



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
филиал ФГБОУ ВО «РГГМУ» в г. Туапсе

Кафедра «Метеорологии экологии и природопользования»

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

На тему «Климатические особенности Якутска»

Исполнитель: Ан Вячеслав Эдуардович

Руководитель: к.г.н., доцент Иошпа Александр Рувимович

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Цай Светлана Николаевна

« 19 » января 2026 г.



Туапсе  
2026

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1.1 Общая физико-географическая характеристика Якутска.....	5
1.2 Характеристика атмосферной циркуляции и ее влияние на климат .....	8
2 Исследование формирования климата и особенности метеорологических условий региона .....	18
2.1 Анализ климатических данных Якутска .....	18
2.2 Метеорологические условия региона за последние 25 лет.....	31
3 Особенности влияния климата на хозяйственную деятельность Якутска.....	40
3.1 Агрометеорологические особенности сельского хозяйства в Якутске..	40
3.2 Влияние климата на хозяйственную деятельность Якутска .....	53
Заключение .....	61
Список литературы .....	63

## Введение

Климат Якутска резко континентальный, с резко выраженными сезонами. Изучение климатических особенностей Якутска (Республики Саха (Якутия)) важно для понимания суровых условий региона. Якутск располагается в зоне вечной мерзлоты на 62-й параллели северной широты. Такое расположение города влияет на формирование специфических климатических условий, что важно для понимания и изучения климатических процессов в северных широтах.

Изучение климата Якутска (Республики Саха (Якутия)) важно для хозяйственной деятельности в разных сферах: сельском хозяйстве, промышленности, транспорте и социальной сфере. Суровые климатические условия региона (долгое и холодное лето, короткое и прохладное лето, экстремально низкие зимние температуры) влияют на жизнь и быт населения, а также на развитие инфраструктуры.

Актуальность исследования заключается в понимании, как климатические особенности влияют на хозяйственную деятельность, а длительный зимний период и низкие температуры затрудняют ведение хозяйства, требуют применения специальных технологий и оборудования.

Объектом исследования данной работы является климат Якутска.

Предметом работы являются климатические особенности Якутска.

Цель работы – проведение исследования в области климатических особенностей Якутска и их влияния на хозяйственную деятельность.

Для реализации цели выпускной квалификационной работы определены основные задачи:

- рассмотреть физико-географические особенности расположения Якутска;
- провести анализ климатических характеристик Якутска и выявить основные факторы, которые влияют на климат местности;
- выявить особенности экстремальных контрастов температур,

неравномерное распределение осадков, как направление ветров меняется в течение года;

- учесть, как рельеф и многолетняя мерзлота влияет на климатические показатели;

- объяснить и выявить как суровые условия климата влияют на жизнь местного населения;

- определить особенности влияния климата на хозяйственную деятельность региона исследования;

- на основании исследования сформулировать выводы и предложения для учета климатических условий в ведении хозяйственной деятельности региона.

# 1 Физико-географическая характеристика Якутска (Республики Саха (Якутия))

## 1.1 Общая физико-географическая характеристика Якутска

Республика Саха (Якутия) расположена в северо-восточной части Сибири, выходит к Северному Ледовитому океану, омывается морями Лаптевых и Восточно-Сибирским. Более 40% территории находится за Северным полярным кругом (рисунок 1.1)[3].

Протяжённость республики: с севера на юг – 2500 км, с запада на восток – 2000 км.



Рисунок 1.1 – Физико-географическая карта республики Саха (Якутия)[23]

Граничит с другими субъектами России: на востоке – с Чукотским автономным округом и Магаданской областью, на юго-востоке – с Хабаровским краем, на юге – с Амурской областью и Забайкальским краем, на юго-западе – с Иркутской областью, на западе – с Красноярским краем.

На севере естественные рубежи образуют моря Лаптевых и Восточно-

Сибирское. Общая протяжённость морской береговой линии – более 4,5 тыс. км.

К территории Якутии относятся Новосибирские, Большой и Малый Бегичевы, Медвежий острова

Республика Саха (Якутия) – район вечной мерзлоты (криолитозоны). Почти вся континентальная территория республики представляет собой зону сплошной многовековой мерзлоты, только на крайнем юго-западе она становится прерывистой (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Распространение многолетне-мерзлых пород в России [6]

Глубина промерзания района в среднем от 10 до 200 метров, но может достигать и более 500 метров. Температура верхних слоев почвосоставляет 0 °С, но с глубиной может снижаться до –10 °С и ниже.

Содержание льда – вечная мерзлота может содержать значительное количество льда, порой более 50% от общего объёма грунта.

Якутск – столица Республики Саха (Якутия) и находится в центральной части региона. Якутск расположен в долине Туймаада на левом берегу реки Лены, в среднем её течении. Климат резко континентальный, так как район находится в глубине материка, следовательно, Мировой океан не оказывает

никакого влияния[25].

Закрит для свободного доступа воздушных масс с востока и юга горными системами, с запада Среднесибирским плоскогорьем, а с севера открыт для арктических масс воздуха. Общая физико-географическая характеристика местности представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Общая физико-географическая характеристика Якутска

№ п/п	Показатель	Характеристика показателя
1.	Координаты	62°01'38" с. ш., 129°43'55"
2.	Высота над уровнем моря	98 м
3.	Рельеф	Разнообразен и включает равнины, плато, хребты и низменности.
4.	Равнины	Центральная якутская равнина (Центральная якутская низменность, Вилюйская низменность) – плоская сильнозаболоченная равнина с высотами до 400 м, расчленённая сетью речных долин. Повсеместно встречаются многолетнемерзлые породы. Распространены термокарстовые озёра, аласы (плоские понижения от десятков метров до нескольких километров в поперечнике) и булгуньяхи (мерзлотные формы рельефа в виде куполообразных возвышений высотой около 300-400 м с ледяным ядром)
5.	Плато	Вилюйское плато – приподнятый участок Среднесибирского плоскогорья в бассейне верхнего течения реки Вилюй. В рельефе преобладают слаборасчленённые платообразные денудационные поверхности (высота до 943 м), над которыми местами поднимаются останцовые вершины, сложенные траппами
6.	Хребты	Верхоянский хребет – протянулся параллельно берегам Алдана и Лены. Западные склоны обрываются к долинам Лены и Алдана уступом до 150-250 м. Восточные склоны постепенно переходят в Янское плоскогорье и Оймяконское нагорье. Хребет Черского – расположен восточнее Верхоянского хребта, высота – до 3147 м (гора Победа – высшая точка Якутии).
7.	Низменности	Яно-Колымская низменность – протянулась в пределы Колымского массива, находится в приморской зоне на севере
8.	Гидрография	расположен в долине реки Лены (долина Туймаада)
9.	Реки	Лена - главная водная артерия региона, пересекает Якутск с юга на север. Некоторые особенности реки в районе города: ширина в этом месте – 1,5–2 километра, глубина – до 15 метров. Берега высокие, покрыты вечномерзлыми породами. Малые притоки Лены (левобережные – реки Шестаковка, Мархинка, Хорогор и правобережные – реки Тамма и Мыла) периодически пересыхают в летнее время, а зимой перемерзают полностью, за исключением наиболее углублённых участков русла
10.	Озера	Много пойменных озёр и стариц. Некоторые из них: Белое; Сайсары; Тёплое; Талое; Хатынг-Юрях; Сергелях. Большинство озёр в городской черте – старицы, бывшие протоки Лены

## Продолжение таблицы 1.1

11.	Подземные воды	В районе Якутска локально распространены подземные водные потоки в пойменных отложениях. Под Городской и Адамовской протоками Лены есть надмерзлотный талик мощностью 24-30 м, контуры которого ограничены меженной водной поверхностью реки. Несмотря на наличие многолетнемерзлых пород и ограниченное распространение надмерзлотных таликов на пойме реки, содержащиеся в них подземные воды гидравлически связаны с поверхностными и подрусловыми водами Лены. Эта связь ярко проявляется во время половодья, когда в условиях подпора происходит восполнение запасов надмерзлотных вод пойменных таликов.
12.	Геологическое строение	Разнородно. Территория республики принадлежит преимущественно к двум крупнейшим тектоническим структурам – Сибирской платформе (западная и южная части) и Верхояно-Чукотской области мезозойской складчатости (восточная часть). Геологическое строение включает фундамент и осадочный чехол, а также связано с месторождениями полезных ископаемых.
13.	Тип почв	На надпойменных террасах в районе Якутска развиты черноземно-луговые и лугово-черноземные почвы, в пойме и на островах р. Лены – дерново-луговые аллювиальные почвы, характерные и для отдельных участков первой надпойменной террасы. В большинстве своем почвы засолены.
14.	Растительность	На островах и в пониженных частях поймы растут тальники, в ложбинах по иловатым отложениям поселяется полевой хвощ. С удалением от берега формируются разнотравно-злаковые луга. Кроме луговой растительности, на пойменной и частично надпойменных террасах распространены разнообразные кустарники и древесные породы: боярышник даурский, шиповник иглистый, ольховник кустарниковый и др. К западу и юго-западу от города окружающая местность занята древесными лесонасаждениями: березовыми рощами, сосновыми и лиственничными борами, перемежающимися с полянами суходольных лугов. К северу и югу от города расположены поля и суходольные луговые участки (в основном занимаемые сельскохозяйственными угодьями).
15.	Планировочная структура города	Радиально-кольцевая

Территория вокруг города в большей степени заболочена, на это влияет ровная поверхность территории и отсутствие уклонов местности[4].

### 1.2 Характеристика атмосферной циркуляции и ее влияние на климат

Особенностью циркуляции атмосферы в Якутии является то, что

циркуляция имеет ярко выраженный сезонный характер, в каждый сезон меняются свойства воздушных масс и направление повторяемости циклонов и антициклонов(таблица 1.2)[9].

Таблица 1.2 – Характеристика повторяемости различных барических образований в районе Якутска в %

Циклон								Антициклон					Суммарная повторяемость		Всего	
С Западной Сибири к устью Лены	С запада	С северо-запада	С юго-запада	Ньюфаундлендские циклоны	Ложбины северных циклонов	Восточный процесс	Южный процесс	Отрог азиатского антициклона на северо-восток	С северо-запада или севера	Отрог с северо-востока	Отрог антициклона с Охотского моря	С запада	Магдоградентные поля циклонов	антициклонов		
Зима																
1,0	8,6	8,0	0,4	1,2	2,1	10	1,0	20,2	3	6,8	0,2	1,0	2,0	32,4	31,0	
1	5	5	0	1	1	6	1	13	1	4	0	1	1	21	19	
Весна																
1,4	6,6	1,6	2,0	0	0,6	0,4	3,2	3	1	0,4	1,2	1,0	5,0	16,2	7,0	
1	4	1	1	0	0	1	2	2	1	0	1	0	3	10	4	
Лето																
1,8	6,6	1,2	1,6	0	0,6	1,2	5,4	0,6	3,2	0,6	2,2	1,4	10,6	19,4	8,0	
1	4	1	2	0	1	1	3	0	2	1	1	1	7	12	5	
Осень																
1,2	6	2,4	0,8	0	1,4	2,0	2,8	5,0	1	0,8	0,4	1,4	2,0	16,6	8,8	
1	4	1	1	0	1	1	2	3	1	1	0	1	1	10	6	
Год																
3,8	27,8	13	5,8	1,2	4,8	13,6	12,4	29	8	8,6	4,0	4,8	19,6	84,6	54,8	159
4	17	8	4	1	3	9	8	18	5	6	2	3	12	53	35	100

Примечание. Первая строка – число случаев, вторая строка – повторяемость барических образований в % от общего числа случаев за год.

В течение года преобладают циклоны, их процент составляет 53%. Антициклонов меньше, их процент – 35 (рисунок 1.3).

Характеристика повторяемости различных барических образований в районе Якутска в % по сезонам выглядит следующим образом: зимой циклонов и антициклонов примерно одинаково 21 19%.

Весной, летом и осенью циклонов практически одинаково: летом – 12%, весной и осенью – 10%.

Антициклоны характерны для зимы 19%, в другие сезоны от 4 до 6%. Малоградиентное поле характерно для лета (рисунок 1.4).

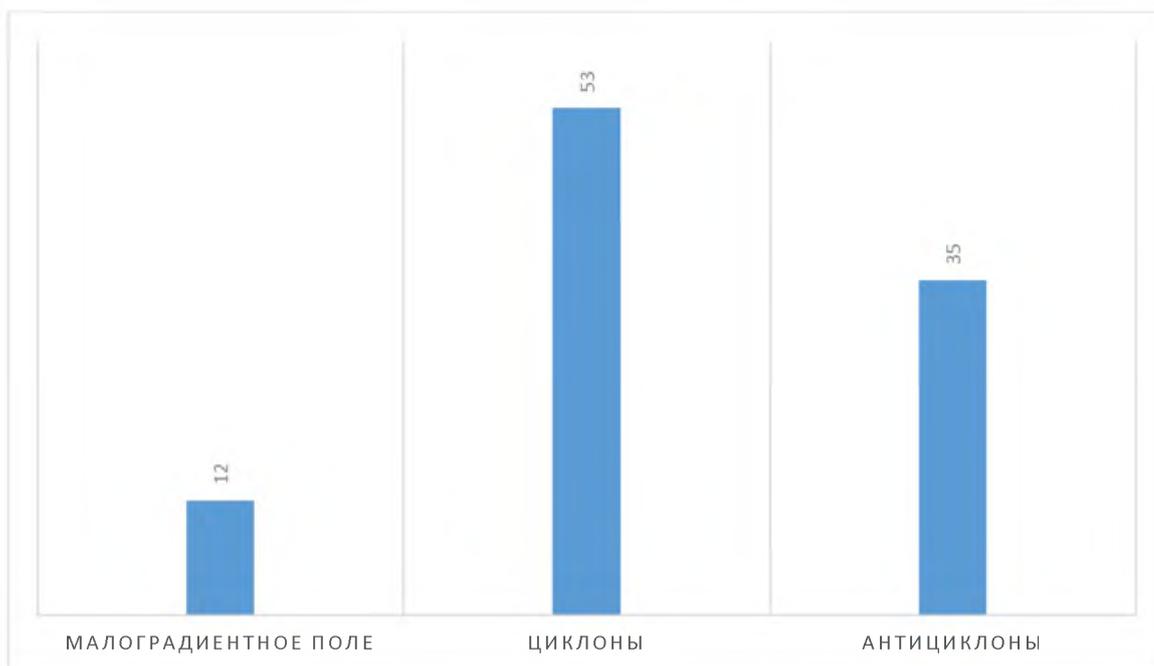


Рисунок 1.3 – Характеристика повторяемости различных барических образований в районе Якутска в % за год

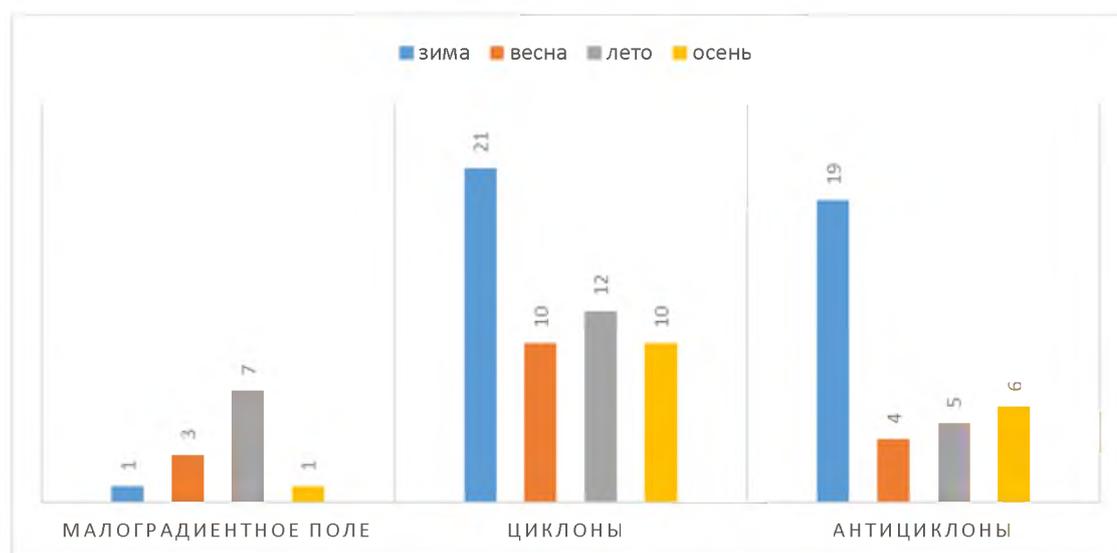


Рисунок 1.4 – Характеристика повторяемости различных барических образований в районе Якутска в % по сезонам

Движение циклонов и антициклонов над Восточной Азией отражает рисунок 1.5. А рисунок 1.6 отражает характеристику барических образований по сезонам.

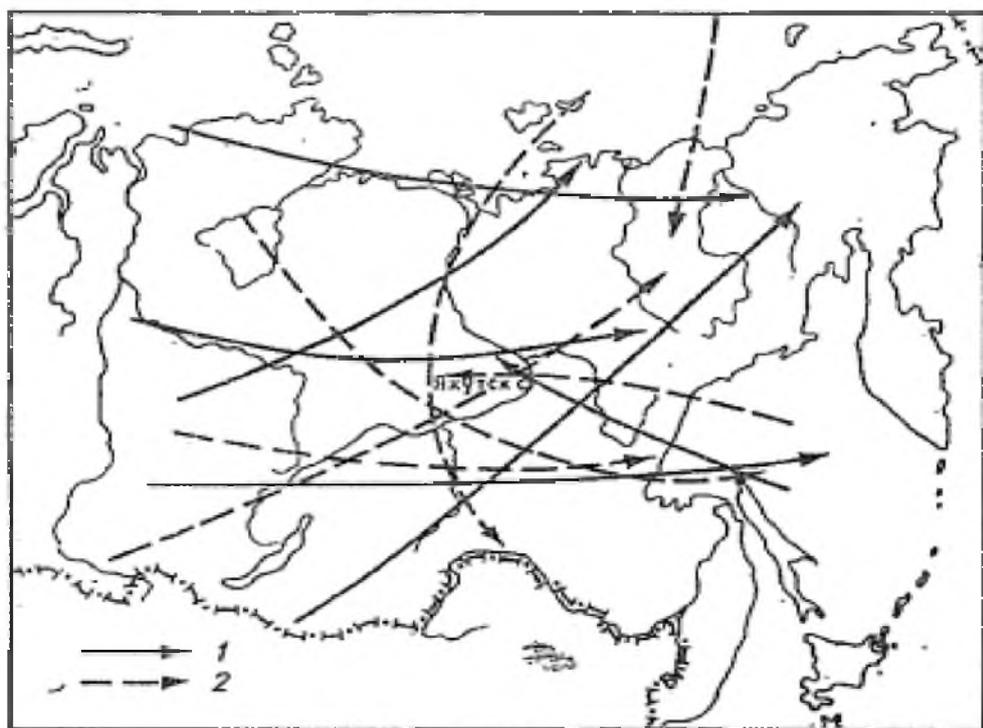


Рисунок 1.5 – Движение барических образований над Восточной Азией (1 – циклоны, 2 – антициклоны)[9]

Вопросы, связанные с тем, когда наступает синоптический сезон прорабатывали многие авторы. Результаты их исследований сведены в таблицу 1.3.[10].

Зимний период – основным барическим образованием, определяющим термический и ветровой режим, является Сибирский антициклон. В области высокого давления формируется воздух, характеризующийся чрезвычайной устойчивостью, очень низкими температурами в приземном слое, мощными и продолжительными приземными инверсиями, и малой влажностью

Весной – преобладающее направление движения циклонов и антициклонов – западное, Азиатский антициклон интенсивно разрушается

Летом – характерная особенность – выходы южных циклонов. В тылу южных циклонов осуществляется мощный заток арктического воздуха, что приводит в летний период к резким похолоданиям, а нередко и к заморозкам, а также наблюдается усиление ветров северных направлений

Рисунок 1.6 – Характеристика барических образований по сезонам

Естественные синоптические сезоны и искусственные синоптические периоды имеют сходства между собой на 75 % и более.

Таблица 1.3 – Средние многолетние даты начала естественных синоптических сезонов для Восточной Сибири и Дальнего Востока

Естественный синоптический сезон	Дата начала естественного синоптического сезона по данным различных авторов		
	С.Т. Пагава	Н.И. Сергеев	Н.М. Зазарова
Первая половина зимы	06.12	27.11	28.11
Вторая половина зимы	29.01	28.01	30.01
весна	01.04	28.03	29.03
Лето	01.06	30.05	27.05
Осень	06.08	12.08	04.08
Предзимье	09.10	10.10	05.10

Характеристика климата по классификации Б. П. Алисова в Якутске представлена на рисунке 1.7. Алисов относил Якутск к континентальной лесной области умеренной зоны.

В классификации учитывалась общая циркуляция атмосферы. Основная часть лесной зоны расположена во внутренних областях материка, которые удалены от тёплых морей.

Например, в России лесная зона умеренного климатического пояса занимает районы Севера, Сибири и Дальнего Востока[8].

Континентальность климата обусловлена тем, что в район Якутска почти не доходят воздушные массы ни с Атлантического океана из-за удаленности от него и защищенности горными массивами, хотя и преобладает общий западный перенос, ни с Тихого океана также из-за защищенности горными массивами с востока и северо-востока.

Наиболее открыт этот район для доступа арктического воздуха, но он достигает центральных районов Якутии сильно трансформированным и иссушенным.

В результате преобладающими воздушными массами в основные сезоны в Якутске являются континентальный воздух умеренных широт и арктический воздух (таблица 1.4).

Начиная с сентября континентальный воздух умеренных широт (полярный воздух) формируется над территорией Якутии в области отрога азиатского антициклона

От центра антициклона в октябре на Якутию вытягивается гребень высокого давления, ориентированный с юго-запада на северо-восток. Здесь он усиливается и часто обособляется в самостоятельное ядро

Разрушение антициклона среди зимы – явление редкое. Воздушная масса, формирующаяся в нем, отличается чрезвычайно низкими температурами и малым влагосодержанием. В течение почти двух зимних месяцев абсолютная влажность не превышает  $0,2 \text{ г/м}^3$ , относительная влажность находится в пределах 70-75 %. Наличие антициклона обуславливает ясную морозную со слабым ветром погоду

Рисунок 1.7 – Характеристика климата по классификации Б. П. Алисова в Якутске осенью и зимой

Таблица 1.4 – Повторяемость воздушных масс в днях и %

Сезон	Характеристика	Среднеазиатский (туранский) (зимой полярный) воздух	Воздух умеренных широт		Арктический воздух	Всего
			континентальный	морской		
Зима	Число дней	3	403	62	179	647
(XI-III)	Повторяемость, %	0,4	62,3	9,6	27,7	100
Лето	Число дней	32	324	18	85	459
(VI-VIII)	Повторяемость, %	7,0	70,6	3,9	18,5	100

Сравнительная характеристика повторяемости воздушных масс в % зимой и летом представлена на рисунке 1.8 из которой видно, что и зимой и летом преобладает континентальный воздух. На втором месте идет арктический воздух, затем морской и затем уже среднеазиатский.

Циклоны, возникающие или регенерирующие на арктическом и полярном фронтах, оказывают влияние на погоду в Якутске лишь своими ложбинами. В основном их траектории направлены вдоль побережья северных морей (моря Лаптевых, Восточно-Сибирского моря) или же со среднего течения Оби и

Енисей на устье Лены. Если же арктический фронт опускается до 60 параллели, то центральных районов Якутии достигают западные циклоны. Их влияние проявляется чаще всего в повышении температуры воздуха и выпадении незначительного количества осадков.

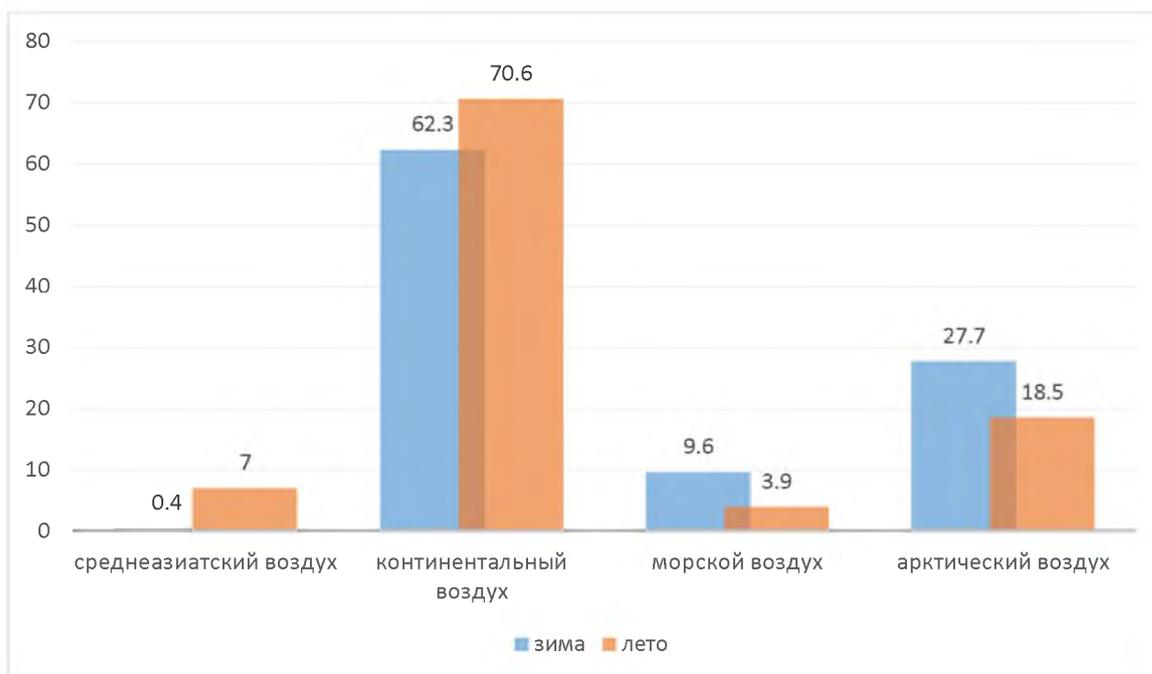


Рисунок 1.8 – Сравнительная характеристика повторяемости воздушных масс в % зимой и летом

В зимний период повышение температур: также бывает обусловлено так называемым восточным процессом, под которым подразумевается вынос более теплого воздуха с Охотского моря в северо-западном направлении. При этом в центральных районах Якутии восточный процесс вызывает потепление в 88 % случаев: в 53 % случаев оно составляет 5-10°C, в остальных случаях – свыше 10 °С.

Продолжительность процесса составляет трое-четверо суток, в отдельных случаях она может достигать восьми-десяти дней. Очень холодная погода с устойчивыми температурами ниже -40 °С наблюдается в Якутске при длительном сохранении гребня азиатского антициклона. Над центральными районами Якутии располагается высотный циклон с очагом или ложбиной холода, по западной периферии которого осуществляется вынос холодного

арктического воздуха с Северного Ледовитого океана.

Очень редко при значительном ослаблении и частичном разрушении азиатского антициклона района Якутска достигает среднеазиатский (туранский) воздух.

Весной характер атмосферной циркуляции изменяется. преобладающее направление движения циклонов и антициклонов западное. Азиатский антициклон интенсивно разрушается.

Циклоническая деятельность над центральными районами Якутии в это время года по-прежнему связана с деятельностью арктического фронта. Погодные условия в Якутске определяют возникающие или регенерирующие на нем западные циклоны, в тылу которых происходят вторжения арктического воздуха, обуславливая так называемые возвраты холодов. Иногда к обострению температурных контрастов в западных циклонах приводят выносы теплого воздуха с юга. Весной уже отмечаются отдельные выходы на Якутию южных циклонов.

Активизация циклонической деятельности приводит к повышению повторяемости сильных ветров, чаще всего западного и северо-западного направлений. Иногда эти ветры достигают особо опасных значений.

Летом субтропическая высотная фронтальная зона (ВФЗ) проходит по средним широтам Азиатского материка. Циклоны при этом перемещаются с запада на восток на районы Забайкалья, северную часть Монголии и северо-восточную часть Китая (Манчжурию). Смещение циклонов из района Забайкалья на Якутию носит название выхода южных циклонов. Эти процессы представляют собой характерную особенность процессов летнего сезона. Выходы южных циклонов приводят к меридиональной перестройке барического поля, и резким изменениям в характере погоды. В тылу южных циклонов осуществляется мощный заток арктического воздуха, что приводит в летний период к резким похолоданиям, а нередко и к заморозкам, а также наблюдается усиление ветров северных направлений. В южной, а иногда и в центральной частях Якутии при выходах южных циклонов, выпадает

значительное количество осадков. Подсчитано, что каждый четвертый выход южного циклона сопровождается обильными дождями с количеством осадков 30 мм и более за сутки. Именно с южным процессом связан абсолютный максимум осадков (77,5 мм; ст. Якутск, аэропорт), зарегистрированный днем 26 июля 1972 г. Необходимым условием для осуществления выхода южного циклона является нарушение зонального переноса.

Иногда сильные непродолжительные дожди наблюдаются в западных, юго-западных, северных и северо-западных циклонах. При этом они обычно обусловлены прохождением через Якутск хорошо выраженных холодных фронтов. За холодными фронтами нередко осуществляется заток арктических воздушных масс, формирующих антициклон или гребень высокого давления с северо-запада или северо-востока. При этом происходит резкое понижение температуры в воздухе и на почве до 0°C и ниже, которое в конце июня и в июле представляет особую опасность для сельскохозяйственных культур. Наиболее интенсивные заморозки отмечаются, когда на западные и центральные районы Якутии ориентирована высотная ложбина холода. При устойчивом выносе арктического воздуха с Северного Ледовитого океана температура воздуха может настолько понизиться, что выпадающие осадки будут достигать земли в виде снежной крупы или снега.

Сухая и исключительно жаркая погода устанавливается в годы, когда над Якутией высотное барическое поле представлено обширным гребнем, по западной периферии которого осуществляется вынос сухого теплого воздуха из Средней Азии и Казахстана, а при-земное – малоградиентным полем пониженного или повышенного давления. При такой ситуации лишь изредка возможны кратковременные ливни конвективного характера. Очень сухая погода отрицательно сказывается на развитии сельскохозяйственных культур и является причиной лесных пожаров, часто распространяющихся на громадные площади в несколько сот тысяч гектаров[9].

Если для лета характерным является ослабление западного переноса, то осенью наблюдается его восстановление. Поэтому погоду центральных районов

определяют в основном западные циклоны, иногда регенерирующие на арктическом фронте. Осенние западные перемещения происходят медленно, часто прерываются меридиональными вхождениями холодного воздуха с севера. Воздушные массы над континентом интенсивно выхолаживаются. В переходные сезоны весной и осенью возможны значительные повышения температуры в результате выноса теплого воздуха при смещении серии циклонов с юга Западно-Сибирской равнины на устье Лены. Снежный покров подтаивает. Кроме того, возможны осадки в виде дождя или мокрого снега. После прохождения гребня тепла на восток опять начинается поступление холодного воздуха с севера, которое вызывает резкое похолодание в центральных районах.

## 2 Исследование формирования климата и особенности метеорологических условий региона

### 2.1 Анализ климатических данных Якутска

Анализ климатических данных – это процесс изучения и интерпретации данных о различных факторах окружающей среды, таких как температура, осадки, ветер влажность и атмосферные условия. Цель такого исследования – выявление закономерностей, прогнозирования тенденции и оценка влияния изменения климата. Рассмотрим основные климатические характеристики Якутска для выявления таких закономерностей.

Таблица 2.1 – Основные показатели температуры воздуха и их характеристика в Якутске за период 1888-2024 гг.

Месяц	Абсолют. минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют. максимум
январь	-63.0 (1898)	-39.8	-36.9	-34.0	-6.8 (2025)
февраль	-64.4 (1891)	-37.2	-32.9	-27.9	-2.2 (1998)
март	-54.9 (1954)	-26.0	-19.1	-11.6	8.3 (1981)
апрель	-41.0 (1966)	-10.4	-3.7	2.6	21.1 (1943)
май	-18.1 (1921)	1.5	8.0	13.8	31.1 (1971)
июнь	-4.5 (1920)	9.8	17.0	23.1	35.4 (2021)
июль	-1.5 (1978)	13.1	19.9	25.8	38.4 (2011)
август	-7.8 (1940)	9.3	15.6	21.8	35.4 (1954)
сентябрь	-14.2 (1984)	1.3	6.4	11.9	27.0 (1934)
октябрь	-40.9 (1940)	-11.0	-6.9	-3.0	18.6 (1943)
ноябрь	-54.5 (1932)	-29.6	-25.9	-22.3	3.9 (2012)
декабрь	-59.8 (1911)	-39.5	-37.0	-34.4	-3.9 (1951)
год	-64.4 (1891)	-13.2	-8.0	-2.9	38.4 (2011)

Климат в первую очередь характеризуется показателями температуры. В Якутске температура воздуха во времени и пространстве имеет разнообразные характеристики.

Данные метеорологических наблюдений взяты с метеорологической станции в Якутске (Якутия, Россия): широта 62.0136 долгота 129.6687 высота над уровнем моря 101 м.

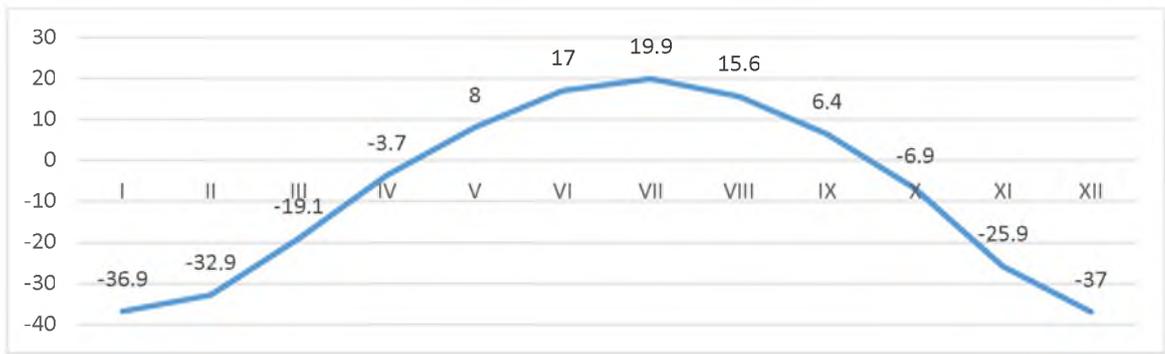


Рисунок 2.1– Средняя температура воздуха в Якутске за период 1888-2024 гг.

Регулярные наблюдения проводятся с 1829 года с незначительными пробелами. Основные пробелы были с 1855 по 1861 года и с 1874 по 1882 года. Данные пробелы существенных изменений в климатических характеристиках не показали[12].

В основном рассматривают такие характеристики как: среднюю температуру, средний минимум и максимум, абсолютный минимум и максимумы температуры. Значения температуры воздуха представлены в таблице 2.1. А рисунок 2.1,2.2, 2.3 отражает их характеристики.



Рисунок 2.2 – Средний минимум температуры воздуха в Якутске за период 1888-2024 гг.

Средняя температура воздуха находится в пределах от  $-37.0^{\circ}\text{C}$  до  $19.9^{\circ}\text{C}$ . Самый минимальный средний минимум составляет  $-39,8^{\circ}\text{C}$ , а абсолютный минимум наблюдался в феврале месяце и составил  $-64,4^{\circ}\text{C}$  в 1891 году. Абсолютный максимум температуры был зафиксирован в 2011 году и составил  $38,4^{\circ}\text{C}$  в июле месяце. Среднегодовая температура воздуха составляет  $-8^{\circ}\text{C}$ .

Средний минимум составляет  $-13.2^{\circ}\text{C}$ .

Средний максимум составляет  $-2.9^{\circ}\text{C}$ .

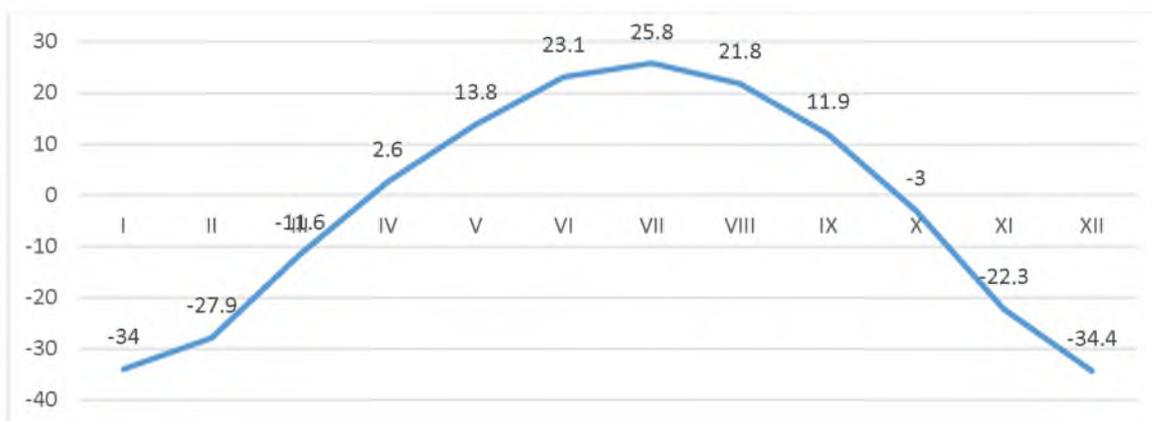


Рисунок 2.3 – Средний максимум температуры воздуха в Якутске за период 1888-2024 гг.

Режим осадков в анализе климатических характеристик – это распределение осадков по месяцам и сезонам года. Это важный элемент, который характеризует климат, так как осадки влияют на круговорот воды. Режим осадков в Якутске выглядит следующим образом и представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Характеристика основных показателей осадков в Якутске за период 1888-2024 гг.

Месяц	Норма	Месячный минимум	Месячный максимум	Суточный максимум
январь	10	0.0 (1901)	22 (1912)	8 (1915)
февраль	9	1 (1936)	23 (1911)	11 (1913)
март	6	0.0 (1908)	28 (2023)	9 (1997)
апрель	8	0.0 (1936)	33 (2025)	14 (1903)
май	20	1 (1995)	58 (1993)	31 (1993)
июнь	30	0.8 (1888)	120 (1907)	43 (1968)
июль	40	3 (1919)	123 (1931)	49 (1889)
август	37	3 (1993)	151 (2006)	45 (2006)
сентябрь	30	4 (1949)	91 (1998)	37 (1993)
октябрь	19	2 (1908)	49 (1970)	18 (2005)
ноябрь	17	0.5 (1889)	42 (2004)	12 (1950)
декабрь	9	0.0 (1901)	23 (1980)	8 (1906)
год	234	114 (1896)	346 (1907)	49 (1889)

Годовая норма осадков составляет 234 мм. Их основное количество (157 мм) выпадает с мая по сентябрь, почти в двараза меньше (69 мм) – с октября по апрель. Минимальное количество осадков выпадает в марте, а максимальное в июле. Средняя годовая амплитуда осадков составляет 34 мм.

Месячный минимум составил 114 мм в 1896 году. Месячный максимум составил 346 мм в 1907 году. Суточный максимум наблюдался в 1889 году и составил 49 мм.

Число дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками отображен в таблице 2.3, из которой видно, что преобладают по количеству дней твердые осадки – это 157 дней в году, их не наблюдается в летние месяцы. На втором месте жидкие – 69 дней, они отсутствуют с ноября по апрель. А смешанные идут всего 11 дней в году.

Таблица 2.3 – Число дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками в Якутскеза период 1888-2024 гг.

Вид осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
твердые	28	26	17	8	1	0	0	0	1	21	28	27	157
смешанные	0	0	0.1	2	3	0.2	0	0	3	3	0.1	0	11
жидкие	0	0	0	1	10	15	15	15	12	1	0	0	69

Первый снег в районе Якутска выпадает в сентябре и держится по май. В среднем за год снег лежит 195 дней. Максимальная высота снега достигает 51 см. (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Характеристика снежного покрова в Якутскеза период 1888-2024 гг.

месяц	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	год
число дней	0	0	1	19	29	30	31	28	31	26	1	0	195
высота (см)	0	0	0	4	15	22	27	31	33	21	0	0	
макс. выс. (см)	0	0	7	26	39	50	47	47	51	45	25	0	51

Снежный покров в Якутске оказывает значительное влияние на климат,

так как в холодный период снег обладает большой отражательной способности его поверхности (большого альбедо).

Показатели скорости ветра отражены в таблице 2.5.

Отличительной чертой ветрового режима Якутска является большая повторяемость штилей, а максимальные скорости ветра не превышают показателей 2,6 м/с. Средняя годовая скорость ветра составляет 1,7 м/с.

Кроме циркуляции атмосферы на ветровой режим влияет расположение Якутска, в нем долиная река направлена с юга на север, поэтому это сказывается на том, что преобладающие ветры северной четверти горизонта.

Таблица 2.5 – Скорость ветра, м/с в Якутске за период 1888-2024 гг.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
0.8	0.9	1.5	2.1	2.6	2.5	2.2	2.1	2.1	1.8	1.3	0.9	1.7

Повторяемость различных направлений ветра, % в Якутске представлена в таблице 2.6. А на рисунках 2.4-2.15 отразим графически изменения направлений ветра по месяцам.

Таблица 2.6 – Повторяемость различных направлений ветра, % в Якутске за период 1888-2024 гг.

Направление	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
С	35	28	19	18	14	13	14	14	13	14	26	34	19
СВ	12	10	8	10	12	10	11	9	8	7	9	11	10
В	1	2	4	8	11	11	13	10	6	5	2	1	7
ЮВ	3	6	9	8	9	12	13	10	6	5	3	2	8
Ю	9	10	12	10	9	11	10	8	9	12	7	7	10
ЮЗ	12	11	7	6	7	7	7	7	9	10	13	14	9
З	12	15	17	16	15	15	12	18	25	24	21	16	16
СЗ	16	18	24	24	23	21	20	24	24	23	19	15	21
штиль	44	41	21	12	9	11	12	13	14	15	26	37	21

Многолетний опыт наблюдений показывает, что в течение года на территории Якутска максимальный процент направлений ветра приходится на северо-западное направление – 21% и северное – 19%, такой же процент 21 приходится и на штили, то есть отсутствие ветра. Штили характерны для зимнего периода.

Большая повторяемость штилей в Якутске связана с особенностями атмосферной циркуляции в холодное время года.

Зимой формирование климата происходит под влиянием отрога азиатского антициклона. Воздушная масса, формирующаяся в антициклоне, отличается низкими температурами и малым влагосодержанием, что обуславливает ясную морозную погоду со слабым ветром.



Рисунок 2.4 – Повторяемость направления ветра в % за декабрь

Кроме этого на формирование ветра Якутска влияет географическое положение города. Ветровой режим Якутска формируется от его местоположения, так как долина реки в районе Якутска направлена с юга на север, поэтому преобладающими являются ветры северной четверти горизонта. Из-за местоположения города суточный ход направления ветра в холодный период выражен слабо, а в теплый – четко[5].



Рисунок 2.5 – Повторяемость направления ветра в % за январь

При этом в Якутске преобладающее направление ветра в течение всего года довольно устойчиво, оно колеблется по сезонам. Рассмотрим с помощью

графиков как меняется направление ветра по месяцам и сезонам.



Рисунок 2.6 –Повторяемость направления ветра в % за февраль

Зимой преобладающими направлениями ветра являются С, З и СЗ, причем процент северных ветров к весне уменьшается., а СЗ – увеличивается. Восточные направления случаются меньше всего 1-2%.



Рисунок 2.7 –Повторяемость направления ветра в % за март



Рисунок 2.8 –Повторяемость направления ветра в % за апрель

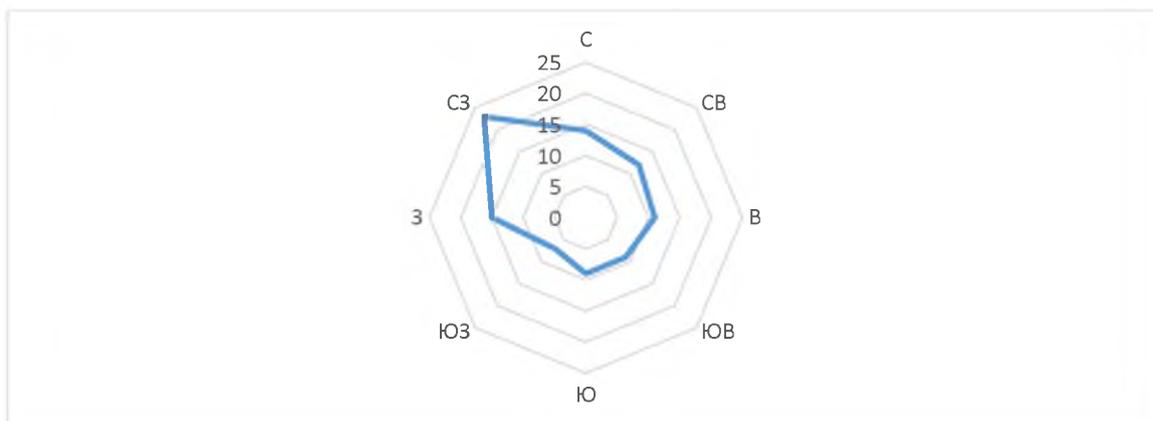


Рисунок 2.9 –Повторяемость направления ветра в % за май

Весной на первом месте ветра СЗ направлений, на втором месте – северных, причем в обоих случаях процент от месяца к месяцу становится меньше.



Рисунок 2.10 –Повторяемость направления ветра в % за июнь



Рисунок 2.11 –Повторяемость направления ветра в % за июль



Рисунок 2.12 –Повторяемость направления ветра в % за август

Летом преобладают СЗ направления ветра и по величине в % они к осени увеличиваются. ЮЗ направлений меньше всего по 7% в каждом месяце. На втором месте западные ветра, повторение которых тоже увеличивается к осени.



Рисунок 2.13 –Повторяемость направления ветра в % за сентябрь



Рисунок 2.14 –Повторяемость направления ветра в % за октябрь



Рисунок 2.15 –Повторяемость направления ветра в % за ноябрь

Если проводить анализ по штилю, то он характерен для зимних месяцев и составляет 37-44%. Это отличительная особенность Якутска.

Анализируя показатели влажности воздуха, можно сказать, что среднегодовой показатель влажности составляет 69 % (таблица 2.7). Но даже в летние месяцы влажность не опускается ниже 54%. Самые высокие показатели влажности наблюдаются осенью и составляют 78% в октябре и ноябре (рисунок 2.16).

Таблица 2.7 – Влажность воздуха, %в Якутске за период 1888-2024 гг.

Г	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
76	76	70	60	54	57	62	67	72	78	78	76	69

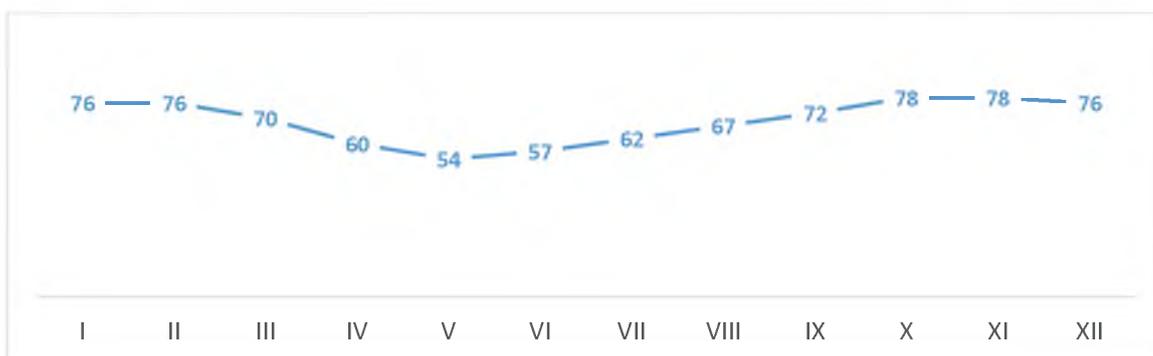


Рисунок 2.16 – Характеристика влажности воздуха в Якутске за период 1888-2024 гг.

Годовой и суточный ход относительной влажности противоположен ходу температуры воздуха. Суточный ход относительной влажности воздуха

наиболее резко выражен с мая по август (рисунок 2.17); суточная амплитуда по восьмисрочным наблюдениям составляет 37-38 %. В декабре-январе суточный ход относительной влажности вообще отсутствует [9].

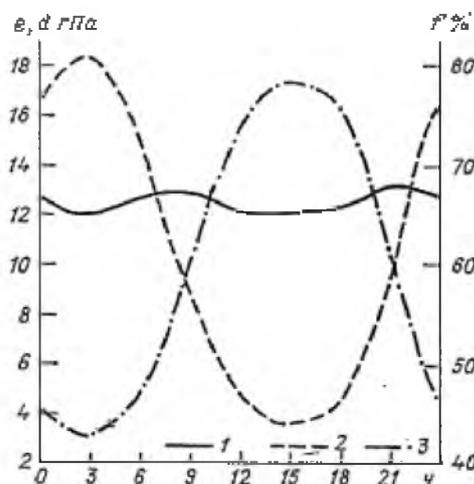


Рисунок 2.17 – Суточный ход влажности воздуха за июль в Якутске (1 – упругость водяного пара, 2 – относительная влажность, 3 – дефицит влажности)

На формирование облачности в Якутске влияет подстилающая поверхность, циркуляция атмосферы, преобладающее направление движения воздушных масс и их влагосодержание. В таблице 2.8 представлена характеристика облачности по месяцам: общая и нижняя.

Таблица 2.8 – Облачность в баллах за период 1888-2024 гг.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
общая	9.3	8.6	6.7	6.8	8.0	7.7	7.7	7.4	7.8	8.3	8.6	9.0	8.0
нижняя	0.3	0.2	0.5	1.6	3.2	3.4	3.2	3.3	4.2	4.0	1.1	0.2	2.1

За год общий балл облачности составляет – 8 баллов, а нижней – 2.1 балл. Зимой общая облачность находится в пределах 8.6-9.3 баллов. Летом 7.4-7.7 баллов. Нижняя облачность больше всего характерна для сентября и октября месяцев.

Характеристика числа ясных, облачных и пасмурных дней в Якутске представлена в таблице 2.9.

По показателю общей облачности пасмурных дней в году в Якутске 223 дня, что составляет 61 % от общего числа дней в году. Ясных дней всего 4% –

15 дней в году.

Таблица 2.9 – Число ясных, облачных и пасмурных дней в Якутске за период 1888-2024 гг.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Общая облачность													
ясных	0	1	3	3	1	1	1	1	2	0	1	1	15
облачных	4	7	15	14	12	13	14	14	11	11	7	5	127
пасмурных	27	20	13	13	18	16	16	16	17	20	22	25	223
Нижняя облачность													
ясных	29	27	28	20	10	9	11	11	8	9	24	29	215
облачных	2	1	3	10	20	20	19	18	19	19	6	2	139
пасмурных	0	0	0	0	1	1	1	2	3	3	0	0	11

По показателю нижней облачности больше всего ясных дней в году – 215 дней, что составляет 59 % от общего количества дней в году. Меньше всего пасмурных дней – всего 11 дней, что составляет 3%.

Таблица 2.10 – Число дней с различными явлениями за период 1888-2024 гг.

явление	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
дождь	0	0	0.1	3	14	16	15	15	16	4	0.1	0	83
снег	28	28	17	10	5	0.3	0.03	0	4	25	28	27	172
туман	19	12	1	0.3	0.3	0.2	1	1	2	1	4	18	60
мгла	0	0	0	0	0.3	0.2	1	2	0.3	0	0	0	4
гроза	0	0	0	0	1	4	5	2	0.1	0	0	0	12
метель	0	1	2	1	0.03	0	0	0	0	1	1	1	7
пыльная буря	0	0	0	0	0.4	0.2	0.2	0.3	0.03	0	0	0	1
изморозь	22	9	1	0.03	0	0	0	0	0.1	1	5	21	59
сложное отл.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1

Повторяемость различных видов облаков, % в Якутске представлена в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Повторяемость различных видов облаков, % в Якутске за период 1888-2024 гг.

вид облаков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Ci	49	56	61	62	61	68	69	61	48	40	49	47	56
Cc	0	0	0.1	0.2	0.1	0.4	0.5	0.3	0.3	0.1	0.1	0	0.2
Cs	52	47	23	13	10	5	5	4	2	11	38	45	21

Продолжение таблицы 2.11

Ac	23	23	24	36	47	47	48	48	49	46	42	27	38
As	3	5	4	3	3	2	2	2	4	9	10	6	4
Cu	0	0.3	3	12	23	28	29	22	12	5	0.3	0	11
Cb	0.3	0.5	4	11	22	23	21	16	14	16	3	0.6	11
Sc	2	2	5	17	37	39	38	42	52	45	11	1	24
Ns	0	0	0.2	0.6	1	0.7	0.8	2	2	3	1	0.1	0.9
St	0	0	0.1	0.4	0.8	1	1	2	5	2	0.3	0	1
Frb	0	0.1	0.2	0.7	2	2	2	2	4	3	0.8	0	1

Рассмотрена вся группа классификации облаков, но некоторые из них встречаются очень редко, такие как: Cc – 0,2%, StiFrb– 1%.

Чаще всего в Якутске – 56% наблюдаются облака Ci, 38% облака Ac и 24% – Sc.

Очень редко в Якутске может наблюдаться низкая облачность с высотой облаков 200 м и ниже. Встречаться она может во все месяцы, но вероятность ее незначительна (таблица 2.12).

Эта облачность обычно фронтального происхождения, режевнутримассового.

Таблица 2.12 – Характеристика облачности по ярусам облаков в Якутске

№ п/п	Ярус облаков	Характеристика
1.	Облака верхнего яруса	Суточный ход облаков верхнего яруса обнаружить трудно, однако можно отметить, что в ночные часы наблюдается минимальная повторяемость перистых и перисто-слоистых форм; в суточном ходе перисто-кучевых облаков хорошо заметен максимум повторяемости в 13 ч летом и зимой и в 7 ч осенью и весной.
2.	Облака среднего яруса	В связи с тем, что Якутск находится в зоне резко континентального климата с малой повторяемостью циклонических возмущений, повторяемость высоко-слоистых облаков (17%) здесь почти в два раза меньше повторяемости высоко-кучевых (31 %), за исключением зимних месяцев. Суточный ход повторяемости облаков среднего яруса лучше выражен у высоко-кучевых облаков. Наиболее часто их наблюдаю т утром в 7 ч за исключением декабря и января (максимум приходится на 13 ч). Наиболее редко высоко-кучевые облака бывают ночью, минимум повторяемости приходится на 1 ч, лишь в мае-июле – на 13 и 19 ч. У высоко-слоистой облачности суточный ход выражен слабо, но можно отметить, что чаще она наблюдается в 7 ч

Продолжение таблицы 2.12

3.	Облака нижнего яруса	<p>Слоисто-кучевые облака лишь изредка дают осадки, достигающие земли, количество их невелико. Летом – это отдельные капли, зимой – слабый снег, снежные зерна или крупа. В теплое время года (с мая по октябрь) повторяемость слоисто-кучевой облачности в году наибольшая. Максимум этого вида облаков в сентябре (36%), минимум в январе (1 %). В суточном ходе максимум повторяемости слоисто-кучевых облаков наблюдается в 19 ч в апреле-сентябре, в 13 ч в марте и с октября по декабрь и в 1 ч в январе- феврале.</p> <p>Слоистые облака дают слабые осадки в виде мороси, ледяных игл и снежных зерен. Основание их может начинаться от земли, иногда оно имеет вид разорванных гряд или клочьев. Встречаются эти облака редко, максимальная повторяемость их (4%) приходится на октябрь, минимальная (0,2 %) – на декабрь и март. В суточном ходе максимум повторяемости слоистых облаков приходится на утренние часы.</p> <p>Наиболее мощными и плотными из облаков нижнего яруса являются слоисто-дождевые облака. Вертикальная мощность их, как и высоко-слоистых, может достигать нескольких километров, а горизонтальная протяженность – тысяч километров. Они несут обложные осадки в виде дождя или снега, и хотя повторяемость их в среднем за год невелика (5%), значение этой облачной формы наиболее существенно для образования осадков. Это – фронтальная облачность, поэтому в зимние месяцы (декабрь-март) в силу циркуляционных особенностей района ее повторяемость наименьшая (1-3 %).</p>
4.	Облака вертикального развития	<p>Годовая повторяемость кучевых облаков составляет 11%, кучево-дождевых – 11% . Кучевые облака могут наблюдаться во все месяцы года, кроме декабря, но повторяемость их в зимние месяцы очень мала (0,1-0,2%), наибольшую повторяемость они имеют летом (24-31 %). Кучево-дождевые облака с декабря по февраль в Якутске не отмечались, наибольшую повторяемость (11 %) они имеют в июле. В суточном ходе максимальная повторяемость этих облаков наступает в послеполуденные часы, минимальная – ночью.</p>

В теплых секторах циклонов возможно образование слоистыхоблаков. Низкая облачность с высотой нижней границы 200 м и ниже более вероятна в теплый период года (с апреля по октябрь), когда развиваетсяциклоническая деятельность

## 2.2 Метеорологические условия региона за последние 25 лет

Якутск с климатической точки зрения характеризуется продолжительными зимами с очень низкими температурами, коротким летом с

комфортными теплыми температурами и значительной солнечной радиацией.

Повторяемость различных типов погоды представим в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Повторяемость различных типов погоды, P(%)

Тип погоды	теплая	комфортная	прохладная	холодная	суровая
P, %	2	20	14	40	24

Комфортная погода составляет 20% от всех типов погоды, чаще всего наблюдается холодная погода – 40% от всех типов погоды. Суровый тип составляет 24%.

По данным Гидрометцентра в таблице 2.14 представлены климатические нормы по температуре, осадкам, давлению и продолжительности солнечного сияния. С этими данными будем сравнивать 25-летний период наблюдений [12].

Таблица 2.14 – Климатическая норма метеорологических показателей, период осреднения 1991-2020 г.г.

Месяц	Среднемесячная температура воздуха (°С)	Месячная сумма осадков (мм)	Число дней с осадками >1мм	Среднемесячное давление на уровне моря (мбар)	Продолжительность солнечного сияния (ч)
I	-36.9	10	3	1027	21
II	-32.9	9	3	1025	103
III	-19.1	6	2	1019	253
IV	-3.7	8	2	1013	297
V	8	20	5	1008	288
VI	17	30	5	1006	348
VII	19.9	40	7	1005	334
VIII	15.6	37	6	1008	263
IX	6.4	30	6	1012	170
X	-6.9	19	6	1017	96
XI	-25.9	17	5	1021	67
XII	-37	9	2	1027	11

В таблице 2.14 представлены средние месячные и годовые температуры воздуха в Якутске за период 2000-2024 года [12]. Так же в таблице имеются данные с числом дней с осадками >1мм.

Исследуемый период в Якутске показывает, что теплым годом был 2020 год с среднегодовой температурой -5,9 °С, а холодным – 2004год со среднегодовой температурой -8,0 °С.

Сравним данные с климатической нормой (рисунок 2.18). В марте, апреле, октябре, ноябре и декабре показатели ниже климатической нормы.

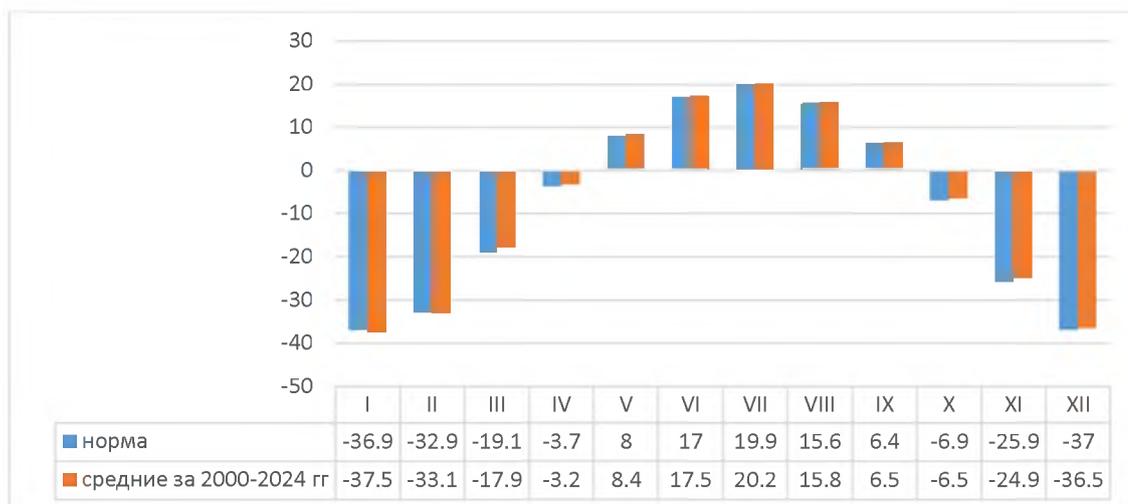


Рисунок 2.18 – Сравнительная характеристика среднемесячных данных за период 2000-2024 гг. с климатической нормой

Самое максимальное отклонение от нормы в марте месяце и составляет 1,2°С, самое маленькое отклонение 0,1 °С в сентябре (таблица 2.15).

Таблица 2.15 – Средние месячные и годовые температуры воздуха в Якутске

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	за год
2000	-36.9	-32.5	-20.6	-2.6	7.9	16.2	19.0	14.8	5.4	-10.7	-30.2	-39.3	-9.1
2001	-38.8	-37.5	-19.5	-7.2	8.1	16.1	23.0	14.9	3.5	-7.7	-23.0	-36.2	-8.7
2002	-36.5	-29.1	-18.3	-3.1	8.3	18.3	19.7	16.7	6.6	-8.1	-25.0	-40.4	-7.6
2003	-39.3	-33.6	-15.2	-3.9	5.0	14.4	21.5	16.6	7.5	-7.1	-28.2	-34.2	-8.0
2004	-38.8	-36.6	-20.0	-4.5	6.2	13.7	18.8	13.8	6.9	-11.1	-22.6	-43.8	-9.8
2005	-39.5	-35.2	-21.1	-0.5	8.6	17.5	18.8	13.9	9.4	-8.8	-20.3	-35.1	-7.7
2006	-42.9	-35.4	-21.1	-3.7	7.4	17.3	18.7	15.9	7.0	-8.3	-25.4	-35.4	-8.8
2007	-34.0	-36.5	-18.6	-1.7	9.0	16.4	16.7	16.7	7.0	-4.9	-25.6	-32.5	-7.3
2008	-37.7	-31.0	-13.2	-5.8	9.7	19.5	20.4	16.7	5.5	-3.7	-26.5	-40.0	-7.2
2009	-34.0	-37.2	-18.8	-3.3	7.6	19.5	20.6	15.2	7.8	-5.3	-28.7	-36.1	-7.7
2010	-36.7	-33.5	-20.4	-4.7	9.7	16.8	21.9	16.2	5.4	-7.8	-22.7	-37.1	-7.7
2011	-36.5	-35.1	-15.4	-2.1	9.5	16.1	22.5	17.4	3.8	-5.1	-26.5	-36.1	-7.3
2012	-34.6	-33.4	-22.3	-4.4	9.6	19.3	21.0	14.5	8.2	-7.4	-28.6	-35.5	-7.8
2013	-40.2	-33.4	-20.0	-3.0	10.2	17.6	18.6	16.0	6.0	-5.2	-24.8	-30.2	-7.4
2014	-41.4	-32.0	-16.2	-0.1	9.8	17.3	20.0	16.2	5.6	-8.2	-25.3	-38.8	-7.8
2015	-33.8	-27.7	-16.3	-5.4	7.3	15.5	20.4	17.1	5.6	-7.1	-24.6	-34.3	-6.9
2016	-34.8	-35.0	-14.8	-0.1	7.6	16.0	18.1	13.4	6.9	-7.4	-26.5	-36.9	-7.8
2017	-33.8	-31.1	-10.8	-0.7	6.6	18.8	19.4	17.6	7.5	-6.9	-29.0	-38.4	-6.7
2018	-37.1	-32.9	-20.7	-2.5	9.7	17.3	20.2	16.8	6.2	-4.0	-23.2	-33.5	-7.0
2019	-35.7	-30.4	-17.6	-1.1	9.0	19.2	19.3	15.8	7.0	-4.5	-23.8	-38.2	-6.8
2020	-32.2	-28.1	-16.2	-1.8	9.2	19.1	21.1	14.0	9.1	-6.8	-19.7	-38.5	-5.9
2021	-44.5	-32.6	-18.3	-6.2	9.7	20.3	21.5	17.4	7.2	-2.9	-21.1	-38.2	-7.3
2022	-35.9	-30.1	-17.4	-3.0	6.8	20.1	23.1	15.5	5.1	-2.8	-26.2	-37.5	-6.9
2023	-43.8	-33.7	-16.3	-4.3	7.2	18.3	20.4	16.7	5.3	-3.4	-22.2	-37.2	-7.8
2024	-38.5	-33.0	-17.5	-3.6	9.2	18.0	20.4	15.2	5.9	-6.7	-22.0	-32.4	-7.1
Ср.	-37,5	-33,1	-17,9	-3,2	8,4	17,5	20,2	15,8	6,5	-6,5	-24,9	-36,5	-7,6

Зимний холодный период в Якутске самый продолжительный и отрицательные температуры длятся с октября по апрель, причем это температуры ниже 30°C. В таблицу 2.16 занесем данные этих показателей с октября по апрель с температурой от -30 до -58 °С.А на рисунке 2.19 отразим суммарную за зиму продолжительность отрицательных температур (ч) в Якутске.

Таблица 2.16 – Продолжительность периодов с температурой ниже -30°C

месяц	Температура, °С														
	-30	-32	-34	-36	-38	-40	-42	-44	-46	-48	-50	-52	-54	-56	-58
X	7	2	0,4												
XI	367	324	262	208	157	109	71	43	21	14	9	4			
XII	645	606	570	522	472	423	350	284	212	138	86	52	15	4	2
I	713	705	682	659	599	522	457	375	286	210	132	67	34	16	5
II	552	489	428	347	288	236	190	148	97	60	25	10	3		
III	182	149	110	76	52	34	19	9	5	3	0,9	0,4			
IV	6	3	2	0,7	0,6										
сумма	2477	2278	2054	1813	1569	1324	1087	859	621	425	253	133	52	20	7

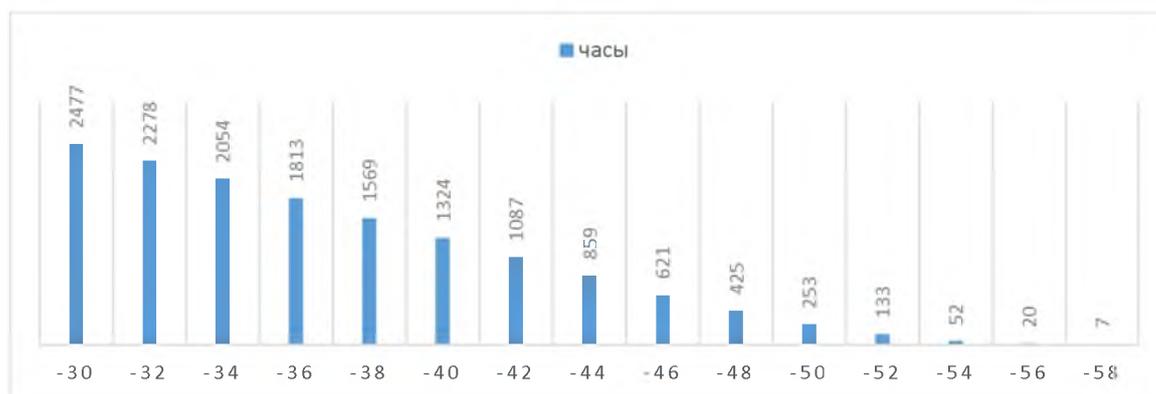


Рисунок 2.19 – Суммарная за зиму продолжительность отрицательных температур (ч) в Якутске

С ноября по март повторяемость непрерывной продолжительности температуры воздуха -15°C и ниже составляет 93,6 %, -25 °С и ниже 74,1 %, -35 °С и ниже 40,5 % и -45 °С и ниже 5,0 %, а температуры -30 °С и ниже удерживаются непрерывно в течение января, причем наиболее низкие температуры (до -55 °С и ниже) продолжаются 15-17 ч и более подряд. Это свидетельствует о высокой повторяемости дискомфортных условий в холодный период года, определяемых низкими температурами наружного воздуха.

Суточные показатели температуры в Якутске представлены в таблице 2.17.

Таблица 2.17 – Характеристика среднесуточных температур

Месяц	Средняя температура, (°С)		
	ночь	день	амплитуда
I	-44.5	-37.4	7,1
II	-40.9	-30.4	10.5
III	-29.3	-13.3	16.0
IV	-13.3	0.6	12,7
V	0.0	12.6	12,6
VI	8.2	21.6	13,4
VII	11.6	25.0	13,4
VIII	8.4	21.3	12,9
IX	0.3	11.5	11,2
X	-13.4	-4.0	9,4
XI	-33.8	-24.9	8,9
XII	-42.5	-35.3	7,2

Амплитуда суточных колебаний высокая. Самая высокая амплитуда в марте месяце и составляет 16 (°С). Самая низкая амплитуда в январе и составляет 7,1 (°С).

Данные таблицы показывают, что самым влажным годом являлся 2006 год, с суммой осадков за год – 326 мм. Сухим годом стал 2002 год с количеством осадков 150 мм (таблица 2.18).

Таблица 2.18 – Показатели среднемесячных и годовых сумм осадков в Якутске за период 2000-2024 гг.

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	за год
2000	6	5	0.8	9	27	38	29	17	21	12	4	5	174
2001	5	5	4	8	28	25	4	13	12	11	25	8	148
2002	13	22	6	3	7	6	45	16	15	4	10	4	150
2003	9	5	8	6	23	21	100	37	62	12	5	18	305
2004	6	3	9	2	15	22	30	42	19	18	42	5	211
2005	8	4	6	5	35	10	69	71	14	38	29	5	294
2006	3	4	4	1	11	13	27	151	54	14	35	9	326
2007	22	4	5	16	22	39	63	37	30	26	16	8	287
2008	16	8	21	11	5	16	50	41	34	6	13	4	224
2009	6	1	12	5	29	3	26	46	26	33	6	3	197
2010	6	3	4	12	41	29	26	9	23	22	20	7	202
2011	6	9	4	5	6	25	40	72	20	32	12	9	240
2012	12	9	4	18	10	20	20	51	21	35	8	7	215
2013	5	5	1	2	50	60	64	20	46	10	33	8	305

Продолжение таблицы 2.18

2014	7	15	5	6	4	20	75	44	24	11	20	7	237
2015	8	10	6	13	30	50	15	17	13	22	12	13	209
2016	10	7	5	1	15	34	73	36	9	7	17	14	228
2017	13	11	5	14	14	22	22	26	67	12	11	7	224
2018	16	6	5	16	21	29	27	52	25	9	16	11	233
2019	9	20	6	2	30	4	15	61	30	18	21	11	226
2020	19	15	16	15	12	28	34	9	6	28	19	15	216
2021	4	7	10	25	12	2	38	52	30	26	18	9	232
2022	8	8	3	13	14	19	48	53	34	26	20	20	265
2023	5	19	27	20	3	43	42	32	18	31	20	10	268
2024	15	3	14	2	7	23	29	10	15	25	15	13	171
Ср.	9	9	8	9	19	24	40	41	27	21	18	9	232

Сравним данные по осадкам с климатической нормой (рисунок 2.20).

Показатели климатической нормы выше: в январе, мае – на 1 мм, в июне – на 6 мм, в сентябре – на 3 мм. Одинаковые показатели в феврале и декабре. В остальные месяцы показатели ниже климатической нормы.

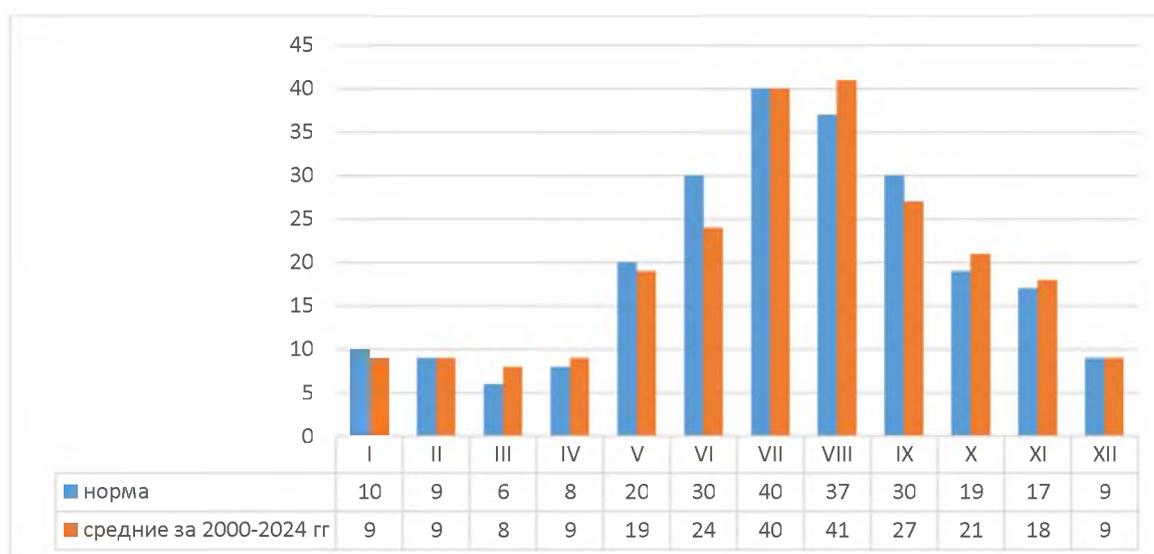


Рисунок 2.20 – Сравнительная характеристика данных по осадкам за период 2000-2024 гг. с климатической нормой

Сравним данные числа дней с осадками >1мм на графике 2.21. Климатическая норма выше в: январе, феврале, июле. Одинаковые показатели в осенние месяцы. В остальные месяцы показатели выше нормы: в апреле и декабре на 50%.



Рисунок 2.21 – Сравнительная характеристика данных по осадкам >1мм за период 2000-2024 гг. с климатической нормой

Так как отличительной особенностью еще является значительная солнечная радиация, рассмотрим еще показатели солнечной радиации в Якутске.

Таблица 2.19 – Показатели полуденной высоты солнца (h), продолжительности (ч) светового (С), ультрафиолетового (УФ) и биологического (Б) дня на 22 число месяца

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
h	17,9	17,2	28,3	39,7	47,9	51,0	48,1	39,6	28,0	16,5	7,4	4,5
С	6,3	9,1	12,1	15,4	18,3	19,7	18,1	15,3	12,6	10,0	7,0	5,2
УФ		5,9	9,2	12,2	14,3	15,2	14,3	12,1	9,2	5,6		
Б				6,2	8,5	9,3	8,5	6,1				

Продолжительность ультрафиолетового дня приведена при высоте солнца 10° и более  
Продолжительность биологического дня приведена при высоте солнца 30° и более

Полуденная высота солнца самая высокая в июне и составляет 51,0 градус. Градус – единица измерения высоты Солнца, которая определяется как угол подъема светила над горизонтом. Высота Солнца равна нулю, когда объект лежит на линии горизонта, и 90°, когда он расположен прямо над головой наблюдателя (таблица 2.19).

Продолжительность светового дня колеблется от 5,2 – в декабре и до 19,7 часов в июне. Продолжительность ультрафиолетового дня самая высокая в

июне – 15,2 часа. Продолжительность биологического дня рассчитана с апреля по сентябрь и составляет от 6,1-9,3 часа.

Таблица 2.20 –Показатели числа часов солнечного сияния в период ультрафиолетового (Ч<sub>УФ</sub>) и биологического (Ч<sub>Б</sub>) дня и отношения (%) солнечного сияния в эти периоды к фактическому за полный день (О<sub>УФ</sub>, О<sub>Б</sub>)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ч <sub>УФ</sub>	0	100,9	217,5	262,0	261,2	299,6	294,2	239,4	145,4	65,6	0	0
О <sub>УФ</sub>	0	81,7	89,0	91,7	90,5	88,0	87,0	86,0	79,5	69,3	0	0
Ч <sub>Б</sub>	0	0	0	143,6	166,1	194,4	185,9	128,4	0	0	0	0
О <sub>Б</sub>	0	0	0	50,3	57,6	56,8	55,0	46,1	0	0	0	0

Согласно районированию территории России по режиму ультрафиолетовой радиации, Якутск находится в зоне УФ дефицита, в подзоне умеренного УФД.

Из таблицы 2.20 видно, что самые высокие показатели числа часов солнечного сияния в период ультрафиолетового дня в июне и составляют 299,6 часов.

Таблица 2.21 –Общая комплексная характеристика климата по данным в 13 ч 2000-2024 гг.

Показатель			Повторяемость показателей							
T, C°	Влажность,%	Скорость ветра, м/с	VI	VII	VIII	VI-VIII	XII	I	II	XII-II
≥ 25.0	≥20.0	<1.5	12.3	33.8	12.7	19.6				
≥20.0	≥20.0	<1.5	36.7	61.3	38.1	45.4				
		>50.0	18.0	15.5	14.9	16.1				
≤-35.0							83.3	93.3	66.3	81.6
≤-25.0							92.8	98.6	86.5	92.6
≤-30.0		≥ 1.5					20.7	26.8	18.3	21.9
≤-25.0		≥2.0					19.8	20.7	20.4	20.3
≤ -15.0		≥3.5					6.8	5.4	8.1	6.8
≤ -10.0		≥ 3.0					9.2	9.3	12.6	10.4
≤ -15.0		≥2.0					20.9	22.6	25.7	23.0
≤ -20.0		≥ 1.0					25.6	31.9	34.5	30.7
		≥5.0					1.2	0.6	1.2	1.0≥

Общая характеристика климата Якутска представлена в таблице 2.21.

Если ориентироваться на абсолютно минимальные температуры воздуха,

то можно видеть, что крайне суровая погода может иметь место в течение пяти месяцев (с ноября по март), очень суровая в октябре и апреле, суровая в мае, умеренно суровая в сентябре, мягкая в июне-августе.

Повторяемость температуры воздуха в 13 ч за три самых холодных месяца, равной  $-35^{\circ}\text{C}$  и ниже (очень суровая), составляет в Якутске 82 %, а  $-25^{\circ}\text{C}$  и ниже (суровая) – 93 %.

### 3 Особенности влияния климата на хозяйственную деятельность Якутска

#### 3.1 Агрометеорологические особенности сельского хозяйства в Якутске

В Республике Саха (Якутия) особенности хозяйственной деятельности проявляются в разных сферах: промышленности, сельском хозяйстве, транспорте и туризме. Эти особенности связаны с экстремальными природно-климатическими условиями, сложным рельефом местности и наличием вечной мерзлоты, которые обуславливают сезонную зависимость и ограниченные возможности сельскохозяйственного производства.

Особенности сельского хозяйства в Якутии представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Особенности сельского хозяйства в Якутии

№ п/п	Характеристика показателя
1.	Сложные климатические условия. Якутия находится в зоне рискованного земледелия в условиях вечной мерзлоты и короткого вегетационного периода
2.	Ограниченность ассортимента производимой местной сельскохозяйственной продукции. Якутия в товарных количествах может полагаться только на производство таких основных групп продовольствия, как мясо и мясопродукты, молоко и молокопродукты, картофель и овощи
3.	Развитие оленеводства. Поголовье домашних северных оленей увеличено, районы-лидеры, где содержится более 65% поголовья оленей республики, – Усть-Янский, Анабарский, Булунский, Момский, Нижнеколымский, Эвено-Бытантайский.

В республике доля численности сельского населения составляет 35,8 %, которая занимается традиционными видами хозяйствования и природопользования. В структуре сельского хозяйства Якутии в 2024 году на долю продукции растениеводства приходится 32,2%, на долю животноводства – 67,8%.

Сельское хозяйство в Республике Саха (Якутия) имеет агрометеорологические особенности, связанные с суровыми климатическими условиями и спецификой почв. Эти особенности влияют на выбор сельскохозяйственных культур, агротехнические процессы и проблемы развития отрасли.

Основные особенности климата для сельского хозяйства представим в

таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Особенности климата для сельского хозяйства в Якутии

№ п/п	Характеристика показателя
1.	Резко континентальный климат с экстремально низкими зимними температурами (до -60 °С) и коротким, но тёплым летом
2.	Короткий безморозный период – в отдельные годы может наносить ущерб сельскохозяйственному производству.
3.	Неравномерное распределение осадков в течение года: в холодный период (с ноября по март) выпадает всего 20-25% от общего их количества, в тёплый (с апреля по октябрь) – 75-80%.
4.	Вечная мерзлота, занимающая значительную часть территории, ограничивает возможности для традиционного земледелия

Основные особенности почв для сельского хозяйства представим в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Особенности почв для сельского хозяйства в Якутии

№ п/п	Характеристика показателя
1.	Преобладают мелкоземистые почвы – тундровые и тундроземельные. Эти почвы обладают низкой плодородностью из-за короткого периода роста и низких температур.
2.	Типичные для Якутии – мерзлотно-таёжные почвы – для них характерна повышенная кислотность, поэтому для использования в сельском хозяйстве необходимо их известкование
3.	Наиболее перспективны для освоения – мерзлотные пойменные почвы, занимающие значительные площади в поймах рек Лены, Амги, Вилюя, Алдана.

Основные технологии, используемые в условиях сурового климата Якутии представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Основные технологии, используемые в условиях сурового климата Якутии

№ п/п	Характеристика показателя
1.	Применение специализированных сортов растений – они адаптированы к короткому вегетационному периоду и экстремальным климатическим условиям. Выращиваются в основном холодостойкие культуры, такие как картофель, репа и некоторые виды капусты
2.	Инновационные агротехнические методы – использование теплиц и гидропонных систем, которые позволяют минимизировать риски и повысить урожайность
3.	Учёт микроклиматических особенностей отдельных угодий при размещении культур – например, весенняя обработка почвы возможна после схода снежного покрова, оттаивания её на глубину пахотного слоя и просыхания до мягкопластичного состояния.

Основные проблемы ведения сельского хозяйства представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Основные проблемы ведения сельского хозяйства в Якутии

№ п/п	Характеристика показателя
1.	Проблемы земледелия – короткий вегетационный период и экстремально низкие температуры ограничивают выбор сельскохозяйственных культур и усложняют агротехнические процессы
2.	Трудности в организации эффективного полива и защиты растений от неблагоприятных погодных условий
3.	Проблемы логистики – суровые климатические условия осложняют транспортировку семян, удобрений и сельскохозяйственной техники. Задержки поставок и высокие транспортные расходы увеличивают себестоимость продукции и снижают рентабельность сельскохозяйственных предприятий
4.	Отдалённость многих фермерских хозяйств от крупных населённых пунктов и инфраструктуры усложняет оперативное реагирование на потребности аграрного сектора

Посевные площади в Якутии занимают 46,5 тыс. га. Это 0,1% от всех посевных площадей России (71-е место в рейтинге регионов). Выращивают пшеницу (озимую, яровую), рожь (озимую), ячмень (яровой), овес ( $\approx 14,6\%$  посевных площадей), картофель, капусту, огурцы, помидоры, свеклу столовую, морковь, лук репчатый, чеснок, зеленый горошек, тыкву, кабачки, бахчевые, клубнику, многолетние травы ( $\approx 25,9\%$  посевных площадей), однолетние травы ( $\approx 26,4\%$  посевных площадей) [16].

На рисунке 3.1 обозначены сельскохозяйственные зоны Республики Саха (Якутия). Якутск относится к Центральной сельскохозяйственной зоне. Доля Центральной зоны в республиканском объеме производства сельхозпродукции составляет 23,8%. Здесь более развито огородничество, картофелеводство, птицеводство и свиноводство по отношению к другим зонам. Зона занимает 1 место по посевной площади картофеля и овощей (38,1 и 51,1%), по поголовью птиц и свиней (53,1 и 64,2%).

Республика входит в зону рискованного земледелия из-за крайне низких температур в зимний период, больших годовых, сезонных и суточных колебаний температур воздуха, засушливого климата, короткого безморозного периода, низкотемпературных многолетнемерзлых пород и холодных почв с

низким плодородием.

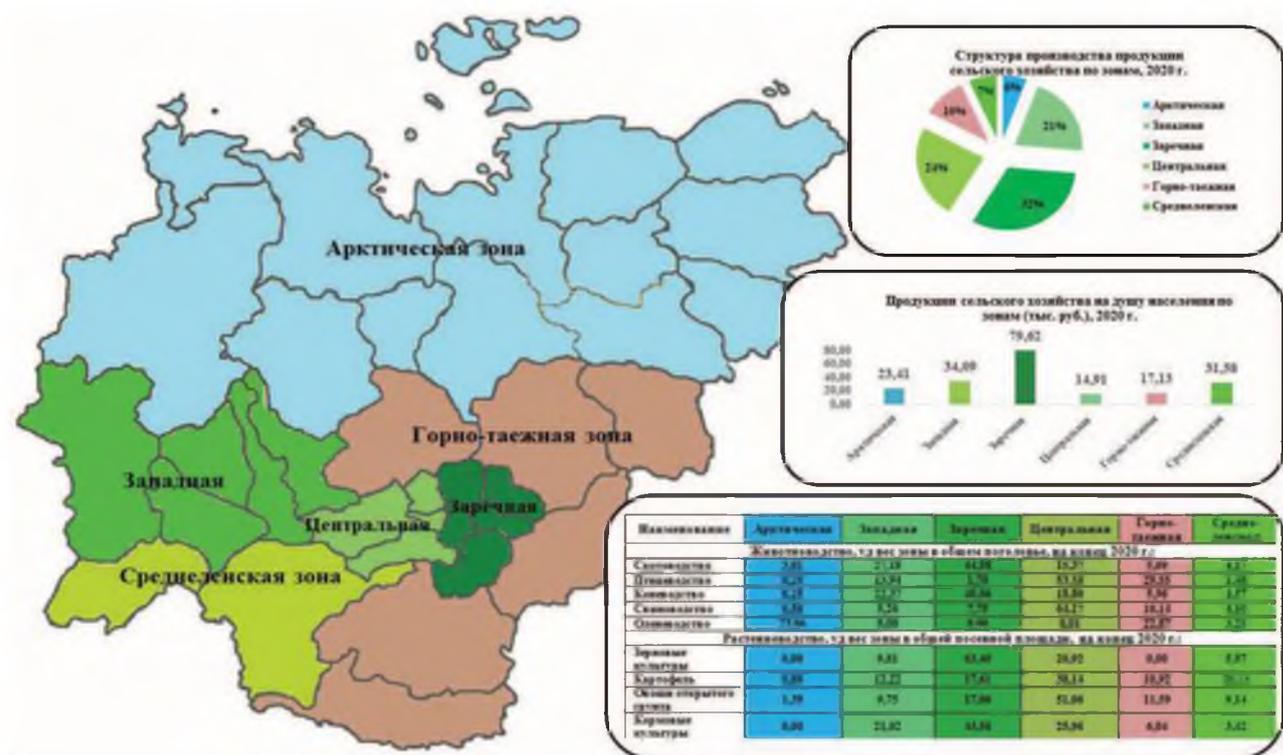


Рисунок 3.1 – Сельскохозяйственные зоны Республики Саха (Якутия)[7]

В таблице 3.6 представлены основные характеристики климата для ведения сельского хозяйства в Якутии.

Таблица 3.6 – Основные характеристики климата для ведения сельского хозяйства в Якутии

№ п/п	Характеристика показателя
1.	Сумма температур в период вегетации многолетних трав и зерновых культур составляет 1536 С. Безморозный период в воздухе колеблется от 67 до 76 дней.
2.	Сумма осадков за год в среднем составляет 410 - 420 мм, на равнинной части территории - 250 - 300 мм, горной - более 500 - 600 мм. В течение года осадки распределяются неравномерно: в холодный период (с ноября по март) выпадает всего 20 - 25% от общего их количества, в теплый (с апреля по октябрь) - 75 - 80%, то есть в 3 - 4 раза больше. В период активной вегетации растений ( $t^{\circ} > 10^{\circ}\text{C}$ ) выпадает 1/2 - 1/3 часть общего количества выпадающих осадков.
3.	Число дней со снежным покровом сохраняется в течение 220 - 250 дней в году.
4.	Высота снежного покрова в таежной зоне в среднем составляет 30 - 45 см. На равнинной территории, где развито земледелие, преобладают мерзлотные таежные палевые почвы разной степени осолоделые, палевые типичные и оподзолистые суглинистые (70%), дерново-карбонатные, пойменные лугово-лесные, лугово-черноземные, черноземно-луговые и заболоченные почвы (20 - 30%). В южной части средней тайги преобладают подзолистые, подбуры таежные, торфяно-болотные, тундровые щелочистые и дерново-карбонатные почвы.

Среднетаежная подзона Республики Саха (Якутия) отличается разнообразием природных условий. Изменение природных условий зависит от многих факторов. Важную роль здесь играют неравномерное распределение солнечного тепла, изменение степени континентальности климата. Наиболее контрастные смены климата, водного режима почв, растительности связаны с неоднородностью рельефа (долины, плато, возвышенности горы и т.д.) и геологического строения. От характера рельефа, климата, горных пород зависит условие увлажнения территории, дренированность, геохимический режим. По этим признакам в среднетаежной зоне республики выделены 17 агроландшафтных районов.

Агроландшафтное районирование основывается, прежде всего, на ландшафтно-экологической классификации земель (типы, подтипы, роды, виды, разновидности, разряды) и на полевых работах по уточнению границ агроландшафтов.

Агрометеорологические условия агроландшафтов приведены в таблицах 3.7 и 3.8. [15].

Якутск относят и к Лено-Алданскому междуречью, и к Лено-Виллюйскому междуречью.

В пределах агроландшафтных районов по мезоформам рельефа, агроэкологическим группам и типам земель также происходит изменение тепла, влаги, питательных веществ, которые имеют большое влияние на выращивание сельскохозяйственных культур.

В агроландшафтных районах в долинах таежных речек длина вегетационного периода на почве составляет лишь 19-49 дней, в котловинных аласах – 37-50 дней, на вершинах увалов долин рек – 63-82 дня, на ровных участках долин больших рек – 46-77 дней. Период с температурой - 4 °С в зависимости от местоположения колеблется от 90 до 144 дней. На ровных и повышенных участках недостаток влаги растения испытывают в течение всего вегетационного периода, на сильно увлажненных почвах оттаивание многолетней мерзлоты происходит очень медленно. При этом растения

испытывают недостаток тепла и основных питательных веществ за счет замедления нитрификационных процессов. Содержание солей в почвах (0-40 см.) зависит от количества и длительности выпадающих осадков и мезоформ рельефа.

Таблица 3.7 – Агрометеорологические условия Лено-Алданского междуречья

Показатели	Агрolandшафтные районы			
	1	2	3	4
Абсолютная высота территории, м	140-170	220-240	350-460	300-600
Амплитуда высот, м	50-70	20-70	80-110	80-300
Ср. годовая $t_b$ °С	-10,7	-11,8	-9,8	-8,2
Ср. $t_b$ июля °С	18,0	17,8	17,2	17,5
Ср. $t_b$ января °С	-42,8	-44,8	-39,4	-35,4
Сумма ср. суточных $t$ выше:				
0 °С	1758	1741	1670	1710
5 °С	1688	1673	1593	1631
10 °С	1460	1458	1355	1377
15 °С	993	960	822	846
Ср. продолжительность безморозного периода в воздухе, дни	88	74	65	64
Ср. продолжительность безморозного периода на поверхности почвы, дни	66	53	48	61
Процент лет с отсутствием безморозного периода, %	0	4	2	9
Начало поспевания почвы для с/х работ	16-18V	18-20V	18-20V	18-20V
Годовое количество осадков, мм	258	275	302	387
Годовое количество осадков при температуре >10°С, мм	121	134	138	172
Коэффициент увлажнения	0.83	0.89	1.03	1.28
Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом, дни	206	208	207	207
Средняя высота снежного покрова на полях, см	33	35	36	48

К основным агрометеорологическим показателям отнесем: показатели температуры и осадков, сумма среднесуточных суточных температур выше 0 °С, 5 °С, 10 °С, 15 °С, продолжительность безморозного периода в воздухе и на почве, процент лет с отсутствием безморозного периода, начало поспевания почвы для с/х работ, коэффициент увлажнения, продолжительность периода с устойчивым снежным покровом, средняя высота снежного покрова на полях.

Чурапчинский агроландшафт занимает 31,9% Лено-Амгинского междуречья и составляет 3911,2 тыс. га земель с преобладанием 6 агроэкологических групп земель.

Таблица 3.8 – Агрометеорологические условия Лено-Виллюйского междуречья

Показатели	Агроландшафтные районы							
	5	6	7	8	9	10	11	12
Абсолютная высота территории, м	80-100	100-250	300-400	300-480	350-500	400-600	400-600	300-600
Амплитуда высот, м	50-100	70-100	80-100	100-180	100-150	100-200	100-200	100-300
Ср. годовая $t_b$ °С	-9,0	-9,1	-10,2	-9,2	-8,5	-8,1	-6,7	-5,6
Ср. $t_b$ июля °С	17,6	17,0	17,6	16,4	16,7	17,9	18,0	18,1
Ср. $t_b$ января °С	-36,8	-36,4	-41,2	-36,1	-34,7	-36,3	-33,1	-30,5
Сумма ср. суточных $t$ выше: 0 °С	1678	1619	1716	1558	1561	1782	1802	1732
5 °С	1604	1541	1642	1476	1480	1706	1722	1658
10 °С	1376	1305	1414	1234	1221	1476	1463	1396
15 °С	878	774	924	671	717	996	973	885
Ср. продолжительность безморозного периода в воздухе, дни	74	60	79	47	62	93	93	72
Ср. продолжительность безморозного периода на поверхности почвы, дни	65	52		39	45	79	85	70
Процент лет с отсутствием безморозного периода, %	1	22	15	43	8	0	4	11
Начало поспевания почвы для с/х работ	18-20V	20-22V	17-19V	22-24V	18-20V	16-18V	15-17V	16-18V
Годовое количество осадков, мм	318	316	264	313	344	332	330	440
Годовое количество осадков при температуре >10°С, мм	138	137	123	138	149	148	155	184
Коэффициент увлажнения	1.08	1.10	0.90	1.14	1.24	1.02	1.03	1.43
Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом, дни	212	209	212	206	215	200	200	204
Средняя высота снежного покрова на полях, см	32	34	-	36	38	36	36	54

Дадим характеристику Лено-Алданскому междуречью по группам с точки зрения сельского хозяйства (таблица 3.9) [13].

Лено-Алданское междуречье с точки зрения географических природных особенностей подходит для сельскохозяйственной специализации в следующих направлениях растениеводства: производство зеленых, грубых кормов, продовольственного, фуражного ячменя, овса, озимой ржи, пшеницы и выборочно овощей, картофеля.

Таблица 3.9 – Характеристика Лено-Алданского междуречья

№ группы	Характеристика
1 группа	<p>Умеренно-холодные экологически неустойчивые земли межаласий занимают 2543,2 тыс. га. Территория занята лиственничными, сосново-лиственничными, брусничными, бруснично-разнотравными лесами на мерзлотных таежных палевых осолоделых почвах. Средняя январская температура составляет - 45,2 °С, июньская +18,2 °С, сумма температур выше 10 °С - 1460 °С (95 дней), выше 15 °С - 954 °С (55 дней). Устойчивое весеннее оттаивание почвы на глубине 30 см. происходит к 15 мая. Оптимальные условия для прорастания семян зерновых складываются к 1 июня. Среднемесячная температура на суглинистых почвах на глубине 20 см. в июне составляет +8,5 °С, июле +13,2 °С, августе +12 °С, сентябре +5,6 °С. Ровные межаласья отличаются недостатком продуктивной влаги, подвижных форм питательных веществ (в слое почвы 0-20 см. содержится в среднем фосфора 60-100 мг/кг, калия 140-200 мг/кг, нитратного азота 1-5 мг/кг почвы), развитием термокарста. Безморозный период в воздухе в среднем составляет 53-60 дней, на поверхности почвы 70-74 дня. По средним многолетним данным в период уборки урожая сельскохозяйственных культур в метровом слое почвы содержится 120-160 мм влаги. Водно-термические условия первой группы земель подходят для выращивания зерновых и кормовых культур. При выращивании овощей и картофеля отрицательным фактором выступают отсутствие источника пресной воды, суглинистые почвы.</p>
2 группа	<p>Засоленные земли аласов занимают 642,2 тыс. га. Лимитирующим фактором для выращивания сельскохозяйственных культур выступают короткий вегетационный период (30 - 40 дней), недостаток влаги в верхнем остепененном поясе аласов, засоленность. По данным 2011 года в самый теплый период (июль) содержание нитратного азота в среднем поясе на глубине 20 см. составляло 0,11 - 0,12 мг/100 г. почвы, фосфора - 17,5 мг, калия - 28 мг, в остепененном поясе соответственно азота 0,15 - 0,2 мг/100 г. почвы, фосфора - 16,2 мг, калия - 26,3 мг. Так, активная температура распространяется до глубины 80 см. Сумма положительных температур почвы на глубине 20 см. составляет 1400 °С, средняя температура на этой глубине в июле составляет 17-19 °С. Увлажнение занимает значительные площади, под которыми развиваются мерзлотные дерново-луговые почвы. Основу травостоя составляют ячмень луговой, бескильница тонкоцветковая, разнотравье. Средняя урожайность ячменно-разнотравного луга составляет 10-20 ц/га. В нижнем поясе аласов почвы имеют слабокислую реакцию, иногда легкорастворимых солей. В мерзлотных болотных почвах большие запасы питательных веществ, но тепловые ресурсы недостаточны для роста и развития растений. В летний период эти почвы протаивают до 80 - 90 см.</p>
3 группа	<p>Переувлажненные земли долин таежных речек занимают 294,7 тыс. га. Лимитирующим фактором для выращивания сельскохозяйственных культур являются короткий безморозный период (25-35 дней на поверхности почвы), заболоченность. Содержание общего азота в слое почвы 0-40 см. на южном склоне: в верхней части склона 0,58; средней - 0,41; нижней - 0,34%, фосфора - 229,2, 192 и 283,9 мг/кг, калия - 334,1, 203,9 и 306,7 мг/кг почвы соответственно. На северном склоне долины содержание основных питательных веществ в слое почвы 0 - 40 см. ниже, чем на южном (общего азота на 33-35%, фосфора - 13-15%, калия - 5-7%). Земли пригодны для сенокосных угодий, пастбищ и посева многолетних трав. Почвы включены в категорию низкой и средней продуктивности. Урожайность сена в среднем составляет 8-12 ц/га.</p>
4 группа	<p>Умеренно-холодные земли повышенных межаласий занимают 391,1 тыс. га. Агроклиматические условия хуже, чем в предыдущей агроэкологической группе земель. Сумма температур выше 10 °С составляет 1300-1400 °С. Средняя температура в июле составляет 16,8-17,5 °С. Ограничивающие факторы сельскохозяйственного использования этих земель - высокая затратность на мелиорацию, удаленность от населенных пунктов, отсутствие источника воды для орошения. Природоохранная направленность территории заключается в сохранении лесного фонда.</p>

Продолжение таблицы 3.9

5 группа	Площадь эрозионных земель составляет 26,4 тыс. га. Они включены в категорию земель с низкой продуктивностью. В самый теплый период температура почвы склонов северной экспозиции на глубине 0 - 20 см. в среднем составляет 12,4 - 13 °С, южной экспозиции - 22,4 - 25,5 °С. В пахотном слое почвы южной экспозиции склона влажность почвы в середине июня составляет лишь 12-18%. В самый теплый период влажность почвы склонов увеличивается за счет таяния многолетнемерзлых пород. Урожайность трав на южном склоне – 3-5 ц/га, северном – 5-7 ц/га. Данные земли пригодны для посева многолетних трав и пастбищ, в зимний период для тебеневочных пастбищ. Необходимы противоэрозионные мероприятия.
6 группа	Земли безлесных участков среди тайги занимают 13,6 тыс. га. Урожайность трав составляет 4-6 ц/га. Отрицательным фактором для выращивания сельскохозяйственных культур являются недостаток влаги, отсутствие надежных источников пресной воды, небольшое содержание питательных веществ в почве. Земли наиболее подходят для выращивания однолетних кормовых культур и многолетних засухоустойчивых трав.

Таблица 3.10 – Характеристика Лено-Виллойского междуречья

№ групп	Характеристика
1 группа	<p>Значительная часть территории занята землями ровных и повышенных межаласий с мерзлотными таежными палевыми осолоделыми и оподзоленными почвами. Площадь данной агроэкологической группы составляет 3175,09 тыс. га земель, то есть 36,3% от террасированной равнины. Ровные межаласья с мерзлотными таежными палевыми осолоделыми почвами отличаются от Лено-Амгинского междуречья повышенным содержанием подвижных форм фосфора и калия (в слое почвы 0-20 см. содержится фосфора 78-158 мг/кг, калия 90-200 мг/кг почвы), развитием термокарста. Содержание фосфора для кормовых и овощных - низкое, зерновых - среднее, калия для зерновых - высокое, овощных и кормовых - среднее и высокое. По данным этого года исследований в период посевных работ содержание нитратного азота - 0,2-2 мг/кг почвы. Сумма температур выше 0/5/10 °С составляет 1720/1643/1397 °С. Безморозный период на поверхности почвы - 51 день. В слое почвы 0-20 см. в период посевных работ температура - 10,5 °С, влажность почвы оптимальна – 25-30 мм.</p> <p>Повышенные межаласья заняты мерзлотными таежными оподзоленными почвами. Содержание подвижных форм фосфора (в слое почвы 0-20 см.) низкое (менее 75 мг/кг), калия - среднее и высокое (90-250 мг/кг почвы). Сумма температур выше 0/5/10 °С составляет 1716/1647/1421 °С. Безморозный период на поверхности почвы - 79 дней. В период посевных работ температура почвы в слое 0-20 см. составляет 11 - 12 °С.</p> <p>Повышенные межаласья отличаются от ровных межаласий низким содержанием питательных веществ в почве и более высокой теплообеспеченностью. Территория характеризуется высокой степенью залесенности. Большая часть площади сельскохозяйственных посевов расположена на раскорчевках лиственной тайги. Водно-термические условия межаласий с мерзлотными палевыми осолоделыми почвами подходят для выращивания зерновых, кормовых культур без орошения (при поздних сроках посева).</p>
2 группа	Умеренно и слабодренированные переувлажненные (заболоченные) земли поймы и низких надпойменных террас реки Виллой занимают 2184,09 тыс. га и состоят из двух типов - заболоченной низкой поймы и средней с оптимальным увлажнением. Распаханность территории составляет 5,5%. Преобладающие пойменные аллювиальные почвы низкой поймы отнесены к категории земель очень низкой продуктивности. В слое почвы 0-20 см. средней поймы содержится подвижного фосфора в среднем 150-200 мг/кг, обменного калия – 200-240,3 мг/кг, нитратного азота - 0,18-0,2 мг/кг почвы. Температура почвы в начале июня в слое почвы 0-20 см. оптимальна для прорастания семян кормовых, овощных, картофеля (8-12 °С). Запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см. весной составляют 220-250 мм, осенью – 90-160 мм. Земли средней поймы включены в категорию земель высокой продуктивности.

Продолжение таблицы 3.10

3 группа	Земли заболоченных котловинных аласов и вокруг озер занимают 1457 тыс. га. Плоские котловины большинства озер (западной части территории) состоят из трех поясов: вокруг озера располагается пояс избыточного увлажнения с мерзлотными лугово-болотными, торфяно-болотными почвами, затем следует пояс оптимального увлажнения с мерзлотными черноземно-луговыми слабозасоленными почвами, по периферии котловин - пояс недостаточного увлажнения с мерзлотными лугово-черноземными слабозасоленными почвами. В восточной части территории (Верхневиллюйский, Вилюйский, Кобяйский административные районы) пояс недостаточного увлажнения практически отсутствует. Лимитирующим фактором для выращивания сельскохозяйственных культур выступает короткий вегетационный период (30-40 дней). Земли пригодны для сенокосных угодий, пастбищ и посева многолетних трав. Земли включены в категорию низкой и средней продуктивности.
4 группа	Мелкодолинные заболоченные земли таежных речек занимают 525,16 тыс. га. Лимитирующим фактором для выращивания сельскохозяйственных культур являются короткий безморозный период (25-35 дней на поверхности почвы) и заболоченность. Земли пригодны для сенокосных угодий и пастбищ для крупного рогатого скота и лошадей.
5 группа	Эрозионные земли склонов (таежных речек, низин межгаласий) с мерзлотными таежными и оподзоленными смытыми, в нижних частях склонов - оглеенными почвами, составляют 636,42 тыс. га. В естественных условиях склоны южной экспозиции отличаются высокой теплообеспеченностью. В июле на глубине 0 - 10 см. температура почвы достигает 18-20 °С. В этот период отмечается повышенная засушливость. В слое 0-40 см. накапливается лишь 25-35 мм продуктивной влаги. На склоне северной экспозиции отмечена пониженная температура (в слое почвы 0-10 см. она составила в среднем 10-12 °С). При этом в слое почвы 0-40 см. в среднем содержится 60-75 мм продуктивной влаги.
6 группа	Заболоченные земли межрядовых низин террас с мерзлотными торфянисто- и торфяно-болотными, местами таежными заболоченными почвами на песках и суглинках занимают 635,65 тыс. га. Лимитирующим фактором для выращивания сельскохозяйственных культур являются короткий безморозный период, низкая обеспеченность теплом и заболоченность. Земли пригодны для сенокосных угодий и пастбищ.
7 группа	Песчаные гряды (тукуланы) с мерзлотными таежными оподзоленными, дерново-слабоподзоленными почвами, занимающие 127,44 тыс. га земли, бедны питательными веществами и предлагается оставлять их в резерв.

В Лено-Вилюйском междуречье растениеводство развито по долинам рек Лена, Вилюй и на прилежащих низменных террасированных, озерно-аллювиальных, эрозионно-денудационных и увалистых карстовых равнинах. На территории преобладает 7 агроэкологических групп земель (таблица 3.10).

Наиболее оптимальные природные условия для выращивания сельскохозяйственных культур имеются в Приленских эрозионно-денудационных карстовых, увалистых равнинах южной части Лено-Вилюйского междуречья[13].

Климат их на фоне близлежащих агроландшафтных районов умеренно теплый, умеренно увлажненный. Коэффициент увлажнения, учитывающий

приход и расход влаги, составляет 1,02-1,43. Годовое количество осадков колеблется от 330-440 мм, из них на активный период вегетации растений приходится 42-47%. Средняя продолжительность безморозного периода в воздухе составляет 72-93 дня, на поверхности почвы – 70-85 дней. Климат благоприятен для выращивания зерновых, картофеля, овощей и кормовых культур.

Для правильного ведения сельского хозяйства необходимо агрометеорологическое сопровождение. Виды продукции, ее периодичность, сроки выпуска и цена представлены в таблице 3.11 [24].

Таблица 3.11 – Агрометеорологическая продукция ФГБУ «Якутское УГМС» и сроки ее предоставления для зерновых культур

№ п/п	Наименование продукции	Периодичность	Сроки выпуска	Цена за ед. продукции
1.	Специализированный прогноз запасов продуктивной влаги в почве весной к началу вегетационного периода яровых зерновых культур (15 пунктов: Якутск, Маган, Покровск, Исить, Намцы, Борогонцы, Чурапча, Майя, Амга, Нюрба, Сунтар, Олекминск, Санныяхтах, Томмот, Усть-Мая)	1	28.04	660
2.	Специализированный прогноз оптимальных сроков начала полевых работ и сева яровых зерновых культур (16 пунктов: Якутск, Маган, Покровск, Исить, Намцы, Борогонцы, Чурапча, Майя, Амга, Нюрба, Верхневиллюйск, Сунтар, Крестьях, Олекминск, Санныяхтах, Томмот)	1	25.04	863
3.	Специализированный прогноз теплообеспеченности вегетационного периода	1	30.05	1624
3.1	Специализированный прогноз продолжительности вегетационного периода (18 пунктов: Якутск, Маган, Покровск, Исить, Намцы, Борогонцы, Чурапча, Майя, Амга, Нюрба, Верхневиллюйск, Сунтар, Крестьях, Олекминск, Санныяхтах, Томмот, Усть-Мая, Ленск)	1	10.06	2231
3.2	Специализированный прогноз сумм температур выше 10°C и продолжительности периода с такими температурами (18 пунктов: Якутск, Маган, Покровск, Исить, Намцы, Борогонцы, Чурапча, Майя, Амга, Нюрба, Верхневиллюйск, Сунтар, Крестьях, Олекминск, Санныяхтах, Томмот, Усть-Мая, Ленск)	1		

Продолжение таблицы 3.11

4.	Специализированный прогноз сроков наступления основных фаз развития и созревания зерновых культур			
4.1	Овес			
	Специализированный прогноз сроков колошения овса (15 пунктов: Якутск, Маган, Покровск, Исить, Намцы, Борогонцы, Чурапча, Майя, Амга, Нюрба, Сунтар, Крестях, Олекминск, Санныяхтах, Томмот)	1	24-28.06	1223
	Специализированный прогноз сроков созревания и условий уборки урожая овса (15 пунктов: Якутск, Маган, Покровск, Исить, Намцы, Борогонцы, Чурапча, Майя, Амга, Нюрба, Сунтар, Крестях, Олекминск, Санныяхтах, Томмот)	1	25.07	1888
4.2	Ячмень			
	Специализированный прогноз сроков колошения ячменя (9 пунктов: Маган, Покровск, Исить, Амга, Нюрба, Сунтар, Олекминск, Намцы, Чурапча)	1	24-28.06	1223
	Специализированный прогноз сроков созревания и условий уборки урожая ячменя (9 пунктов: Маган, Покровск, Исить, Амга, Нюрба, Сунтар, Олекминск, Намцы, Чурапча)	1	25.07	1888
4.3	Пшеница			
	Специализированный прогноз сроков колошения пшеницы (3 пункта: Маган, Покровск, Олекминск)	1	24-28.06	1223
	Специализированный прогноз сроков созревания и условий уборки урожая пшеницы (3 пункта: Маган, Покровск, Олекминск)	1	25.07	1888
5.	Специализированный прогноз урожайности зерновых культур	1	27.06	
5.1	Овёс (15 пунктов: Якутск, Маган, Покровск, Исить, Намцы, Борогонцы, Чурапча, Майя, Амга, Нюрба, Сунтар, Крестях, Олекминск, Санныяхтах, Томмот)	1		1729
5.2	Ячмень (8 пунктов: Маган, Покровск, Исить, Амга, Нюрба, Сунтар, Олекминск, Чурапча)	1		1729
5.3	Пшеница (3 пункта: Маган, Покровск, Олекминск)	1		1729

В связи с тем, что вегетационный период короткий, периодичность прогнозов равна единице. Сроки выпуска прогнозов соответствуют климатическим характеристикам региона (таблица 3.12, таблица 3.13).

Таблица 3.12 – Агрометеорологическая продукция ФГБУ «Якутское УГМС» и сроки ее предоставления для овощных культур

№ п/п	Наименование продукции	Периодичность	Сроки выпуска	Цена за ед. продукц.
1.	Специализированный прогноз сроков наступления основных фаз развития и созревания овощных культур			
1.1	Прогноз агрометеорологических условий произрастания картофеля в период клубнеобразования и условий уборки урожая (20 пунктов: Якутск, Маган, Покровск, Исить, Намцы, Борогонцы, Чурапча, Майя, Амга, Крест-Хальджай, Верхневилуйск, Нюрба, Сунтар, Крестях, Ленск, Нюя, Олекминск, Санныяхтах, Алдан, Томмот)		29.08	510
1.2	Прогноз высадки рассады капусты в открытый грунт (9 пунктов: Якутск, Покровск, Амга, Крест-Хальджай, Нюрба, Сунтар, Нюя, Томмот, Покровск)		24.05	612
2.	Специализированный прогноз урожайности картофеля			
2.1	Прогноз урожайности картофеля (20 пунктов: Якутск, Маган, Покровск, Исить, Намцы, Борогонцы, Чурапча, Майя, Амга, Крест-Хальджай, Верхневилуйск, Нюрба, Сунтар, Крестях, Ленск, Нюя, Олекминск, Санныяхтах, Алдан, Томмот)		07.08	1014

Таблица 3.13 – Агрометеорологическая продукция ФГБУ «Якутское УГМС» и сроки ее предоставления для сеяных и луговых трав

№ п/п	Наименование продукции	Периодичность	Сроки выпуска	Цена за ед. продукц.
1.	Сеяные травы - Нюрбинский (Нюрба)			
1.1	Прогноз перезимовки	1	20.04	2440
1.2	Прогноз сроков цветения	1	29.05	1014
1.3	Прогноз урожайности	1	14.07	2138
2.	Луговые травы			
2.1	Специализированный прогноз сроков цветения (40 пунктов: Якутск, Маган, Покровск, Исить, Намцы, Борогонцы, Чурапча, Майя, Амга, Нюрба, Верхневилуйск, Сунтар, Крестях, Олекминск, Санныяхтах, Томмот, Бердигестях, Крест-Хальджай, Верхоянск, Сеген-Кюель, Усть-Мома, Оймякон, Оленек, Джалинда, Шелогонцы, Эйк, Среднеколымск, Юбилейная, Депутатский, Батагай-Алыта, Чокурдах, Анабар, Саскылах, Тюмяти, Кюсюр, Тикси, Зырянка, Черский, Колымское, Жиганск)	1	30.05	506
2.2	Специализированный прогноз вероятной урожайности луговых трав (38 пунктов: Якутск, Маган, Покровск, Исить, Намцы, Борогонцы, Чурапча, Майя, Амга, Нюрба, Верхневилуйск, Сунтар, Крестях, Олекминск, Санныяхтах, Томмот, Крест-Хальджай, Верхоянск, Сеген-Кюель, Усть-Мома, Оймякон, Оленек, Джалинда, Шелогонцы, Эйк, Среднеколымск, Депутатский, Батагай-Алыта, Чокурдах, Анабар, Саскылах, Тюмяти, Кюсюр, Тикси, Зырянка, Черский, Колымское, Жиганск)	1	12.07	713

### 3.2 Влияние климата на хозяйственную деятельность Якутска

Климат Якутска (Республика Саха (Якутия)) влияет на промышленность, транспорт и жилищное строительство из-за особенностей вечной мерзлоты – состояния грунта, при котором он остаётся промёрзшим круглый год на глубину от нескольких метров до сотен. Летом оттаивает только верхний сезонный слой, а ниже сохраняется лёд в порах и прослойках.

Некоторые последствия климата для этих сфер:

Сложности строительства из-за нестабильной основы грунта. Если поставить дом прямо на землю, используя обычный фундамент, тепло от здания начнёт подтапливать замёрзшую землю, грунт размягчится, начнёт оседать, и дом может накрениться или даже рухнуть.

Затруднения с логистическими операциями из-за суровых климатических условий. Большая часть дорог Якутии не имеет твёрдого покрытия, поэтому 85% территории доступны только в определённое время года (рисунок 3.2).

Экологические риски – строительство в зоне вечной мерзлоты может привести к выбросу парниковых газов, которые долгое время были «заперты» в мерзлоте, и ускоряет процесс таяния мерзлоты, что создаёт дополнительные риски для уже построенных объектов[11].

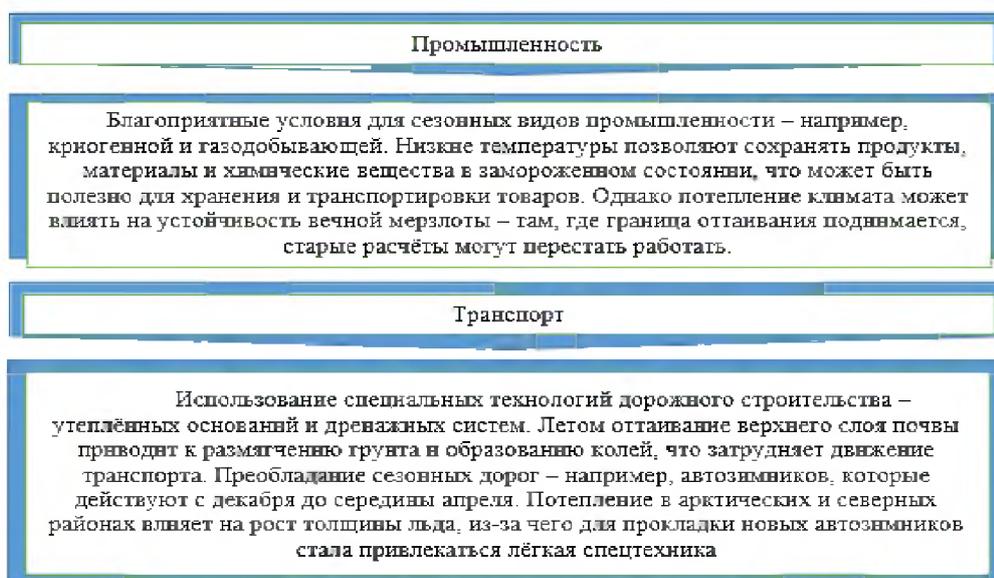


Рисунок 3.2 – Особенности ведения хозяйственной деятельности в промышленности и на транспорте с учетом климата

Изменение климата, в частности глобальное потепление, влияет на строительство в Якутии через таяние вечной мерзлоты.

Некоторые последствия этого процесса:

- Деформация ландшафтов. Появляются впадины в почве, исчезают озёра, деформируются дороги.
- Угроза инфраструктуре. Просаживание оттаявшего грунта приводит к неустойчивости сооружений, фундаментом которых была мерзлота, и деформации, вплоть до разрушения зданий, дорог и промышленной инфраструктуры.
- Снижение надёжности свайных фундаментов. По мере роста температуры и увеличения мощности активного слоя надёжность свайных фундаментов снижается, а расчётный ресурс ряда существующих зданий и сооружений может потребовать пересмотра.

Чтобы адаптироваться к изменениям климата, в Якутии применяют новые технологии строительства, технические регламенты, нормы и правила. Например, используют охлаждаемые фундаменты, которые отводят тепло и удерживают мерзлоту в замороженном состоянии, несмотря на климатическое потепление.

Также в регионе развивают производство строительных блоков и изделий, рассчитанных на работу в условиях отрицательных температур и возможного переувлажнения грунтов[11] (рисунок 3.3).

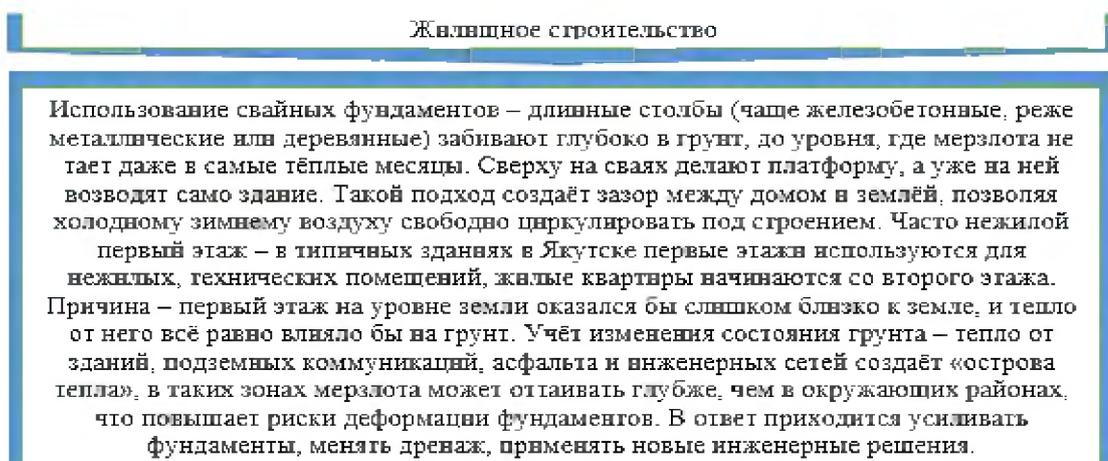


Рисунок 3.3 – Особенности ведения жилищного строительства с учетом климата

Данные по температуре почвы (грунтов) необходимы в строительстве в Якутске (зоне вечной мерзлоты) для контроля состояния оснований и фундаментов (рисунок 3.4). Это позволяет:

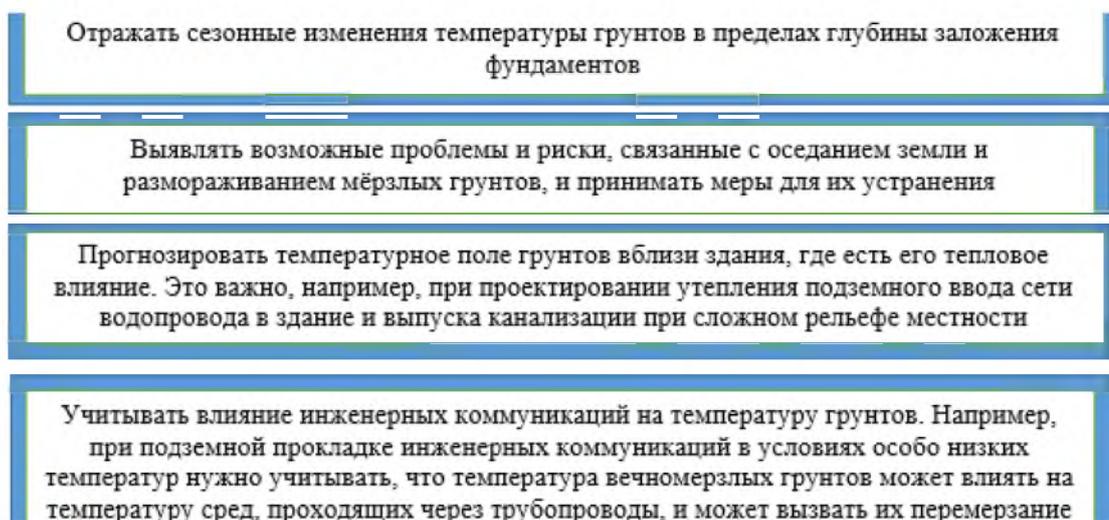


Рисунок 3.4 – Назначение данных по температуре почвы (грунтов) в строительстве

Данные по температуре почвы при строительстве в Якутске должны соответствовать нормативным документам. Например:

– СП 131.13330.2025 «СНиП 23-01-99 Строительная климатология». Устанавливает климатические параметры, которые применяют при проектировании зданий и сооружений, систем отопления, вентиляции, кондиционирования, водоснабжения[19].

– СП 25.13330.2020 (СНиП 2.02.04-88) — определяет требования к прогнозу изменений температурного режима многолетнемёрзлых грунтов[20].

Данные по температуре почвы при строительстве в Якутске собирают с помощью:

- Специальных температурных труб – их пробуряют возле зданий.
- Термометрических скважин – их бурят перед началом строительства, за состоянием грунтов следят на всём протяжении стройки.
- Автоматизированных систем – они измеряют температуру и дистанционно передают данные.

Для обработки данных по температуре почвы при строительстве в

Якутске используют:

– Программный комплекс «Борей 3D» – предназначен для расчёта динамики изменений температурного поля многолетнемерзлых грунтов оснований зданий и сооружений с учётом теплового влияния сезоннодействующих охлаждающих устройств (термостабилизаторов).

– Программу FROSTHEAT – основана на математической модели, которая используется при проектировании объектов капитального строительства в условиях вечной мерзлоты.

Данные по температуре почвы при строительстве в Якутске также используются для анализа состояния грунтов[18].

Характеристика среднемесячной температуры верхних слоев почвы (°C) 2000-2024 гг. представлена в таблице 3.14.

Данные показывают, что в теплый период года температура воздуха и верхних слоев почвы положительная.

Таблица 3.14 – Показатели среднемесячной температуры верхних слоев почвы (°C) 2000-2024 гг.

Глубина, см	V	VI	VII	VIII	IX
5	6,8	17,4	21,0	16,6	7,2
10	5,6	16,2	20,2	16,2	7,3
15	4,4	14,8	19,1	15,6	7,3
20	3,7	14,0	18,4	15,2	7,2
Температура воздуха	5,9	15,4	18,7	14,8	6,2

Характеристика средней, наибольшей и наименьшей глубины проникновения (см) нулевой температуры в почву (под естественным покровом) представлена в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Показатели средней, наибольшей и наименьшей глубины проникновения (см) нулевой температуры в почву (под естественным покровом) за период 2000-2024 гг.

Глубина проникновения	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
средняя	0	97,1	148,1	193,6	204,6	205	188,2
наибольшая	350	109	156	201	211	212	200
Наименьшая	0	79	136	178	194	198	175

Наибольшая глубина проникновения нулевой температуры составляет от 109 до 350 см. Среднее значение составляет от 0 – в апреле, до 205 см – в сентябре.

Средняя месячная температура почвы (°C) по глубинам различной обеспеченности представлена в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Средняя месячная температура почвы (°C) по глубинам различной обеспеченности за период 2000-2024 гг.

Глубина, см	температура	Обеспеченность, %						
		2	5	10	50	90	95	100
<b>Январь</b>								
0	-43,0	-52,0	-50,0	-48,0	-43,0	-36,0	-34,0	-31,0
20	-19,0	-25,4	-24,9	-22,7	-18,8	-16,0	-15,2	-14,4
40	-16,6	-25,4	-21,2	-19,8	-16,3	-14,0	-13,5	-13,0
60	-14,3	-20,3	-18,2	-17,0	-14,0	-11,3	-10,8	-10,0
80	-12,2	-19,0	-16,6	-15,0	-11,8	-9,9	-9,1	-8,8
120	-8,6	-14,2	-12,0	-10,4	-8,2	-7,0	-6,7	-6,2
160	-5,4	-9,8	-7,8	-6,7	-5,1	-3,2	-3,0	-2,8
240	-2,6	-5,3	-4,0	-3,3	-2,3	-1,8	-1,5	-1,2
320	-1,7	-3,8	-2,7	-2,1	-1,8	-1,1	-1,0	-0,8
<b>Апрель</b>								
0	-9,0	-13	-12,0	-12,0	-9,0	-6,0	-5,0	-4,0
20	-7,8	-12,8	-10,8	-9,5	-7,8	-6,6	-6,2	-6,0
40	-8,3	-12,0	-10,4	-9,6	-8,2	-7,0	-6,8	-6,1
60	-8,4	-11,8	-10,3	-9,6	-8,2	-7,2	-7,0	-6,5
80	-8,3	-11,2	-10,1	-9,6	-8,2	-7,2	-7,0	-6,8
120	-7,9	-10,0	-10,2	-8,9	-7,9	-7,0	-6,8	-6,5
160	-6,9	-8,8	-8,2	-8,0	-7,0	-6,0	-5,8	-5,5
240	-5,5	-7,0	-6,6	-5,9	-5,5	-5,0	-4,7	-4,5
320	-4,3	-5,9	-5,5	-5,4	-4,2	-3,8	-3,5	-3,2
<b>Июль</b>								
0	24	19,0	20,0	21,0	24,0	26,0	27,0	28,0
20	17,6	15,2	15,7	16,2	17,9	18,1	19,5	19,9
40	15	12,2	12,9	13,4	15,0	16,9	17,2	17,5
60	12,1	10,2	10,6	11,0	12,1	13,5	13,7	13,8
80	9,4	7,6	8,1	8,5	9,5	10,6	10,9	11,0
120	4,1	2,5	2,9	3,2	4,2	5,0	5,2	5,5
160	0,3	-0,2	-0,1	0	0,5	0,8	0,9	1,0
240	-2,0	-2,3	-2,2	-2,1	-2,0	-1,8	-1,7	-1,6
320	-2,8	-3,2	-3,1	-3,0	-2,9	-2,5	-2,5	-2,4
<b>Октябрь</b>								
0	-9,0	-14,0	-13,0	-12,0	-9,0	-7,0	-7,0	-6,0
20	-3,2	-5,3	-4,9	-4,4	-3,1	-1,8	-1,5	-1,0
40	-1,9	-3,5	-3,0	-3,0	-1,9	-1,0	-0,6	-0,2
60	-0,6	-1,8	-1,4	-1,2	-0,6	0	0,1	0,3
80	0	-0,7	-0,5	-0,4	0	0,4	0,5	0,7
120	0,1	-0,6	-0,4	-0,2	0,2	0,4	0,5	0,5

Продолжение таблицы 3.16

160	0,1	-0,1	0	0	0,2	0,3	0,3	0,4
240	-0,9	-1,1	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,7
320	-1,8	-2,2	-2,1	-2,0	-1,8	-1,5	-1,4	-1,3

Характеристика среднемесячной температуры почвы (°С) различной обеспеченности за период 2000-2024 гг. представлена в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Показатели среднемесячной температуры почвы (°С) различной обеспеченности за период 2000-2024 гг.

Месяц	Ср. температура	Обеспеченность, %						
		2	5	10	50	90	95	98
I	-43	-52	-50	-48	-43	-36	-34	-31
II	-38	-45	-43	-42	-38	-34	-33	-32
III	-26	-34	-32	-31	-26	-22	-20	-19
IV	-9	-13	-12	-12	-9	-6	-5	-4
V	9	6	7	7	9	12	13	15
VI	21	18	19	19	21	23	24	26
VII	24	19	20	21	24	26	27	28
VIII	19	15	15	16	19	21	21	22
IX	6	3	4	4	6	8	9	10
X	-9	-14	-13	-12	-9	-7	-7	-6
XI	-30	-38	-36	-34	-30	-25	-24	-23
XII	-40	-48	-46	-45	-40	-36	-35	-33

Как видно из таблицы 3.17 среднемесячная температура почвы изменяется по месяцам от 24 до -43 °С.

Самые низкие температуры наблюдаются в январе.

Самые высокие температуры наблюдаются в июле.

Метеорологическое обеспечение хозяйства представлено в таблице 3.18. В таблице обозначены: виды продукции, ее периодичность, сроки выпуска и цена.

Прогнозы в таблице передаются для автодорожного хозяйства, топливно-энергетического комплекса, жилищно-коммунального хозяйства для Якутска. Кроме этого ФГБУ «Якутское УГМС» формирует прогнозы для газовой промышленности, лесного хозяйства, морского и речного транспорта[24].

Таблица 3.18 – Метеорологические прогнозы ФГБУ «Якутское УГМС»

№ п/п	Наименование продукции	Периодичность	Сроки выпуска	Цена за ед. продукции
1.	Специализированный прогноз погодных условий на начало отопительного сезона	1	август-сентябрь	29401
2.	Специализированный прогноз погодных условий на окончание отопительного сезона	1	Май-июнь	27414
3.	Специализированный прогноз температуры на 6 часов в отопительный период по г. Якутск	1016	00.10; 06.10; 12.10; 18.10 часов	472
4.	Специализированный прогноз ветра на 6 часов в отопительный период по г. Якутск	1016	-//-	281
5.	Специализированный прогноз давления на 6 часов в отопительный период по г. Якутск	1016	-//-	188
6.	Специализированный прогноз на автодороге «Колыма» (по участкам) на сутки	248	Рабочие дни	179
7.	Специализированный прогноз на автодороге «Колыма» (по участкам) на вторые сутки	248	Рабочие дни	200
8.	Специализированный прогноз на автодороге «Колыма» (по участкам) на третьи сутки	248	Рабочие дни	124
9.	Специализированный прогноз на автодороге «Умнас» (по участкам) на сутки	248	Рабочие дни	199
10.	Специализированный прогноз на автодороге «Умнас» (по участкам) на вторые сутки	248	Рабочие дни	229
11.	Специализированный прогноз на автодороге «Умнас» (по участкам) на третьи сутки	248	Рабочие дни	143
12.	Специализированный прогноз на автодороге «Нам» (по участкам) на сутки	248	Рабочие дни	122
13.	Специализированный прогноз на автодороге «Нам» (по участкам) на вторые сутки	248	Рабочие дни	143
14.	Специализированный прогноз на автодороге «Нам» (по участкам) на третьи сутки	248	Рабочие дни	88
15.	Специализированный прогноз на автодороге «Виллюй» (по участкам) на сутки	248	Рабочие дни	188
16.	Специализированный прогноз на автодороге «Виллюй» (по участкам) на вторые сутки	248	Рабочие дни	216
17.	Специализированный прогноз на автодороге «Виллюй» (по участкам) на третьи сутки	248	Рабочие дни	130
18.	Консультация о вероятных сроках разрушения автотрасс ледовых переправ в Центральной Якутии	1	25.03	14164
19.	Консультация о вероятных сроках открытия ледовых переправ	1	01.11	28691
20.	Консультация об открытии ледовых переправ на Лене	1	15.11	30184
21.	Специализированный прогноз среднесуточной температуры воздуха	365	К 15 ч.	630

Подготавливает специализированные прогнозы элементов погоды для СМИ, специализированные прогнозы элементов погоды, для водного хозяйства, специализированную информацию о загрязнении окружающей среды.

Специализированные прогнозы погоды для Якутска (Республики Саха (Якутия)) имеют важное значение для прогнозирования погодных условий, которые влияют на жизнь в регионе. Такие прогнозы помогают:

- Учитывать особенности местности. Синоптики рассчитывают различные элементы и явления погоды: осадки, давление, температуру, ветер.

- Учитывать быстрые колебания. Долгосрочные прогнозы дают лишь средние характеристики сезона, но не способны учесть быстрые колебания, которые видны только в краткосрочной перспективе.

- Прогнозировать экстремальные аномалии. Например, к резким похолоданиям чаще всего приводит поведение полярного вихря в тропосфере и стратосфере, и долгосрочные прогнозы не позволяют заранее предсказать экстремальные значения.

## Заключение

В выпускной квалификационной работе проведено исследование климата Якутска. Материалом для исследования послужили многолетние климатические данные за разные периоды времени: период – 1888-2024 гг. и 2000-2024 гг.

В исследовании установлено, что Якутск расположен в долине Туймаада на левом берегу реки Лены, в среднем ее течении, находится несколько севернее параллели 62 градуса северной широты, вследствие чего в летнее время наблюдается длительный период «белых ночей», а зимой (в декабре) – светлое время суток длится всего 3-4 часа. Расположен в зоне многолетней мерзлоты, климат Якутска резко континентальный. Зимой – средняя температура января –  $-36,9$  °С, иногда морозы могут пересекать 60-градусную отметку, абсолютный минимум составил  $-64,4$  °С. Летом – средняя температура июля –  $+19,9$  °С, абсолютный максимум –  $+38,4$  °С. Годовая амплитуда температур составляет  $102,8$  °С.

Годовая норма осадков составляет 234 мм. Их основное количество (157 мм) выпадает с мая по сентябрь, почти в два раза меньше (69 мм) – с октября по апрель. Устойчивый снежный покров наблюдается в среднем 195 суток, максимальная высота покрова – 51 см.

Основными факторами, которые влияют на климат местности являются географическое положение, циркуляция атмосферы, рельеф местности и солнечная радиация.

Из-за атмосферной циркуляции и расположения города направление ветра в Якутске разное в течение года, но преобладающими направлениями являются северное и северо-западное.

Многолетняя мерзлота – важный элемент климатической системы, который участвует в колебаниях температуры и других климатических показателях.

Суровые условия климата значительно влияют на жизнь местного

населения и ведения хозяйственной деятельности. Строительство на вечной мерзлоте требует использования специальных технологий, применения свайных фундаментов, которые уходят на глубину до 20 метров. Сельское хозяйство учитывает особенности короткого вегетационного периода у растений и предусматривает новые технологии его ведения. Транспортная система Республики Саха (Якутия) имеет особенности, связанные с труднодоступностью региона, сезонностью функционирования и неравномерностью развития разных видов транспорта.

Климатические условия влияют на хозяйственную деятельность в промышленности и на транспорте. Неблагоприятные природные процессы и экстремальные погодные условия могут осложнять эксплуатацию инфраструктуры, нарушать движение и технологические процессы. Учёт климатических факторов важен при планировании, проектировании, строительстве и эксплуатации объектов в этих сферах. Учет климатических условий важен для обеспечения безопасности жизнедеятельности в Якутске и увеличения мобильности населения.

Для минимизации суровых условий в Якутске необходимо учитывать особенности строительства, развития инфраструктуры и экологии, а также регулировать вопросы, связанные с адаптацией к климатическим изменениям. Эти меры направлены на сохранение устойчивости зданий, дорог и коммуникаций, а также на снижение рисков, связанных с экстремальными природными явлениями.

Исследование может быть продолжено и детализировано в разных областях экономики Якутска.

## Список литературы

1. Анализ и перспективы развития сельского хозяйства в республике Саха (Якутия): проблемы, тенденции и стратегические направления до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-i-perspektivu> (дата обращения 24.11.2025)
2. Влияние природно-климатических условий на производственно-экономическое развитие России. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-prirodno-klimaticheskikh-usloviy-na-proizvodstvenno-ekonomicheskoe-razvitie-rossii> (дата обращения 02.11.2025)
3. География и климат Якутии. [Электронный ресурс]. URL: <https://investyakutia.ru/about/geography-and-climate/> (дата обращения 12.10.2025)
4. Географическое положение республики Саха (Якутия) и его уникальность [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geograficheskoe-polozhenie-respubliki-saha-yakutiya-i-ego-unikalnost?ysclid=mjefafa5qc444074189> (дата обращения 02.11.2025)
5. Изменение климата в республике Саха (Якутия) и его влияние на население: инструментальные измерения и наблюдения местных жителей. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-klimata-v-respublike-saha-yakutiya-i> (дата обращения 24.11.2025)
6. Карта распространение многолетне-мерзлых пород в России. [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/images/search?img\\_url=](https://yandex.ru/images/search?img_url=)(дата обращения 22.11.2025)
7. Карта сельскохозяйственные зоны Республики Саха (Якутия). [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/images/search?img\\_url=https%3A%2F%2Fs.natural-](https://yandex.ru/images/search?img_url=https%3A%2F%2Fs.natural-) (дата обращения 15.11.2025)
8. Классификация Б.П. Алисова. [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.tsu.ru/eor/resource/573/html/106.html> i (дата обращения 04.12.2025)

9. Климат Якутска. [Электронный ресурс]. URL: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-125134038.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-125134038.pdf) (дата обращения 15.11.2025)
10. Метеорологическое освоение Сибири и Дальнего Востока. [Электронный ресурс]. URL: [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/167.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/167.pdf) (дата обращения 18.11.2025)
11. Официальный сайт окружной администрации г. Якутска. [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/search/?text=Якутск.+&lr=39&clid> (дата обращения 22.11.2025)
12. Погода и климат. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения 13.11.2025)
13. Пространственное зонирование сельских территорий республики Саха (Якутия). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prostranstvennoe-zonirovanie-selskih-territoriy-respubliki-saha-yakutiya/viewer> (дата обращения 22.11.2025)
14. Природно-климатические условия России. [Электронный ресурс]. URL: [https://spravochnick.ru/geografiya/prirodno-klimaticheskie\\_usloviya/prirodno-klimaticheskie\\_usloviya\\_rossii/](https://spravochnick.ru/geografiya/prirodno-klimaticheskie_usloviya/prirodno-klimaticheskie_usloviya_rossii/) (дата обращения 17.11.2025)
15. Распоряжение от 23 марта 2017 года N 366-р Об утверждении методического пособия «система ведения сельского хозяйства в республике Саха (Якутия) на период 2016-2020 годов». [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/450220534> (дата обращения 22.11.2025)
16. Сельское хозяйство Якутии. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agrien.ru/reg/якутия.html> (дата обращения 22.11.2025)
17. Структура фаз летнего сезона на юго-востоке Западной Сибири. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-faz-letnego-sezona-na-yugo-vostoке-zapadnoy-sibiri> (дата обращения 12.11.2025)
18. Стратегия социально-экономического развития городского округа «город Якутск» на период до 2032 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/407068911> (дата обращения 08.12.2025)
19. СП 131.13330.2025 «СНиП 23-01-99 Строительная климатология».

[Электронный ресурс]. URL: <https://nav.tn.ru/cloud/iblock/ SP-Stroitel'naya-klimatologiya.pdf> (дата обращения 08.12.2025)

20. СП 25.13330.2020 (СНиП 2.02.04-88). [Электронный ресурс]. URL: <https://nav.tn.ru/cloud/iblock/e3c/e3c7844b0552e87b77df1ebc4b2e7474/SP-25.13330.2020-Osnovaniya-i-fundamenty-na-vechnomerzlykh-gruntakh.pdf>. (дата обращения 08.12.2025)

21. Циркуляция атмосферы на территории России. [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/images/search?img\\_url=http%3A%2F%2Fru-static.z-Якутии](https://yandex.ru/images/search?img_url=http%3A%2F%2Fru-static.z-Якутии) (дата обращения 12.11.2025)

22. Численное моделирование климата центральной Якутии. [Электронный ресурс]. URL: <https://s.natural-sciences.ru/pdf/2021/11/37722.pdf> (дата обращения 15.12.2025)

23. Физико-географическая карта республики Саха (Якутия). [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/images/search?img\\_url=https%3A%2F%2Fwww.Саха%20\(Якутия\)](https://yandex.ru/images/search?img_url=https%3A%2F%2Fwww.Саха%20(Якутия)) (дата обращения 28.11.2025)

24. Якутское УГМС – гидрометеорологическая информация. [Электронный ресурс]. URL: <https://yкуthydromet.ru/struktura/> (дата обращения 22.11.2025)

25. Якутск. [Электронный ресурс]. URL: <https://old.bigenc.ru/geography/text/5768359> (дата обращения 22.11.2025)