встречались чаще. Так, весна 1984 и 1988 гг., лето 1956 г. и осень 1957 г. были экстремально «сухими» по всему полуострову.

Обычно экстремально «сухие» сезоны в определенном климатическом районе не повторяются друг за другом, исключение составил 1957 г. на северо-востоке и 1997 г. в долине р. Камчатка, когда экстремально «сухое» лето сменилось экстремально «сухой» осенью, а также 1984 г. на западе полуострова, когда экстремально «сухая» весна следовала за экстремально «сухой» второй половиной зимы (таблица 3.5).

Таблица 3.5 — Годы экстремально «сухих» естественных синоптических сезонов в климатических районах Камчатки

| Естественный синоптический сезон | Запад | Северо-восток | Юго-восток | Долина р. Камчатка |
|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Предзимье | 1959, 1976, 1988, 1991, 2002 | 1977, 1981, 1984, 2001, 2002 | 1960, 1961, 1977, 1992, 2004 | 1964, 1992, 1997, 2002, 2003 |
| 1-я половина зимы | 1961, 1974, 1985, 1999, 2005 | 1959, 1975, 1988, 2006, 2009 | 1963, 1964, 1979, 1987, 1993 | 1973, 1983, 1985, 2006, 2007 |
| 2-я половина зимы | 1964, 1984, 1988, 1994, 2000 | 1960, 1961, 1993, 1998, 2000 | 1962, 1975, 1978, 1998, 2006 | 1960, 1961, 1987, 2000, 2006 |
| Весна | 1974, 1975, 1984, 1988, 1996 | 1979, 1984, 1988, 1993, 2005 | 1968, 1971, 1977, 1984, 1988 | 1957, 1971, 1975, 1984, 1988 |
| Лето | 1956, 1964, 1983, 1998, 2009 | 1956, 1957, 1970, 1986, 1987 | 1956, 1980, 1993, 2008, 2009 | 1956, 1981, 1993, 1997, 1998 |
| Осень | 1957, 1959, 1963, 1971, 1985 | 1957, 1965, 1986, 1997, 2005 | 1957, 1961, 1962, 1990, 1991 | 1964, 1992, 1997, 2002, 2003 |
| Год | 1956, 1988, 1991, 1998, 2009 | 1985, 1986, 1988, 1993, 1998 | 1963, 1992, 2000, 2004, 2009 | 1981, 1985, 1992, 1993, 2006 |

Экстремально низкие годовые суммы осадков одновременно наблюдались на северо-востоке и в долине р. Камчатка в 1985 и 1993 гг.; на западе и северо-востоке в 1988, 1998 и 2009 гг.; на юго-востоке и в долине реки Камчатка в 1992 г. (таблица 3.6).

Таблица 3.6 — Годы экстремально «влажных» естественных синоптических сезонов в климатических районах Камчатки

| Естественный синоптический сезон | Запад | Северо-восток | Юго-восток | Долина р. Камчатка |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Предзимье | 1957, 1970 , 1979, 1989, 1990 | 1956, 1965 , 2007, 2008, 2009 | 1976, 1981, 1995 , 2002, 2008 | 1956 , 1965, 1973, 1976, 2008 |
| 1-я половина зимы | 1968, 1971, 972, 1978, 1982 | 1957, 1989, 1997, 2005, 2008 | 1956 , 1968, 1971, 1996, 2008 | 1960, 1965, 1968, 1996 , 2006 |
| 2-я половина зимы | 1966, 1972, 1976, 1996, 2007 | 1966 , 1973, 1990, 1995, 2003 | 1966, 1972, 1976, 1984, 2005 | 1966, 1970, 1974, 2003 , 2007 |
| Весна | 1959, 1962, 1964, 1972, 1987 | 1956, 1962 , 1963, 1992, 2009 | 1962 , 1963, 1986, 1990, 1994 | 1961, 1980, 1983, 1987, 1993 |
| Лето | 1977, 1978, 1984 , 1996, 2005 | 1962, 1963 , 1984, 1990, 2005 | 1961, 1962, 1985, 1991, 1998 | 1965, 1978, 1980 , 1984, 1994 |
| Осень | 1960, 1975, 1977 , 1981, 1982 | 1969, 1977 , 1979, 1980, 1984 | 1975, 1977, 1981, 1986, 2003 | 1969, 1970, 1977, 1979, 2005 |
| Год | 1966, 1977, 1978 , 1979, 1996 | 1963, 1966 , 1969, 1996, 2008 | 1976 , 1986, 1996, 2005, 2007 | 1965, 1969 , 1980, 1996, 2005 |

В теплое полугодие сезон осени 1977 г. был экстремально «влажным» на всей исследуемой территории; в 1969 и 1979 гг. — на северо-востоке и в долине р. Камчатка; в 1975 и 1981 гг. — на западе и юго-востоке. Экстремально «влажное» лето наблюдалось на всем восточном побережье в 1962 г., а в 1978 г. — на западе и в долине р. Камчатка. Экстремально «влажные» весны отмечались одновременно во всех пунктах восточного побережья в 1963 г., а в 1987 г. — в долине р. Камчатка и на западе.

В отличие от экстремально «сухих» сезонов, экстремально «влажные» чаще следуют один за другим. Всего было отмечено 9 таких ситуаций (в отличие от 2 — для экстремально «сухих»).

Эти ситуации показаны в таблице 3.6. Укажем, что в теплое полугодие такие смены сезонов случались чаще, чем в холодное. Интересно, что в 1972 г.

три сезона подряд на западе полуострова отмечалось экстремальное увлажнение (1 и 2-я половина зимы и весна). По совместному сочетанию аномалий температуры воздуха и атмосферных осадков (индекс S) в 84 % случаев в целом по Камчатке летние месяцы являются «нормальными». Повторяемости летних засух и месяцев с избыточным увлажнением практически одинаковы и составляют от 7 до 9 %.

Таблица 3.7 — Ситуации смены экстремально «влажных» естественных синоптических сезонов экстремально «влажными»

| Запад | Северо-восток | Юго-восток |
|-------------------|--|--|
| 1977 — лето-осень | 1962 — лето-осень 1963 — весна-лето 2008 — предзимье — 1-я половина зимы | 1962 — весна-лето 1981 — предзимье-осень 1986 — лето-осень 2008 — предзимье — 1-я половина зимы |

Засушливые месяцы чаще отмечаются в начале лета, чем в конце; максимальная повторяемость засух характерна для юго-восточных районов полуострова. Однако в июне в центральной части западного побережья вероятность засух является максимальной по всему полуострову (13 %). Избыточно увлажненные июни и августы чаще всего наблюдаются на северо-востоке Камчатки (таблица 3.8).

Таблица 3.8 — Повторяемость показателей засушливости и увлажненности климата летом (индекс S)

| Станция | Показатель засушливости | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|-------|--------------------|--------|-------|--------------------|--------|-------|--------------------|
| | Засуха | Норма | Избыток увлажнения | Засуха | Норма | Избыток увлажнения | Засуха | Норма | Избыток увлажнения |
| | Июнь | | | Июль | | | Август | | |
| Каменское | 5,6 | 88,9 | 5,5 | 7,3 | 81,5 | 11,2 | 5,6 | 85,2 | 9,2 |
| Усть-Хайрюзово | 3,3 | 96,3 | 0,4 | 7,4 | 87,1 | 5,5 | 5,5 | 87,1 | 7,4 |
| <u>Ича</u> | 13,0 | 77,8 | 9,2 | 5,5 | 83,4 | 11,2 | 5,6 | 88,9 | 5,5 |
| Соболево | 7,4 | 85,2 | 7,4 | 7,4 | 87,1 | 5,5 | 7,4 | 85,2 | 7,4 |
| Корф | 9,3 | 83,4 | 7,3 | 3,7 | 90,8 | 5,5 | 7,4 | 85,2 | 7,4 |
| <u>Оссора</u> | 9,3 | 77,8 | 12,9 | 7,4 | 85,2 | 7,4 | 5,5 | 83,4 | 11,1 |
| Петропавловск, маяк | 11,1 | 83,4 | 5,5 | 11,1 | 79,7 | 9,2 | 11,2 | 81,5 | 7,3 |
| Долиновка | 11,2 | 81,5 | 7,3 | 9,2 | 85,2 | 5,6 | 9,2 | 85,2 | 5,6 |
| <u>Начики</u> | 7,4 | 83,4 | 9,2 | 13,0 | 79,7 | 7,3 | 7,4 | 83,4 | 9,2 |
| Лопатка, мыс | 7,4 | 83,4 | 9,2 | 5,5 | 87,1 | 7,4 | 11,1 | 79,7 | 9,2 |

Зимы на Камчатке, согласно рассчитанному индексу S, в основном являются

«нормальными», поскольку повторяемость класса «норма» достигает по территории 74–90 %.

Следует отметить зимы 1995/1996 и 1996/1997 гг., когда одновременно на всех станциях индекс S был экстремально высок. В эти аномально теплые и влажные зимы аномалии месячных температур достигали 5–9 °С, а осадки составляли 160–240 % относительно нормы (таблица 3.9).

Таблица 3.9 — Повторяемость показателей засушливости и увлажненности климата зимой

| Станция | Показатель засушливости | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------|--------------------|--------|-------|--------------------|---------|-------|--------------------|
| | Засуха | Норма | Избыток увлажнения | Засуха | Норма | Избыток увлажнения | Засуха | Норма | Избыток увлажнения |
| | Декабрь | | | Январь | | | Февраль | | |
| Каменское | 7,4 | 83,3 | 9,3 | 7,4 | 88,9 | 3,7 | 5,6 | 87,0 | 7,4 |
| Усть-Хайрюзово | 3,7 | 90,7 | 5,6 | 1,9 | 90,7 | 7,4 | 1,9 | 85,1 | 13,0 |
| Ида | 9,3 | 81,4 | 9,3 | 9,3 | 83,3 | 7,4 | 5,6 | 85,1 | 9,3 |
| Соболево | 3,7 | 87,0 | 9,3 | 5,6 | 90,7 | 3,7 | 7,4 | 83,3 | 9,3 |
| Корф | 7,4 | 83,3 | 9,3 | 7,4 | 88,9 | 3,7 | 7,4 | 83,3 | 9,3 |
| Петропавло вск. маяк | 3,7 | 85,1 | 11,2 | 11,2 | 73,9 | 14,9 | 9,3 | 75,8 | 14,9 |
| Долиновка | 7,4 | 81,4 | 11,2 | 1,9 | 83,2 | 14,9 | 9,3 | 81,4 | 9,3 |
| Начики | 1,9 | 91,0 | 7,4 | 5,6 | 85,1 | 9,3 | 9,3 | 81,4 | 9,3 |
| Лопатка, мыс | 3,7 | 87,0 | 9,3 | 5,6 | 85,1 | 9,3 | 5,6 | 90,7 | 3,7 |

Годовые суммы осадков изменяются на полуострове неоднозначно: на севере, западном и северо-восточном побережьях, в долине р. Камчатка и на крайнем юге наблюдается уменьшение осадков; на восточном побережье и в горном районе, наоборот, отмечается некоторое увеличение.

Выявленные изменения в динамике годовых и сезонных осадков являются неустойчивыми, за исключением тенденций осадков предзимья (на половине станций тренды статистически значимы). На крайнем юге полуострова уменьшение атмосферных осадков устойчиво во все сезоны, за исключением второй половины зимы.

Повышение атмосферных осадков отмечается осенью (за исключением северо-востока) и в предзимье (только на юго-востоке), а уменьшение — в остальные е.с.с. (таблица 3.10).

Таблица 3.10 — Значения критерия Стьюдента (t), характеризующие значимость линейных трендов (выделены значимые $t \geq t_{\text{крит}}$)

| Станция | Естественные синоптические сезоны | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | Предзимье | 1-я половина зимы | 2-я половина зимы | Весна | Лето | Осень | Год |
| Каменское | -3,07 | -0,22 | -1,30 | -0,41 | 0,73 | 1,14 | -1,26 |
| Усть-Хайрюзово | -0,93 | -3,40 | 0,73 | -0,97 | -0,27 | 1,36 | -0,65 |
| Ича | -2,24 | -1,67 | 0,07 | -2,78 | -0,72 | 0,15 | -1,99 |
| Соболево | 0,16 | -0,88 | 0,85 | -1,60 | -1,00 | 2,04 | 0,19 |
| Корф | -0,46 | 1,58 | -0,54 | -1,03 | 0,41 | 0,52 | 0,24 |
| Оссора | -1,57 | 0,51 | -0,98 | -2,10 | -0,03 | -0,42 | -1,71 |
| Петропавловск, маяк | 2,54 | -0,51 | -0,17 | -0,57 | -0,63 | 1,83 | 1,18 |
| Долиновка | -2,47 | -0,16 | -0,66 | 0,00 | -0,81 | 0,82 | -1,13 |
| Начики | 0,89 | -0,37 | -0,82 | -1,34 | -0,11 | 2,56 | 0,57 |
| Лопатка, мыс | -3,39 | -3,16 | 0,18 | -2,52 | -2,49 | -3,98 | -6,24 |

Уменьшение годовых осадков на западе, северо-востоке полуострова и в долине р. Камчатка началось с начала 80-х гг. XX столетия, о чем свидетельствуют ветви спада на интегрально-разностных кривых аномалий годовых осадков. На юго-восточном побережье полуострова увеличение годовых осадков четко прослеживается с середины 90-х гг. XX столетия.

Естественный синоптический сезон осени (октябрь-ноябрь), как показано ранее, на западном, юго-восточном побережьях и в долине р. Камчатка характеризуется положительным трендом. Он обусловлен эпохой влажных месяцев, которая началась с середины 1960-х гг. на юго-востоке и в долине р. Камчатка, а с середины 1970-х гг. — на западе полуострова. Однако на фоне этой эпохи наблюдался относительно короткий период «сухих» осеней (в долине это 1980–1987 гг., на западе — 1984–1994 гг., на юго-востоке — 1989–1995 гг.). Отрицательный тренд в динамике осенних осадков на северо-востоке полуострова — результат вклада эпохи «сухих» сезонов, начавшейся с середины 80-х гг. XX столетия.

В динамике осадков сезона предзимье на северо-востоке, западе и в долине р. Камчатка выявлен устойчивый отрицательный тренд. Он обусловлен длительной эпохой «сухих» предзимий на северо-востоке и в долине р.

Камчатка с середины 1970-х до середины 2000-х гг., на западе полуострова — с начала 1980-х гг. по настоящее время (на фоне этой эпохи прослеживался 10-летний период влажных предзимий — с 1988 по 1998 г.).

Для получения картины изменения атмосферных осадков в целом по полуострову было произведено осреднение осадков по годовым и сезонным суммам на исследуемых станциях. Как показал корреляционный анализ, высокие значения коэффициентов корреляции между средними по Камчатке осадками и рядами годовых сумм осадков характерны практически для всех районов. Отметим, что в теплое полугодие средний по территории коэффициент корреляции выше ($r = 0,65-0,68$), чем в холодное ($r = 0,52-0,54$). Это свидетельствует о большей схожести временных рядов осадков в теплое полугодие по сравнению

Многолетняя динамика средних по территории атмосферных осадков характеризуется слабой отрицательной тенденцией. Основной вклад в снижение атмосферных осадков внесли три последних десятилетия, с 1981 по 2009 г.

Самыми влажными были 1966 и 1996 гг. (839–858 мм), а самыми сухими — 1988 и 1993 гг. (509–515 мм). Следует подчеркнуть, что частота смены экстремально низких осадков экстремально высокими в среднем по полуострову не изменилась в течение исследуемого периода.

Изменение индекса S , осредненного за летние месяцы, характеризуется устойчивым повышением засушливости как на западном, так и на восточном побережьях, а также в долине р. Камчатка. Следует отметить, что конец 1970-х гг. на западе и середина 1980-х гг. на востоке полуострова отличаются понижением индекса, что свидетельствует о повышении увлажненности летних месяцев в эти периоды. Тренд в динамике индекса S в зимние месяцы на всех станциях отсутствует.

Заключение

Камчатский край является субъектом Российской Федерации, входит в состав Дальневосточного федерального округа. Административным центром является город Петропавловск-Камчатский. Граничит Камчатский край на севере с Магаданской областью и Чукотским автономным округом.

Образован с 1 июля 2007 года в результате объединения Камчатской области и Корякского автономного округа. Камчатский край занимает территорию полуострова Камчатки, прилегающую часть материка, остров Карагинский и Командорские острова. Омывается с востока Беринговым морем Тихого океана, с запада – Охотским морем.

Основные реки: Камчатка, Пенжина, Таловка, Вывенка, Пахача, Апука, Укэляят. Озера: Таловское, Паланское.

Горные хребты: Срединный, Восточный, Ветвейский, Пенжинский, Пахачинский, Олюторский и др. Высоты: г. Хувхойтун, г. Ледяная, г. Острая, г. Шишель, сопка Тылеле.

Выводы:

1. В силу вытянутости местности полуострова Камчатка с севера на юг от 50° с.ш до 64° с.ш, разнообразия рельефа с выраженными около 300 крупных и средних вулканами, 29 из которых действующие, по характеру климатических особенностей, можно выделить следующие районы:

1.1 Восточное побережье с влажным и относительно мягким климатом, с наименее контрастными термическими условиями увлажнения. Зима мягкая и снежная, лето прохладное и дождливое.

1.2 Западное побережье с более холодной отрицательной среднегодовой температурой, и очень коротким летом.

1.3 Центральная Камчатская депрессия, отделенная от моря горными хребтами, характеризуется наиболее континентальным климатом: летом до +25– +30 °С, зимой до –40 и даже –50 °С.

1.4 Северные районы еще более холодные с минусовой среднегодовой

температурой до $-2,5^{\circ}\text{C}$.

2. В общей сложности климат характеризуется как суровый, в северной части края – субарктический, на побережьях – морской, во внутренних районах – континентальный. Зима продолжительная, снежная и морозная, средняя температура января – 24°C - 26°C . Лето короткое, прохладное и дождливое, средняя температура июля $+12^{\circ}\text{C}$ + 14°C . Количество осадков от 300 до 700 мм. в год.

3 Детальное исследование изменчивости температурно-влажностного режима показало, что температура воздуха на Камчатке устойчиво повышается, а суммы атмосферных осадков незначительно понижаются. Однако в различных климатических районах эти изменения проявляются по-разному:

3.1 Для западного района характерно самое значительное по сравнению с другими районами потепление, которое наиболее выражено во 2-ю половину зимы (февраль-март). Годовое количество атмосферных осадков характеризуется отрицательной тенденцией, значительнее всего осадки в этом районе понижаются в предзимье и весной, а осенью и во 2-ю половину зимы — незначительно повышаются.

3.2 На восточном побережье потепление ярче выражено на северо-востоке, при этом на крайнем северо-востоке (ст. Корф) в 1-ю половину зимы отмечается некоторое похолодание. Повышение годовых сумм осадков характерно для юго-востока, а понижение — для северо-востока. Особенности динамики сезонных осадков таковы: в предзимье (за исключением юго-восточной части), во 2-ю половину зимы и весной осадки уменьшаются, а осенью и в 1-ю половину зимы — увеличиваются.

3.3 В горном, южном районах и долине р. Камчатка наибольшее потепление произошло в предзимье и во 2-ю половину зимы. В горном районе небольшое увеличение годовых осадков обусловлено значительным их повышением осенью и в предзимье, а в другие е.с.с. осадки незначительно уменьшились.

3.4 В долине р. Камчатка и в южном районе годовые суммы атмосферных

осадков значительно уменьшились за счет их понижения в предзимье. Южный район выделяется на фоне других районов наибольшим уменьшением как годовых, так и сезонных осадков.

3.5 Для северного района полуострова характерно наименьшее по сравнению со всей территорией потепление, при этом в 1-ю половину зимы, как и на северо-востоке, наблюдается похолодание. Годовое количество осадков в этом районе уменьшилось, особенно существенно в предзимье, при этом осенью их количество увеличилось.

Результаты проведенных исследований будут полезны для оценки воздействия меняющегося температурно-влажностного режима на окружающую среду, а также могут быть использованы при составлении долгосрочных прогнозов погоды и гидрометеорологической обстановки в прибрежных районах Камчатки на предстоящий год.

Список использованной литературы

1. Алискеров, А.А. Системный подход к изучению и сохранению биоразнообразия Камчатки // Аргументы и факты. – 2012. - № 46 (август). – Прил.: АиФ-Камчатка. – 60 с.
2. Апрельков, С. Е., Ольшанская, О. Н. Тектоническое районирование Центральной и Южной Камчатки по геологическим и геофизическим данным // Тихоокеанская геология. — 1989. —№1. — С. 53–64.
3. Апрельков, С. Е., Ольшанская, О. Н., Иванова Г. И. Тектоника Камчатки // Тихоокеанская геология. — 1991. —№3. — С. 63–73.
4. Брайцева, О. А., Мелекесцев, И. В., Пономарева, В. В., Супержицкий, Л. Д., Литасова, С. Н. Возраст действующих вулканов Курило-Камчатского региона // Вулканология и сейсмология. —1994. — № 4–5. — С. 5–32.
5. Власов, Г. М., Ярмолюк, В. А., Жегалов, Ю. В. Некоторые основные вопросы тектоники Камчатки // Сов. Геология. — 1963. —№ 6. — С. 32–50.
6. Глебова, С.Ю. Циклоническая деятельность над Азиатско-Тихоокеанским регионом зимой и ее влияние на термические условия дальневосточных морей и северо-западной части Тихогоокеана // Метеорол. и гидрол. — 2011. — № 11. — С. 35–43.
7. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Камчатской области и Корякского автономного округа в 2020 г.». – Петропавловск-Камчатский, 2021. — 185 с.
8. Дмитриев, В. Д., Карбовский, В. А. Атомной плавучей станции в Авачинской губе – надежную гео- экологическую безопасность // Веков связующая нить : мат. XXII Крашенинник. чтений. Петропавловск-Камчатский, 2005. — С. 47–50.
9. Дмитриев, В. Д., Куда, Г. В., Болабко, Г. Т., Соловьев, Л. П. Геолого-геоморфологические особенности строения территории города Петропавловска-Камчатского и их учет при современном строительстве // Мат. научн. конф.

- молодых специалистов и ученых Камчатки. Петропавловск-Камчатский, 2019. — С. 237–240.
10. Добрецов, Н. Л., Ревердатто, В. В., Соболев, В. С. Фации метаморфизма. – М.: Недра, 1970. —462 с.
11. Жегалова, Г. В. Меланж в массивах габбро-норит-кортландитового комплекса Срединного хребта Центральной Камчатки // Геотектоника. — 1981. — № 3. — С. 105–110.
12. Звездов, В. С. Геология и генезис Кирганикского золото-медного месторождения Камчатки // Отечественная геология. — 1997. — № 5. — С. 13–18.
13. Зинкевич, В. П., Константиновская, Е. А., Цуканов, Н. В. Тектонические покровы северной части Валагинского хребта // Тихоокеанская геология. — 1989. — № 3. — С. 62–71.
14. Исаев А.А. Статистика в метеорологии и климатологии: монография. — М. : МГУ, 1988. — 248 с.
15. Камчатский край. Краеведческий сайт. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kamchatsky-krai.ru/geography/volcanoes/smelkova-volcano/2.htm> (дата обращения (11.10.2022)).
16. Нечаева, Н.А., Зданович, В.Ч. Внутренние воды Камчатки. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kamchatsky-krai.ru/geography/article/vnutrennie-vody.htm> (дата обращения (15.10.2022)).
17. Пономарев, В.И., Каплуненко, Д.Д., Дмитриева, Е.В. и др. Климатические изменения в северной части Азиатско-Тихоокеанского региона // Дальневосточные моря России. — М.: Наука, 2007. — Кн. 1: Океанологические исследования. — С. 17–48.
18. Сметанин, А.Н. Примечательные растения из природной флоры Камчатки / А. Н. Сметанин, В. Ф. Богоявленский. – Петропавловск-Камчатский. М.: Новая книга, 2012. – 360 с.
19. Тудрий, В.Д. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации: монография. — Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2007. — 162 с.

20. Устинова, Е.И., Глебова, С.Ю., Сорокин, Ю.Д. Гидрометеорологические условия даль-невосточных морей и СЗТО в 2008 г. // Вопр. промысл. океанол. — 2008. — Вып. 5, № 2. — С.48–67.
21. Хен, Г.В., Басюк, Е.О., Устинова, Е.И., Фигуркин, А.Л. Изменчивость и современное состояние климата дальневосточных морей // Мат-лы Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». — Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2012. — С. 498–508.
22. Чернышева, Л.С., Платонова, В.А. Расчёт и интерпретация основных климатических показателей отдельных метеорологических величин: учеб.-метод. пособие. — Владивосток: ДВГУ, 2009. — 88 с.
23. Шатилина, Т.А., Анжина, Г.И. Особенности атмосферной циркуляции и климата на Дальнем Востоке в начале 21-го века // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 152. — С. 225–239.
24. Шкаберда, О.А., Василевская, Л.Н. Оценка изменений температуры воздуха на Камчатке за последние 60 лет // Вестн. ДВО РАН. — 2013. — № 3. — С. 69–77.
25. Шунтов, В.П., Волков, А.Ф., Темных, О.С., Дулепова, Е.П. Экосистемы дальневосточных морей: монография. — Владивосток : ТИНРО, 1993. — 426 с.