



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

Кафедра метеорологических прогнозов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему: «Изменчивость вертикальных профилей температуры над некоторыми регионами Якутии»

Исполнитель Павленко Екатерина Александровна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель доктор физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Дробжева Яна Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Анискина Ольга Георгиевна

(фамилия, имя, отчество)

« 28 » мая 2021 г.

Санкт-Петербург
2021

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
Введение.....	3
1 Физико-географические условия территории Якутии.....	5
1.1 Климат и климатическое районирование Якутии.....	7
2 Основные особенности климата и климатообразующие факторы на территории республики Саха –Якутия.....	14
2.1 Географическое положение.....	16
2.2 Рельеф и геологическое строение Якутии.....	17
2.3 Циркуляция атмосферы на территории Якутии и ее влияние на формирование климата и погоды в регионе...	19
3 Исследование вертикальных профилей температуры воздуха над Якутией.....	31
3.1 Анализ термической структуры г. Алдан.....	32
3.2 Анализ термической структуры г.Чокурдах.....	44
Заключение.....	61
Список использованных источников.....	62

Введение

Климат Якутии является резко континентальным, что обуславливает большой перепад температур зимой и летом. Зимний период продолжительный, а летний период довольно короткий. Диапазон средних температур января и июля превышает более 90 градусов по Цельсию.

На примере крупнейшего субъекта Российской Федерации - Республики Саха (Якутия) исследована вертикальная структура атмосферы и ее изменения [12].

Объект исследования - температура на территории Республики Саха-Якутия.

Предмет исследования - вертикальные профили данной территории.

Целью данной работы является изучение температурных и вертикальных профилей на территории Республики Саха-Якутия.

Для достижения этой цели в работе решаются следующие задачи:

- дать физико-географическое описание территории Саха-Якутии;
- изучить основные климатообразующие факторы на территории Якутии на основе литературных источников, статистических материалов и данных Гидрометцентра;
- проанализировать вертикальные профили температуры на территории республики.

В данной работе мы собрали данные о вертикальных профилях температуры с метеостанций в таких регионах Якутии, как Алдан и Чокурдах. Была проанализирована вертикальная структура атмосферы. Наибольшее внимание обращено на случаи инверсии температуры в приземном слое, то есть повышение температуры с высотой в городах Алдан и Чокурдах для зимнего и летнего периодов времени.

Проанализирована термическая вертикальную структуру атмосферы в январе и июле за период с 2014 по 2018 год. Выбор этих месяцев обусловлен

тем, что они характеризуют зимнюю и летнюю атмосферу изучаемого региона. Изучение сосредоточено на анализе инверсий в приземном слое атмосферы, которые очень отличительны для региона Якутии

Описывается воздействие метеорологических элементов на вариации температуры и погоды на территории республики Саха-Якутия.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованной литературы.

В первой главе рассмотрены физико-географические условия территории республики Саха-Якутия.

Вторая глава посвящена рассмотрению основных особенностей климата и климатообразующих факторов на территории республики Саха-Якутия

В третьей главе описаны результаты исследования вертикальных профилей температуры воздуха над Якутией

Общий объём работы – 63 страницы. Работа содержит 3 таблицы, 35 рисунков.

Список использованных источников содержит 20 наименований.

1 Физико-географические условия территории Якутии

По данным за 2020 год в ФГБУ «Якутское УГМС» приземные метеорологические наблюдения проводят 99 метеорологических станций и 65 метеорологических постов.



Рисунок 1.1– Карта метеорологических станций ФГБУ «Якутское УГМС»

Сейчас в Якутии функционирует сеть, состоящая из 101 метеостанции [12]. Существующая комплексная сеть метеостанций будет дополняться автоматическими и полуавтоматическими метеорологическими станциями, которые значительно облегчат работу наблюдателей, работающих в таежных условиях. Планируется увеличение числа аэрологических станций, которые ведут радиозондирование атмосферы, - с 14 до 15. На сегодняшний день представляемую от них информацию, изучает и анализирует ФГБУ "Якутского

УГМС". Из рисунка 1 следует, что количество метеостанций достаточно для надежных пространственных обобщений, и они довольно равномерно размещены по территории республики.

Республика Саха-Якутия расположена между $55^{\circ} 29'$ - $76^{\circ} 46'$ северной широты, простирается с запада на восток на 2,5 тыс. км, с севера на юг на 2 тыс. км и занимает площадь 3,1 млн км. кв км. Этот регион расположен в зоне вечной мерзлоты, и около 90% территории (2,8 миллиона км²) находится в зоне сплошной вечной мерзлоты.

Якутия - самая большая республика в России по территории. Расстояние между крайними точками на севере и юге материковой части республики. Столица республики - Якутск. Более 40% территории Якутии находится за Полярным кругом.

1.1 Климат и климатическое районирование Якутии

Климат Якутии располагается на территории очень высоких широтах. Соответственно, территория располагается на арктическом, субарктическом и умеренном поясах [17].

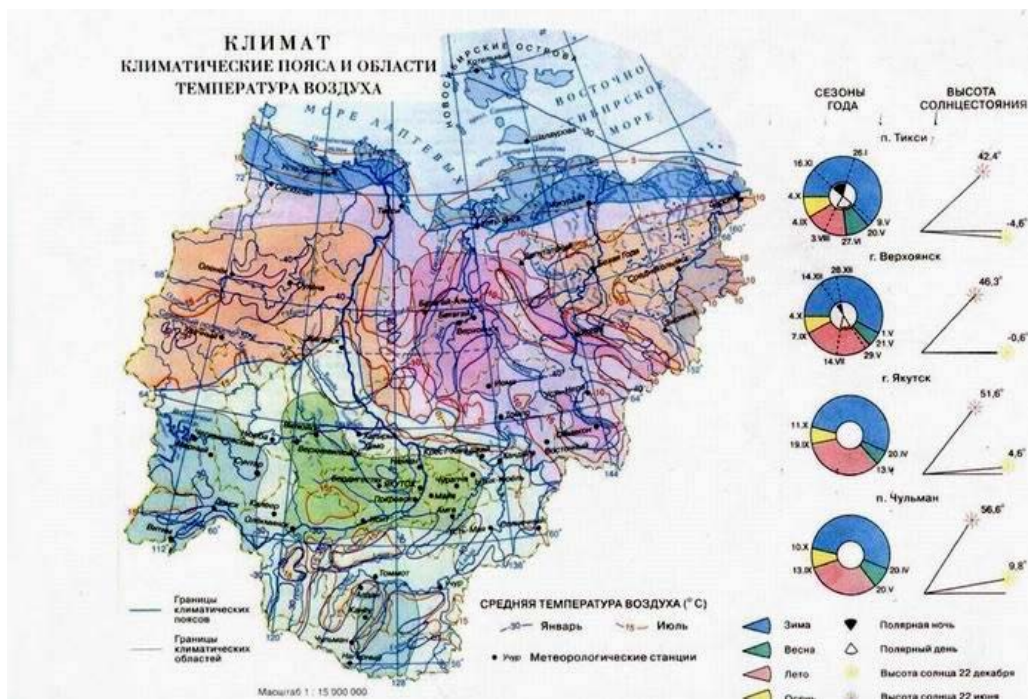


Рисунок 1.2—Карта климатических поясов и климатических областей Якутии

На территории Якутии климат резко континентальный, проявляющийся очень низкими зимними температурами до (-50, -65°C) и высокими летними температурами до + 35°C. Сильные различия между зимними и летними температурами воздуха связаны с сильным переохлаждением подстилающей поверхности зимой и прогревом летом. На морских побережьях климат более мягкий, так как моря осенью и зимой несколько согревают берега, а в теплое время года, наоборот, остывают.

Саха-Якутия - край величайших контрастов. Здесь самая длинная и самая холодная зима в России. Климат Якутии суровый, резко континентальный.,

Саха-Якутия - земля самых больших контрастов. Здесь самая долгая и самая холодная зима в России. Климат Якутии является суровым и резко континентальным. Годовая амплитуда средних температур воздуха в самые холодные и самые теплые месяцы достигает 64,6 °C. Годовая амплитуда максимальной и минимальной температуры воздуха достигает 101 ° C. На равнинах выражена широтная зональность, а в горах - высотная. Холодный

сезон длится 6-9 месяцев, с октября по апрель. В это время около 10-30% годовых осадков выпадает в виде снега. Теплое время, хоть и короткое, но даже жаркое, составляет 70-90% годовых осадков. Переходные сезоны - весна и осень очень короткие, всего 15-35 дней. Основными факторами, определяющими своеобразие такого климата, являются характер общей циркуляции воздушных масс и физико-географические условия территории - ее удаленность и отгороженность горными системами от Атлантического и Тихого океанов, открытость от Арктики. [3]

Якутия расположена в зоне поперечного влияния арктического и континентального воздуха умеренных широт. Она расположена на крайнем северо-востоке Евразии, недалеко от Северного Ледовитого океана и значительно удалена от Атлантического океана.

Поскольку Якутия находится в высоких широтах, из-за этого в течение года территория неравномерно освещена солнечными лучами, что влияет на продолжительность дня по сезонам года. Зимой ночи длинные, преобладают сумерки, а к северу от полярного круга круглосуточно и без выходных. Летом продолжительность дня увеличивается, наступают белые ночи, а севернее Полярного круга - круглосуточный полярный день. С середины октября по март из-за низкого расположения солнца и снега эффективная радиация Земли больше, чем поглощенная радиация, т. е. Радиационный баланс отрицательный, и накопление солнечного тепла начинается в основном в апреле и заканчивается в июле. Здесь длинная зима и короткое лето. Максимальная разница температур между самым холодным месяцем - январем и самым теплым месяцем - июлем составляет 90-95 ° С. В Якутии два самых холодных города в мире - Оймякон (-71,2 ° С) и Верхоянск (-68 ° С). Абсолютное значение минимальной температуры воздуха достигает -72 ° С. По общей продолжительности периода с отрицательными температурами (до 9 месяцев в году) республика не имеет аналогов в Северном полушарии. Якутск - самый

контрастный по температурному режиму город в мире, его годовой перепад температур составляет 102,7 ° С, это также самый крупный город в зоне вечной мерзлоты. Якутия - зона сплошной вечной мерзлоты, которая только на крайнем юго-западе переходит в зону ее прерывистого распространения. Средняя толщина мерзлого слоя достигает 300-400 метров. В горах Восточной Якутии 485 ледников общей площадью 413 км² и запасом пресной воды около 2 тыс. Км³. Зима в Республике Саха (Якутия) начинается в начале октября и длится на большей части территории до конца апреля. Якутская зима долгая, очень холодная и малоснежная. Второй осенний месяц - октябрь, в это время земля еще питает воздух своим теплом. Температура воздуха днем умеренно отрицательная (-6 - -8 ° С). Но прилив холода чувствуется достаточно, особенно ночью. Наличие открытых с севера меридиально вытянутых низменных низменностей, окаймленных горными системами, приводит к замерзанию холодного воздуха зимой.

С юга горные системы Алданского и Колымского нагорий препятствуют поступлению тихоокеанских морских воздушных масс. Верхоянские горы являются барьером для атлантических морских воздушных масс, что обуславливает крайнюю суровость климата Восточной Якутии. В возвышенностях, нагорных и горных районах с высотой увеличивается количество осадков.

1.2 Оценка современных изменений климата на территории Республики Саха (Якутия)

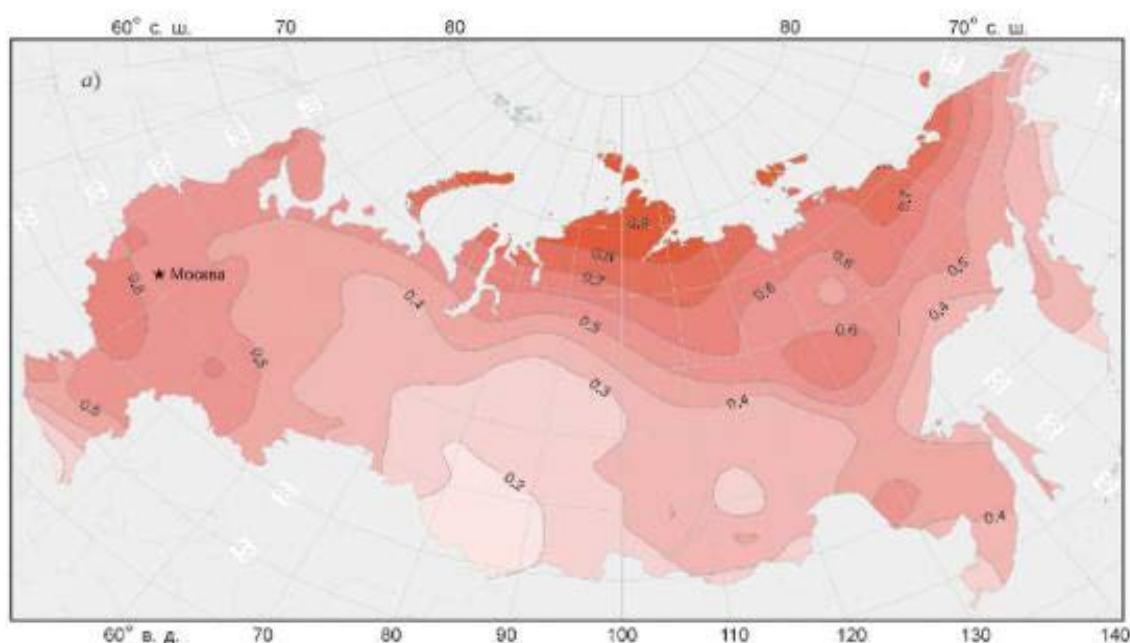
Глобальное изменение климата и является наиболее острой проблемой наших дней [9]. За последние 30 лет, в результате исследований, проводимых в области науки о климате значительно улучшилась возможность

прогнозирования сезонной и межгодовой изменчивости климата нашей планеты.

За 100 лет температура на Земле повысилась около $0,8^{\circ}\text{C}$. Глобальное потепление усиливает механизм обратных связей, приводящих к более сильному повышению температуры. Сокращение распространения зон вечной мерзлоты приводит к выделению в атмосферу значительных количеств углекислого газа и метана, что ещё больше ускоряет процесс таяния вечно мерзлотных пород [17].

Климат России и климат Земли, за 10 лет изменился как на глобальном, так и на региональном уровне, причем процесс изменений ускорился из-за большого выброса веществ [18]. Климат Якутии также испытывает очевидные изменения [19]. Средняя температура приземного воздуха на территории России, начиная с середины 70 годов прошлого столетия, повышается со средней скоростью $0,43^{\circ}\text{C}$ за десятилетие, что превышает скорость глобального потепления более чем в два с половиной раза.

Практически во все сезоны, кроме зимнего, скорость потепления несколько увеличилась, а зимой, напротив, заметно уменьшилась (от $0,35$ до $0,18^{\circ}\text{C}/10$ лет).[16] За год и во все сезоны, кроме зимы, локальные оценки трендов положительны практически на всей территории страны и в целом для России уверенно указывают на продолжающееся потепление



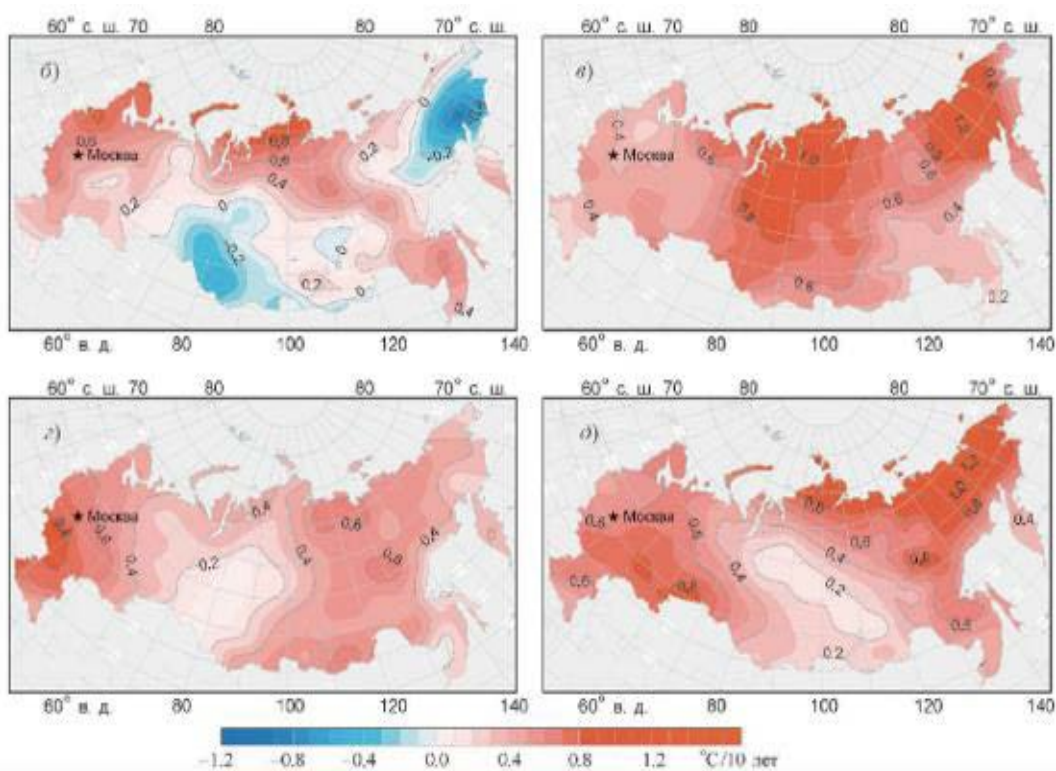


Рисунок 1.3 – Географическое распределение коэффициентов линейного тренда среднегодовой (а) и средней сезонной температуры (б-д) на территории России за 1976–2012-е гг.: б) зима; в) лето; г) весна; д) осень, за 10 лет

Особенно сильные изменения климата наблюдаются в Арктике и субарктической зоне многолетней мерзлоты, к которым частично относится территория республики Саха-Якутия.

В период с 1966 по 1989 гг. потепление в Якутии проходило плавно и характеризовалось зональным распределением приращения температуры.

В начале 1990-х гг. процесс потепления проявился намного сильнее. Повышение температуры воздуха отмечается практически на всей территории Якутии, причем оно является неоднородным: южнее 64° с.ш. приращение температуры воздуха составило $1,5-2^{\circ}\text{C}$ и более, а на северо-западе и северо-востоке Якутии – $0,5-1^{\circ}\text{C}$. Можно заметить, что основной вклад в повышение среднегодовой температуры воздуха принадлежит зимам. Они становятся более теплыми и особенно на территории Южной и Центральной Якутии.

Анализ поля тренда за 1966–2009-е гг. показал, что на всей территории Якутии отмечается тенденция к потеплению. Скорость тренда по региону изменяется от $0,16^{\circ}\text{C}/10$ лет (Саскылах) до $0,68^{\circ}\text{C}/10$ лет (Якутск) [15]. Максимальная скорость изменения температуры наблюдается в Центральной Якутии, а минимальная скорость изменения температуры – в районах севернее широты 69° . Как показывает анализ поля среднегодовой температуры воздуха, метеопараметр на исследуемой территории варьирует в диапазоне: от $-16,7$ (Оймякон) до $-5,6^{\circ}\text{C}$ (Витим). За наблюдаемый период вариации температуры воздуха в среднем на всех метеостанциях составили $4-5^{\circ}\text{C}$.

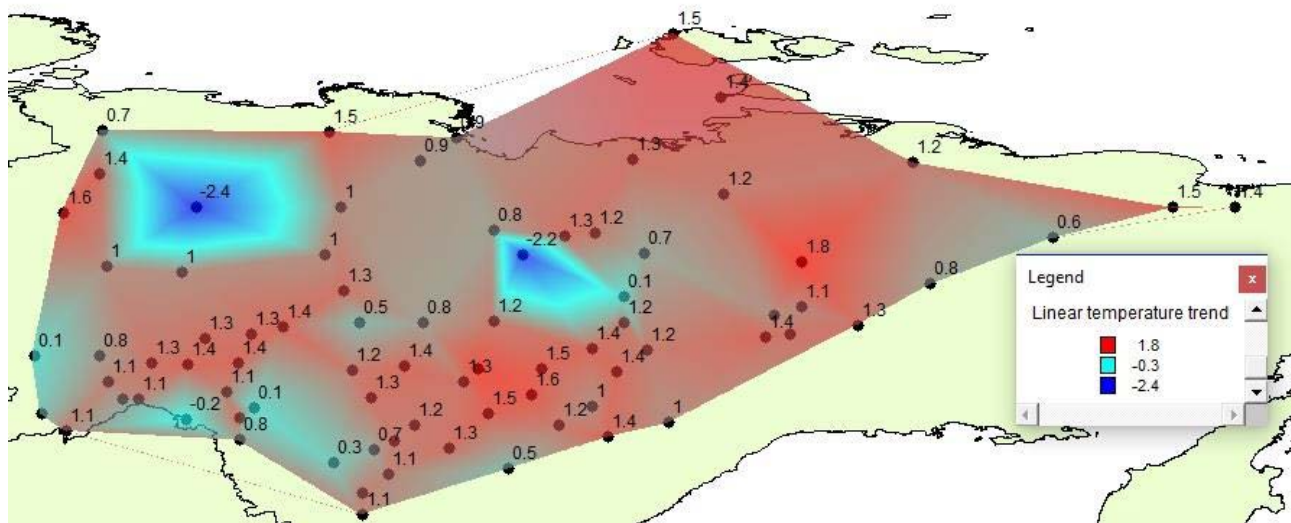


Рисунок.1.4– Изменения среднегодовой температуры воздуха на территории Якутии за период 1961–2013 гг., °С

2 Основные особенности климата и климатообразующие факторы на территории республики Саха-Якутия



Рисунок.2.1–Физико- географическая карта Якутии

Многообразие природных условий и ресурсов Якутии определяется физико-географическим положением ее территории. Большую часть занимают горы и плоскогорья, на долю которых приходится более 2/3 ее поверхности, и лишь 1/3 расположена на низменности.

Почти вся континентальная территория представляет собой зону сплошной многовековой мерзлоты, которая только на крайнем юго-западе переходит в зону ее прерывистого распространения [19].

В Якутии самая долгая и самая холодная зима в России. Например, среднесуточную температуру воздуха в Якутске.

Наличие открытых с севера меридиально вытянутых равнинных понижениях, обуславливает застывание холодного воздуха зимой.

Природно-климатические условия Республики Саха (Якутия) характеризуются как экстремальные. Здесь накоплен уникальный опыт ведения промышленности и сельского хозяйства в экстремальных климатических условиях Севера, применены первые технологии жилищного строительства на вечной мерзлоте.

Можно выделить три главных климатообразующих фактора, влияющих на климат Якутии: географическое положение, влияние рельефа, влияние общей циркуляции атмосферы.

2.1 Географическое положение

Республика Саха (Якутия) расположена на северо-востоке Сибири. Крайняя северная точка республики на материке - мыс Нордвик - лежит на 74° с. ш.; самая северная островная точка находится на севере острова Генриетты (77° с. ш.). Крайняя южная точка находится на Становом хребте под $55^{\circ} 30'$ с. ш. Самая западная точка Якутии расположена под $105^{\circ} 00'$ в. д.; самая восточная - под 165° в. д. Таким образом, территория Якутии раскинулась с севера на юг на 3000 км, а с запада на восток - на 2500 км.

Географическое положение и различные атмосферные процессы определяют климат Якутии. Он суров, на большей части резко континентален и засушлив.

Отличительная черта климата - выраженный антициклональный режим погоды зимой и частые вторжения воздушных масс со стороны Северного Ледовитого океана с малым содержанием водяного пара летом. Зима является

продолжительной, холодной и малоснежной, а лето короткое, на большей части территории засушливое с относительно высокими температурами.

Якутия располагается в высоких широтах, из-за этого в течение года неодинаково освещается солнечными лучами, что влияет на продолжительность дня по сезонам года. В зимнее время ночи длинные, господствуют сумерки, а севернее полярного круга наблюдается круглосуточная ночь. Летом продолжительность дня увеличивается, наступают белые ночи, а к северу от полярного круга – круглосуточный полярный день. С середины октября по март из-за низкого расположения солнца и снега эффективное излучение земли больше поглощенной радиации, т.е. радиационный баланс отрицательный, а накопление солнечного тепла начинается в основном в апреле и заканчивается в июле.

Якутия расположена в полосе поперечного влияния арктического и континентального воздуха умеренных широт. Она находится на крайнем северо-востоке Евразии, вблизи Северного Ледовитого океана и значительно удалена от Атлантического океана.

Из-за сильного выхолаживания зимней поверхности в Якутии наблюдается удивительное явление природы – образование температурной инверсии воздуха, т.е. повышение температуры воздуха с высотой. Этот феномен впервые установил в 1917-1918 г.г. А.А Семенов во время метеонаблюдений на руднике Эндыбал, находящейся на высоте 1020 м. Инверсии температур наблюдаются лишь до высоты 2-3 км, но повышение температуры может достигнуть 30°C.

Главными факторами, определяющими такое своеобразие климата, являются характер общей циркуляции воздушных масс и физико-географические условия территории – её удаленность и отгороженность горными системами от Атлантического и Тихого океанов, открытость со

стороны Северного Ледовитого океана, большая протяженность как с севера на юг, так и с запада на восток.

2.2 Рельеф и геологическое строение Якутии

Территория Якутии принадлежит преимущественно к двум крупнейшим тектоническим структурам - Сибирской платформе и Верхояно-Чукотской области мезозойской складчатости. Строение рельефа, характер и условия залегания горных пород на ней неоднородны.

Рельеф Якутии довольно разнообразен. Он определяется приуроченностью территории республики к восточной Сибирской платформе (Западная Якутия) и Верхояно-Колымской (Восточная Якутия) [4].

Северная Якутия имеет неоднородный рельеф. Вдоль побережья Северного ледовитого океана, в основном, расположены участки низменности. Река Лена разделяет регион на западную и восточную части, примерно равные по площади. В западной части основной формой рельефа является Средне-Сибирское плоскогорье с высотами 250–500 м. Особенности восточной части являются хребты Верхоянский, Момский и Черского. Они вытянуты в меридиональном направлении. Роль рельефа важна в формировании зимних локальных очагов холода во впадинах и узких горных долинах, где при большой повторяемости штиля формируются устойчивые приземные инверсии. Так, в Верхоянске (137 м над уровнем моря) средняя температура января составляет $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, а на восточном склоне Верхоянского хребта, но на высоте 1350 м — всего $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$

На Сибирской платформе развиты плоскогорья, пластовые плато и равнины, и, только на южной ее окраине, в пределах Алданского щита, находится нагорье со сравнительно интенсивно расчлененным рельефом. Верхояно-Чукотская складчатая область характеризуется рельефом,

развивающимся на мезозойском складчатом основании. Наряду с горными районами здесь встречаются низменности, приуроченные к жестким срединным массивам или синклиналильным структурам.

2.3 Циркуляция атмосферы на территории Якутии и ее влияние на формирование климата и погоды в регионе

Циркуляционные процессы атмосферы над территорией Якутии определяются общей циркуляцией атмосферы Земли, но сильное влияние оказывают и местные физико-географические условия.

Над Якутией циркуляция атмосферы носит резко выраженный сезонный характер, что проявляется в изменениях свойств воздушных масс разности давления и температуры воздуха между воздушными массами и изменении траектории и повторяемости циклонов и антициклонов.

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 содержанием влаги. Наличие антициклона обуславливает ясную морозную, со слабым ветром, погоду.

Зимой над Азией воздух выхолаживается и формируется антициклональная область повышенного давления с замкнутой циркуляцией. Основным фактором, определяющим характер климата холодного периода Якутии, является отрог азиатского антициклона, почти полностью заполняющий территорию республики в это время. Продвижение циклонов с запада на восток

на севере республики часто сопровождается сильными ветрами и продолжительными метелями.

Над всей Якутией зимой царит Сибирский антициклон, преобладает безветренная и очень холодная погода с густыми морозными туманами в населенных пунктах, лишь кратковременные поступления атлантических и тихоокеанских морских влажных воздушных масс вызывают небольшое потепление и выпадение снега.

В северо-восточной части территории потепление в зимнее время происходит при северо-восточных и восточных ветрах. Обычно оно обусловлено притоком теплых и влажных масс воздуха с Тихого океана. В юго-восточной части и в центральных районах Якутии значительное потепление вызывается выносом теплого влажного воздуха из районов Охотского моря в северо-западном направлении. В этих случаях потепление чаще всего сопровождается снегопадами, отрог азиатского антициклона ослабляется.[5]

В области отрога высокого давления формируется воздух, характеризующийся очень низкими температурами в приземном слое, устойчивостью, сильными приземными инверсиями, малой влажностью и высокой прозрачностью воздуха.

Циклоны, возникающие или регенерирующие на арктическом и полярном фронтах, оказывают влияние на погоду в центральных районах Якутии лишь своими ложбинами. . Влияние западных циклонов проявляется чаще всего в повышении температуры воздуха и выпадении незначительного количества осадков.

При переходе к весне резко увеличивается западно-восточный перенос, циклоны смещаются с запада на восток; вынос тепла с востока встречается все реже, появляются случаи выхода циклонов с юга, приносящих значительные осадки, и с Западно-Сибирской низменности, в крайнем случае циклоны приходят к устьям Лены и Яны.

Летом арктический фронт между арктическим воздухом и воздухом умеренных широт расположен около 65° с.ш., а умеренный фронт между воздухом умеренных широт и тропическим воздухом проходит около 50° с.ш. Летом вторжение арктического воздуха вызывает похолодание и заморозки, а вторжение тропического воздуха – очень жаркую и ясную погоду. [3]

Влияние центров сказывается в развитии гребня высокого давления со стороны Охотского моря или в распространении антициклона с севера (последний несет похолодание до заморозков), то в выходе циклонов с запада, несущих основную массу осадков. Значительные осадки приносят встречающиеся намного реже южные циклоны.

Осенью серии циклонов с запада все чаще заменяются антициклоном, формирующимся в холодном воздухе в тылу последнего циклона. Антициклон приносит значительное похолодание. Выход циклонов с юго-запада и юга встречается все реже, зато все более и более сказывается влияние отрога вновь формирующегося азиатского антициклона.

Для климата важны перемещения воздушных масс как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Чем сильнее прогревается воздух, тем ниже его плотность, поэтому он поднимается вверх, образуя области низкого давления. Так как на полюсах температура воздуха ниже, то давление там выше, в результате чего воздушные массы в нижних слоях атмосферы движутся от полюсов к экватору. В верхних же слоях атмосферы наблюдается обратное движение воздуха, от экватора к полюсам.

Летом арктический фронт между арктическим воздухом и умеренным воздухом и тропическим воздухом проходит около 50° с.ш. Летом вторжение тропического воздуха – очень жаркую и ясную погоду. Иногда поступление масс морского воздуха с Атлантического, Тихого и Северного Ледовитого океанов – циклонов – вызывает облачные дожди. [3]

Таким образом, циркуляция атмосферы имеет огромное значение. На территории Якутии, в основном, оказывают попеременное воздействие арктического воздуха и умеренный континентальный воздух, имеющие сухие воздушные массы. Поэтому дождей выпадает мало.

Якутия лежит в зоне западного переноса умеренных широт, где преобладает влияние Исландского минимума, а с Алеутского минимума в течение года приходит всего 6-8 циклонов. Циклоны и антициклоны перемещаются вдоль атмосферных фронтов.

В горных районах длительность безморозного периода весьма различна. Для летнего сезона характерны частые вторжения холодных масс воздуха с севера с малым содержанием водяного пара и большой прозрачностью. При таких вторжениях в сочетании с условиями, благоприятными для застоя холодного воздуха, при ясной погоде в отдельные годы почти по всей территории республики возможны местами заморозки в течение лета, в особенно в горных районах. В отдельные годы при вторжении холодных масс воздуха с севера адвективно-радиационные заморозки возможны по всей территории Якутии в течение всего лета. (10, 24, 25)

На большей части территории наиболее низкие температуры наблюдаются в январе, в отдельные годы – в декабре и феврале. В прибрежных районах температуры января и февраля близки, а на островах самым холодным оказывается февраль. С ноября по февраль наиболее низкие среднемесячные температуры (до -50°C) наблюдаются в районах Оймяконской котловины и Янской межгорной впадине. Абсолютные минимумы ниже -60°C могут быть практически по всей территории Якутии.

На побережье Северного ледовитого океана среднемесячная температура составляет $-35, -33^{\circ}\text{C}$, а на островах до $-30, -27^{\circ}\text{C}$. Рекордные значения абсолютного минимума были отмечены в Верхоянске ($-67,8^{\circ}\text{C}$) и в Оймяконской котловине (наблюденный минимум $-67,7^{\circ}\text{C}$, расчетная

температура $-71,2^{\circ}\text{C}$)(10,24,25). В южных и юго-западных районах минимальные температуры могут опускаться до $-58, -62^{\circ}\text{C}$, в центральных районах – до -66°C . На побережьях морей и островах минимальные значения температуры достигают $-45, -52^{\circ}\text{C}$.

Для холодного времени года, особенно с декабря по февраль, для большей части территории характерны слабые ветры и штили, которые обуславливают слабое перемешивание воздуха, а следовательно - слабый вертикальный теплообмен, поэтому здесь возникают мощные приземные инверсии (повышение температуры воздуха с высотой), которые усиливаются в горных районах.

В отдельные дни зимнего сезона температуры могут быть ниже -60°C почти на всей территории. Наиболее низкие значения температуры наблюдаются, в восточных горных районах, во впадинах, котловинах, в узких долинах и других понижениях с затрудненным стоком холодного воздуха. Минимальные температуры могут достигать рекордных значений в северном полушарии; -71°C в Оймяконе и -68°C в Верхоянске. На склонах гор и даже на небольших возвышенностях столь низкие температуры не наблюдаются благодаря инверсии.

В южных и юго-западных районах минимальные температуры могут опускаться до $-58^{\circ}\text{C}-62^{\circ}\text{C}$. На побережьях морей и островах температуры не бывают ниже $-46^{\circ}\text{C}-52^{\circ}\text{C}$, При небольшом удалении от берега, а также в глубоких бухтах и заливах минимумы резко понижаются. В центральных районах минимальные температуры могут понижаться до $-61^{\circ}\text{C}-66^{\circ}\text{C}$ и у Якутии нет аналогов по продолжительности зимы. В среднем, она длится от 7 до 9 месяцев и начинается в октябре. Средняя температура воздуха в январе составляет -35°C . Холоднее всего в районах Оймякона и Верхоянска — -50°C и даже ниже.

Сочетание сильных морозов и низкого уровня осадков формирует вечную мерзлоту. На западе Якутии располагается самый толстый в мире слой вечной мерзлоты — до 1500 м. Зимой солнце поднимается совсем не высоко, поэтому световой день длится не дольше 5 часов. А за полярным кругом наступает полярная ночь - солнце в этих местах не всходит полностью даже днем.

По абсолютной величине минимальной температуры (в восточных горных системах— котловинах, впадинах и других понижениях до -70°C) и по суммарной продолжительности периода с отрицательной температурой (от 6,5 до 9 месяцев в год) Якутия не имеет аналогов в Северном полушарии.

Переходные периоды — весна и осень — очень коротки. Весна приходит в начале мая и протекает стремительно. Снег тает быстро, резко трогается на реках лед, наступает половодье. К середине месяца дневная температура достигает $+5^{\circ}\text{C}$, а в последние дни мая – уже превышает $+20^{\circ}\text{C}$. Однако ночью еще могут быть заморозки – до -10°C . Весна продолжается примерно месяц. Снег не столько тает, сколько испаряется в сухом воздухе. Затем резко наступает лето.

На большей части Якутии лето теплое, солнечное, хотя и короткое, начинается ближе к середине июня и длится всего 2 месяца. Наиболее теплый из них – это июль. В это время дневная температура может достигать $+35..+40^{\circ}\text{C}$. Средняя температура воздуха в июле в Центральной Якутии составляет $+18-19^{\circ}\text{C}$, но цифра эта учитывает и довольно низкие ночные температуры; максимальная же температура, отмеченная в Якутске, доходила до $+38^{\circ}\text{C}$. В целом климат летом в Центральной Якутии засушлив, несмотря на то, что к этому времени года количество осадков возрастает. На севере температуры значительно ниже (в дельте Лены около $+7^{\circ}\text{C}$).

Теплее всего в центральной части республики, а вот на побережье и арктических островах средняя температура не превышает $+5^{\circ}\text{C}$ даже в самые солнечные дни. Там нередко бывают туманы и морозящие дожди. В июне

наступает прекрасная пора - время белых ночей, когда длительность светового дня может достигать 20 часов.

Теплый период в Якутии отличается быстрым ростом средних суточных температур весной и столь же быстрым их падением осенью. Наиболее высокие температуры с мая по август бывают в Центральной Якутии. Самый теплый месяц на всей территории Якутии – июль. Средняя температура июля в центральных, южных и юго-западных районах равна +17, +19°C, к северу от р. Вилюй составляет +12, +15°C.

В прибрежных районах и на островах июль и август имеют близкие температуры. Самые низкие температуры (+2, +5°C) в июле бывают на побережье и островах. На более высоких местах она еще ниже.

В горных районах распределение температур зависит от высоты, рельефа и других микроклиматических особенностей. На большей части низменностей максимальные температуры могут достигать +34, +38°C, на побережье морей +29, +32°, на островах Северного ледовитого океана +18, +24°C. (10, 25, 26).

В августе температура воздуха характеризуется стремительным похолоданием. Среднесуточная температура опускается ниже +15°C, а в сентябре начинаются продолжительные морозящие дожди, сменяющиеся снегопадами.

Осенью ночные морозы становятся все продолжительнее и очень быстро приводят к преобладанию отрицательных температур. Солнце еще греет, но уже с начала октября в тени лежит иней. Малое количество осадков почти исключает распутицу. Весна продолжается примерно месяц. Снег не столько тает, сколько испаряется в сухом воздухе. К началу октября почти все реки замерзают, снег перестает таять, а температура опускается ниже нуля на всей территории региона.

В связи с очень низкими температурами зимой и сравнительно высокими летом, выявляется одна из характерных особенностей термического режима территории - большие годовые амплитуды температур, достигающие рекордных значений, которое подтверждают континентальность климата Республики Саха.

Таблица 1– Изменение среднегодовых температур за теплый и холодный период года на метеостанциях Республики Саха (Якутия) за период с 1941 по 2010 гг.

Станция	Изменение Т за холодный период года°С	Изменение Т за теплый период года°С
Якутск	3,0	0,8
Вилуйск	1,6	0,8
Чурапча	2,6	1,1
Бердигестях	2,8	1,3
Верхоянск	1,0	1,6
Жиганск	1,7	0,5
Тикси	0,6	1,3
Чокурдах	1,7	0,9
Зырянка	1,2	2,1
Усть-Мая	0,7	1,2
Усть-Мома	2,0	1,9
Оймякон	1,4	1,6
Ленск	1,1	0,4

Мирный	1,5	0,6
Сунтар	1,6	0,7
Оленек	4,5	1,1
Алдан	0,8	0,4
Олекминск	2,2	0,1

Длительность безморозного периода, из-за сложности рельефа и расположения территории Якутии в различных физико-географических зонах, очень разнообразно. Наибольшая длительность (95 дней) наблюдается в долине среднего течения реки Лена. В тундре безморозный период редко достигает двух месяцев, в отдельные годы заморозки могут наблюдаться в течение всего лета с перерывами меньше 30 дней. На островах безморозный период отсутствуют вообще. В горных районах длительность безморозного периода весьма различна. Для летнего сезона характерны частые вторжения холодных масс воздуха с севера с малым содержанием водяного пара и большой прозрачностью. При таких вторжениях в сочетании с условиями, благоприятными для застоя холодного воздуха, при ясной погоде в отдельные годы почти по всей территории республики возможны местами заморозки в течение лета, в особенно в горных районах.

Архивы многолетних рядов температур воздуха и осадков были собраны в Якутском управлении по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Для анализа были отобраны данные 96 наиболее длиннорядных метеостанций (из 101), находящихся на территории Якутии, которые имеют

наиболее полный непрерывный период наблюдений и функционируют до настоящего времени.

В качестве исходной информации для формирования региональной базы данных климатической информации по Республике Саха (Якутия) были выбраны многолетние ряды температур воздуха и осадков месячной дискретности (среднемесячные данные) за период с начала метеорологических наблюдений в регионе, который начинается с конца XIX в. до 2014 г. включительно.

Распределение метеостанций по продолжительности рядов наблюдений показано на Рис. 10, из которого следует, что подавляющее число метеостанций имеет период наблюдений 50 лет и более, а 6 из них – продолжительность наблюдений 100 лет и более, что дает возможность использовать их в качестве аналогов для приведения большинства остальных рядов к непрерывному, многолетнему и одинаковому периоду.

Для надежных пространственных обобщений по базе данных температуры воздуха, данного количества метеостанций достаточно, и они довольно равномерно размещены по территории республики.

Средний период наблюдений за температурой воздуха в республике составляет 73 года, а наибольший – 168 лет, на старейшей метеостанции Якутии – г. Якутск. Наибольшая продолжительность наблюдений также имеет место на метеостанциях: Верхоянск (126 лет), Среднеколымск (125 лет), Вилюйск (119 лет), Олекминск (118 лет) и Усть-Мая (107 лет).

Подробная информация по метеостанциям представлена в таблице 1, которая включает в себя основные показатели станций, название, координаты, а также информационные характеристики исходных данных в виде периода наблюдений.

В связи с очень низкими температурами зимой и сравнительно высокими летом, выявляется одна из характерных особенностей термического режима территории - большие годовые амплитуды температур, достигающие рекордных значений, 100 градусов и выше, которое подтверждают континентальность климата Республики Саха.(Таблица 6).

Таблица 2 — Годовые амплитуды температуры воздуха

Станции	Амплитуды температур	
	По средней месячной	По абсолютным минимуму и максимуму
Оймякон	64,5	104,0
Верхоянск	63,8	103,0
Якутск	61,9	102,0
Усть-Мома	61,8	102,0
Оленёк	55,7	101,0
Вилуйск	56,2	98,0
Томмот	53,0	99,0

Таблица 3- Температура воздуха в Якутии

Месяц	Абсолют. минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют. максимум
январь	-63.0 (1898)	-42.8	-39.6	-36.1	-5.8 (1979)
февраль	-64.4 (1891)	-39.2	-34.5	-29.1	-2.2 (1998)
март	-54.9 (1954)	-28.9	-21.3	-13.2	8.3 (1981)
апрель	-41.0 (1966)	-12.5	-5.4	1.2	21.1 (1943)
май	-18.1 (1921)	0.7	7.3	13.2	31.1 (1971)
июнь	-5.4 (1955)	8.8	15.9	22.1	35.1 (1998)
июль	-1.5 (1978)	12.0	19.0	25.1	38.3 (1942)
август	-7.8 (1940)	8.5	15.0	21.3	35.4 (1954)
сентябрь	-14.2 (1984)	0.6	5.8	11.4	27.0 (1934)
октябрь	-40.9 (1940)	-13.0	-8.3	-3.8	20.5 (1888)
ноябрь	-54.5 (1932)	-33.0	-28.7	-24.4	3.1 (1978)
декабрь	-59.8 (1911)	-41.3	-38.0	-34.5	-3.9 (1951)
год	-64.4 (1891)	-14.9	-9.3	-3.5	38.3 (1942)

3 Исследование вертикальных профилей температуры воздуха над Якутией

В исследовании используются результаты зондирования атмосферы на трёх метеорологических станциях Якутии: Алдан, Якутск, Чокурдах.

Местоположение метеорологических станций представлено на рисунке 3.1. .

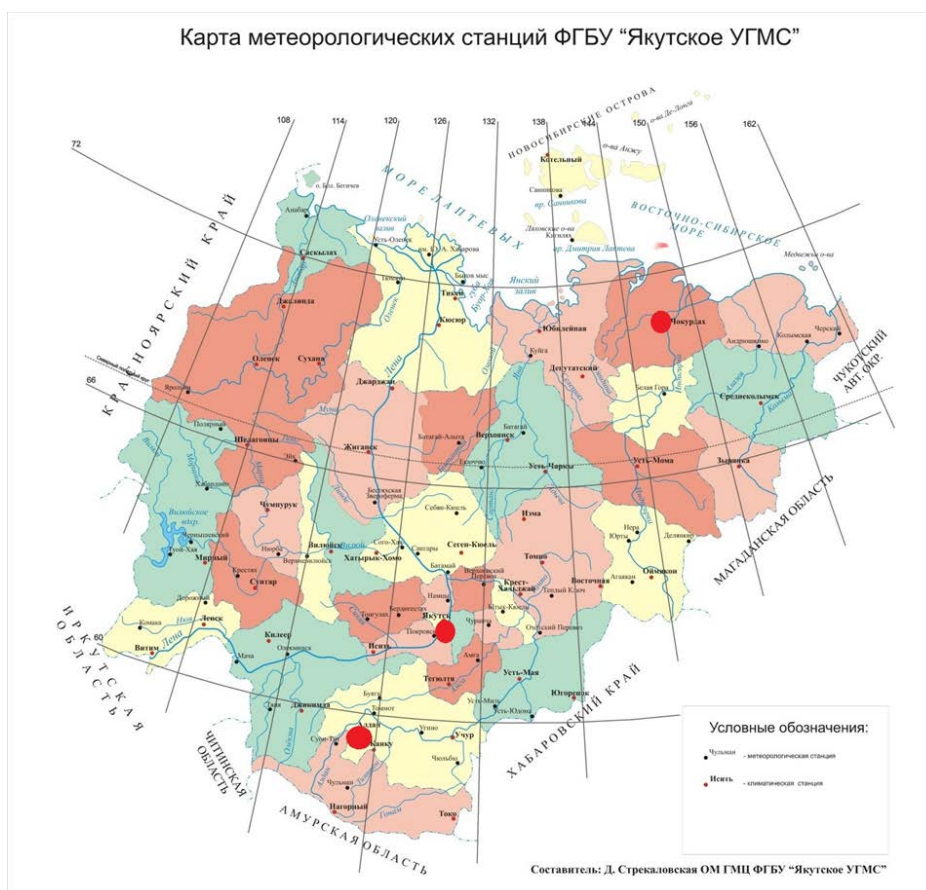


Рисунок 3.1 – Расположение станций

Зондирование на этих станциях производится два раза в сутки в 11:00 и 23:00. В ВКР проанализированы термическая вертикальная структура атмосферы в январе и июле за период с 2014 по 2018. Выбор этих месяцев обусловлен тем, что именно они характеризуют зимнюю и летнюю атмосферу региона исследований.

Исследование сосредоточено на анализе инверсий в приземном слое атмосферы, которые очень характерны для региона Якутии.

3.1 Анализ термической структуры атмосферы по данным метеостанции г. Алдан

На рисунках 3.2-3.13 представлены вертикальные профили температуры по данным измерений на станции Алдан. На каждом рисунке представлено распределение во все дни месяца.

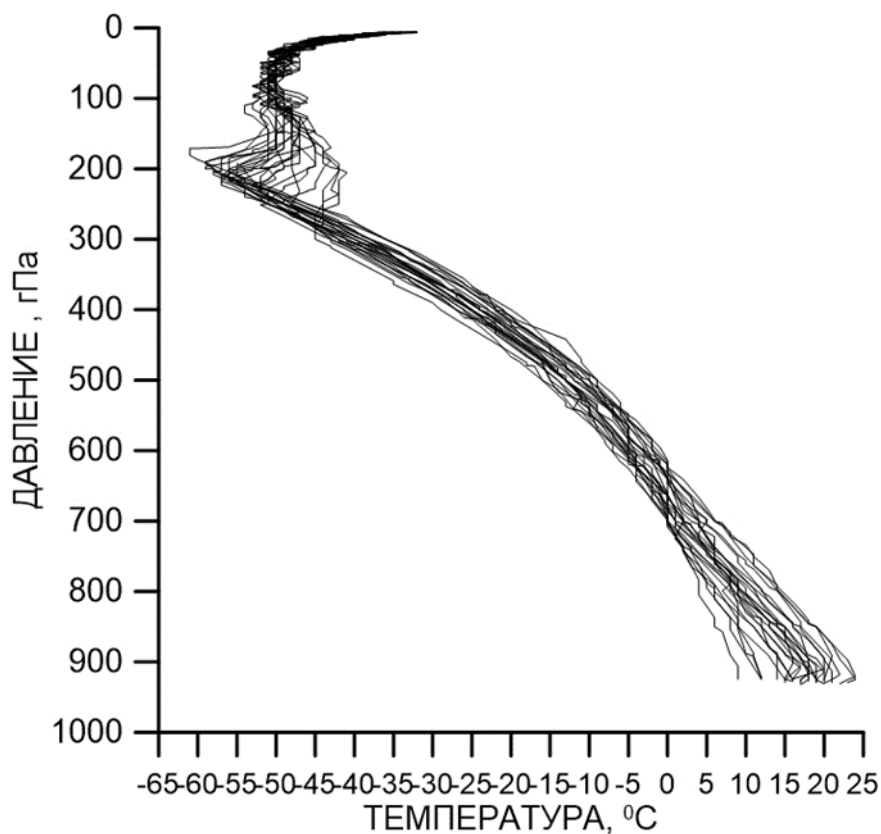


Рисунок 3.2 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Алдан. Июль 2014 г., 11:00 часов

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.2, Позволяет говорить о том, что в июле наблюдается небольшое количество инверсий в приземном слое. Инверсии не мощные – их протяженность по вертикали не превышает 25

гПа, а повышение температуры около 10С. Только в один день инверсия простиралась до уровня 850 гПа.

Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 200 до 300 гПа, ближе к уровня 200 гПа. Только один раз повышение температуры воздуха началось чуть ниже изобарической поверхности 300 гПа.

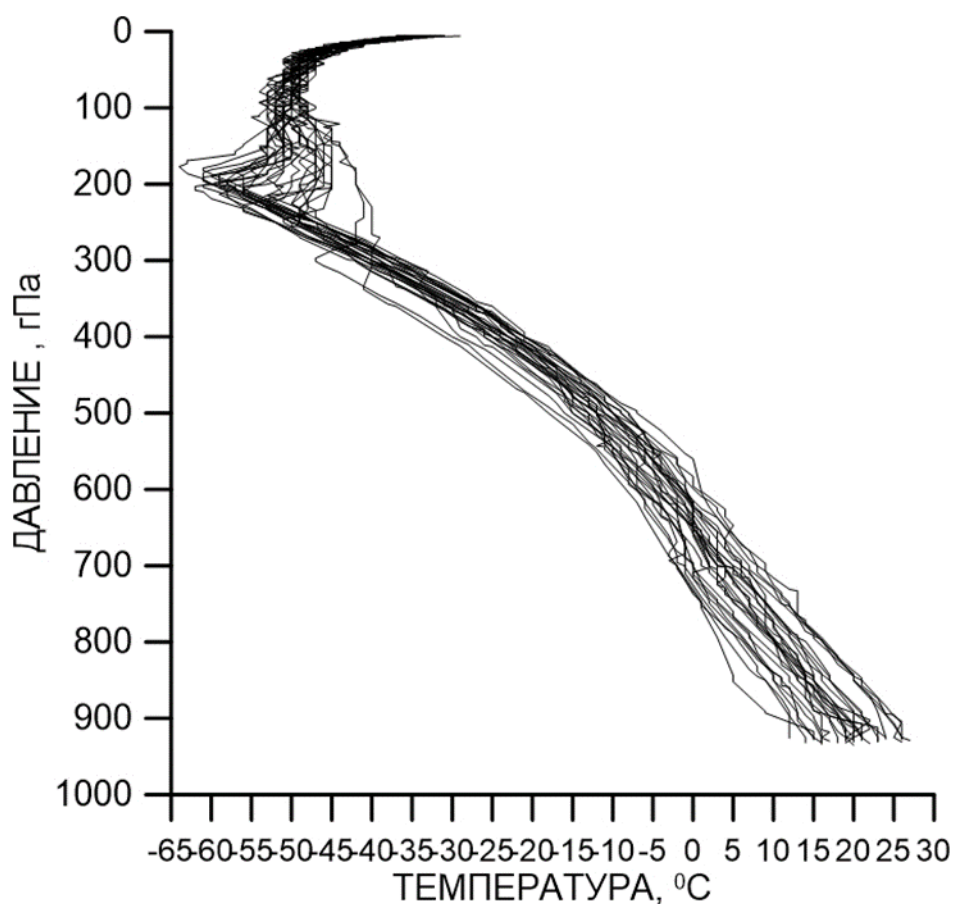


Рисунок 3.3 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Алдан. Июль 2015 г., 11:00 часов

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.3, Позволяет говорить о том, что в июле наблюдается небольшое количество инверсий в приземном слое. Инверсии не мощные, а повышение температуры около 5С.

Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около уровня 200 гПа. Только один раз повышение температуры воздуха началось чуть ниже изобарической поверхности 300 гПа.

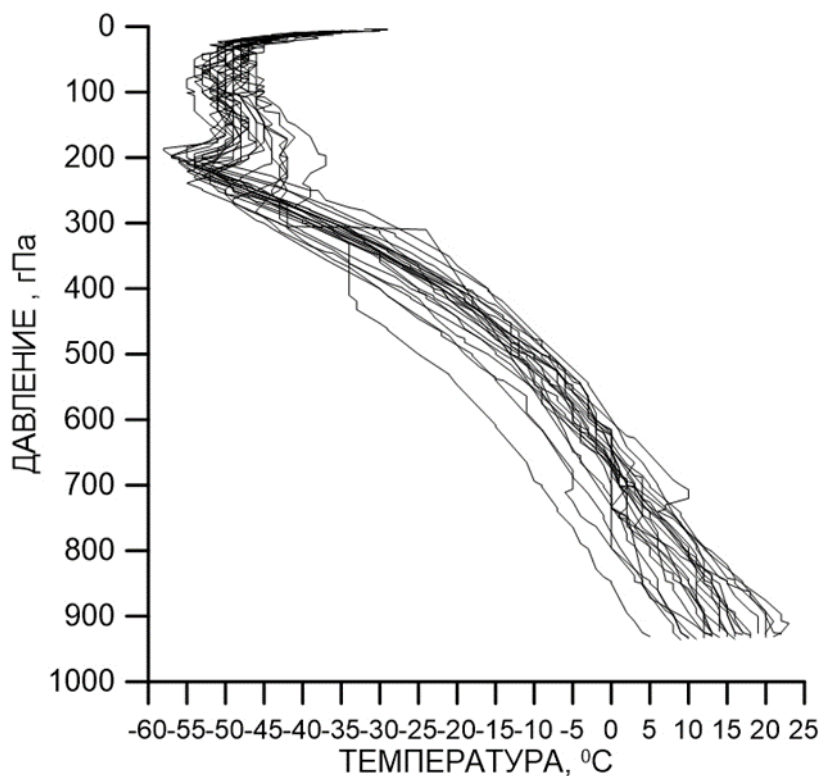


Рисунок 3.5 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Алдан. Июль 2016 г., 11:00 часов.

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.5, позволяет говорить о том, что в июле 2016 г. наблюдается небольшое количество инверсий в приземном слое. Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 100 до 250 гПа, ближе к уровню 200 гПа. Можно обратить внимание на аномалию температуры, когда в приземном слое температура воздуха равна 5 °С. Далее её распределение по высоте также отлична от остальных дней. Можно отметить один день, когда наблюдалась сильная инверсия температуры в слое от 800 до 700 гПа.

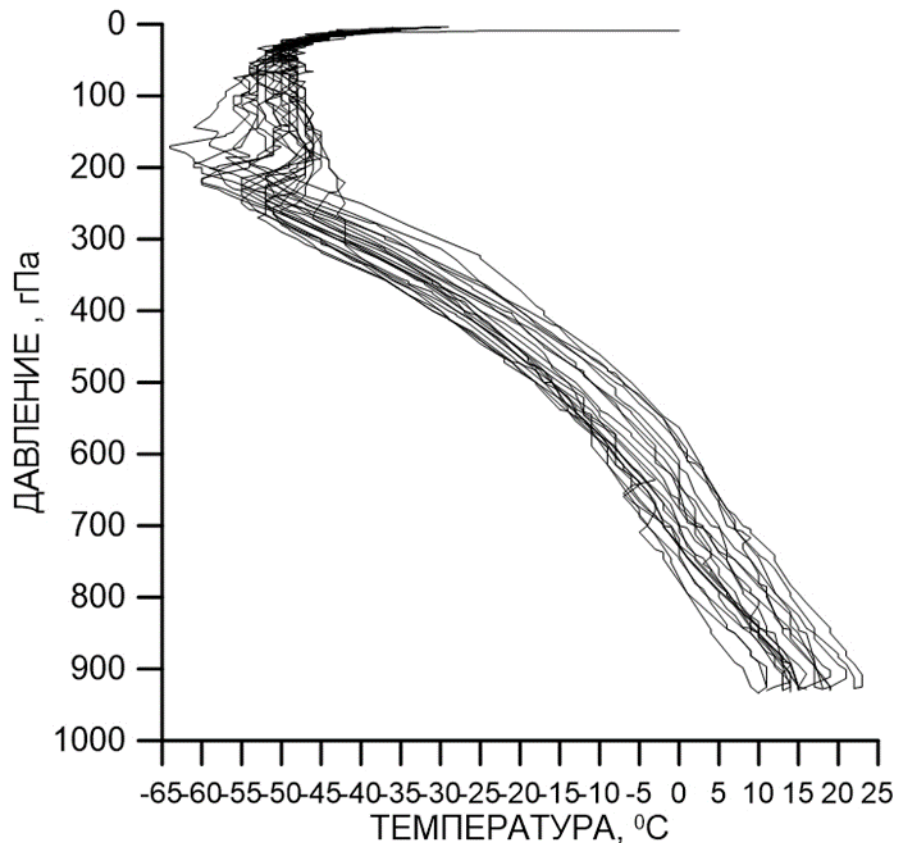


Рисунок 3.6 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Алдан. Июль 2017 г., 23:00

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.6, Позволяет говорить о том, что в июле наблюдается небольшое количество инверсий в приземном слое. Инверсии не мощные – их протяженность по вертикали не превышает 50 гПа, а интенсивность около 1 0C. Отличается этот год тем, что наблюдается много инверсий в тропосфере. Инверсии несильные и очень небольшой протяженности. Скорее всего, эти особенности связаны не с природными измерениями, а тем, что в этом году представлены очень подробные вертикальные профили, а ранее анализировались данные на стандартных изобарических поверхностях.

Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 100 до 300 гПа, ближе к уровню 200 гПа, где располагается уровень тропопаузы и начинается увеличение температуры.

Далее можно отметить, что в один из дней на уровне около 30 гПа температура достигала до 5 °С.

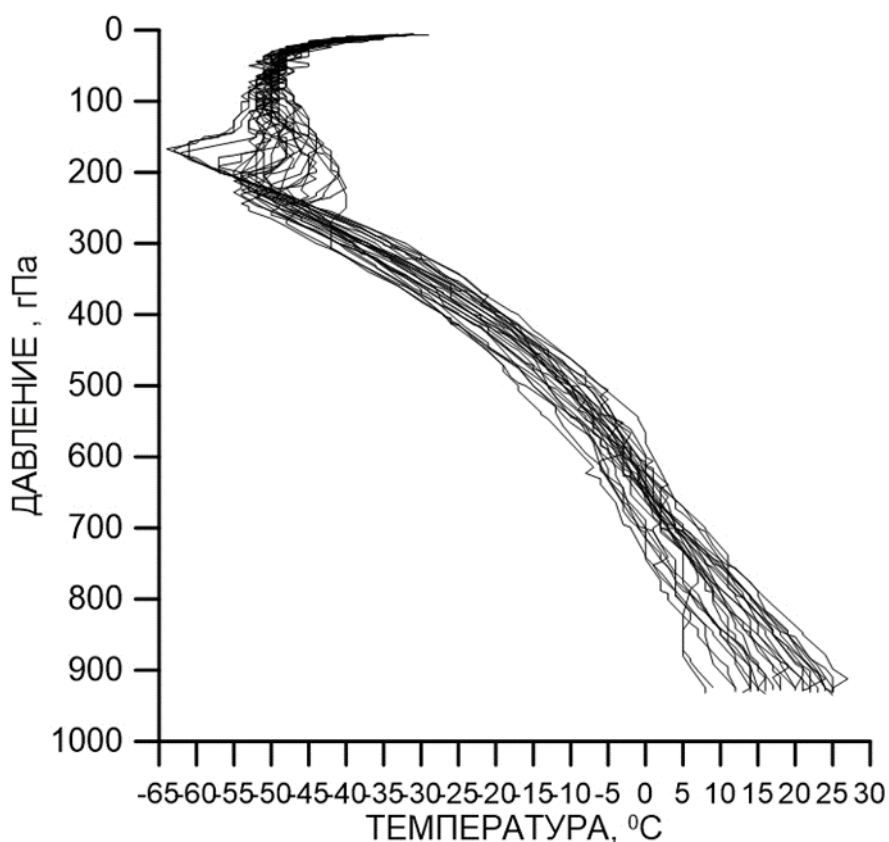


Рисунок 3.7 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Алдан. Июль 2018 г., 11:00 часов.

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.7, Позволяет говорить о том, что в июле 2018 г. наблюдается небольшое количество инверсий в приземном слое (4 случая). Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 100 до 200 гПа, можно также наблюдать понижение температуры в некоторые дни. Также на уровне 180гПа температура достигала до – 65 °С.

Вертикальные профили температуры воздуха в зимние месяцы представлены на рисунках 3.8 – 3.11.

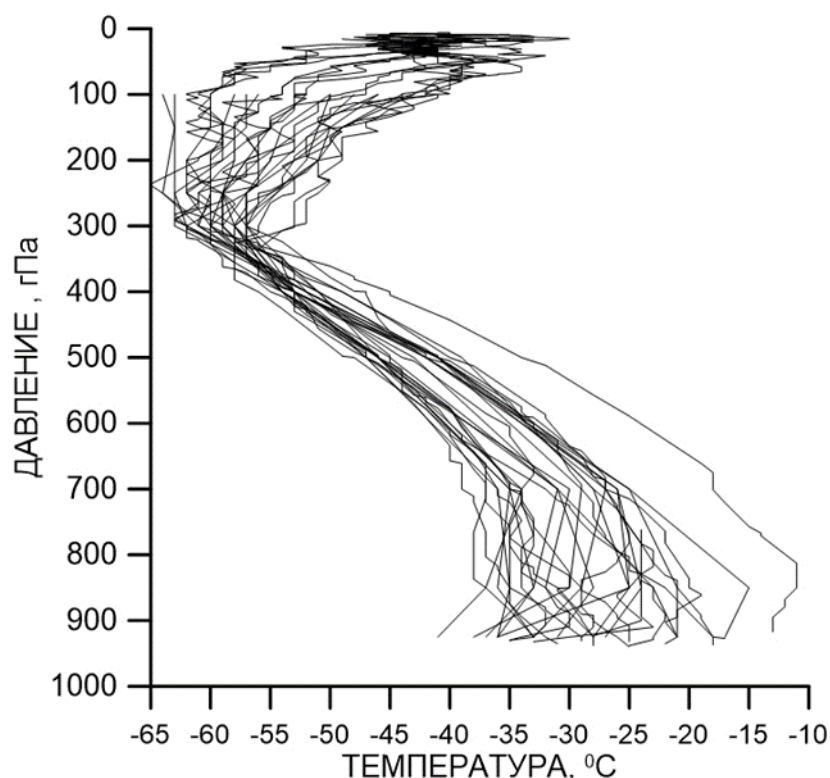


Рисунок 3.8 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Алдан Январь 2014 г., 23:00 часа.

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.8, Позволяет говорить о том, что в январе наблюдается большое количество инверсий в приземном слое (86 случаев). Инверсии достаточно мощные – их протяженность по вертикали превышает 100 гПа.

Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 400 до 300 гПа, ближе к уровню 300 гПа. Диапазон изменений температур в приземном слое широкий – от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$. Следует отметить, что один день сильно отличается от остальных, где температура у Земли была равна $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Далее идет слой инверсии до уровня 800 гПа, затем постепенное понижение и на уровне 350 гПа уже сливается с

общей картиной. На уровне 900-700гПа в некоторые дни можно наблюдать сильно выраженные слои инверсии.

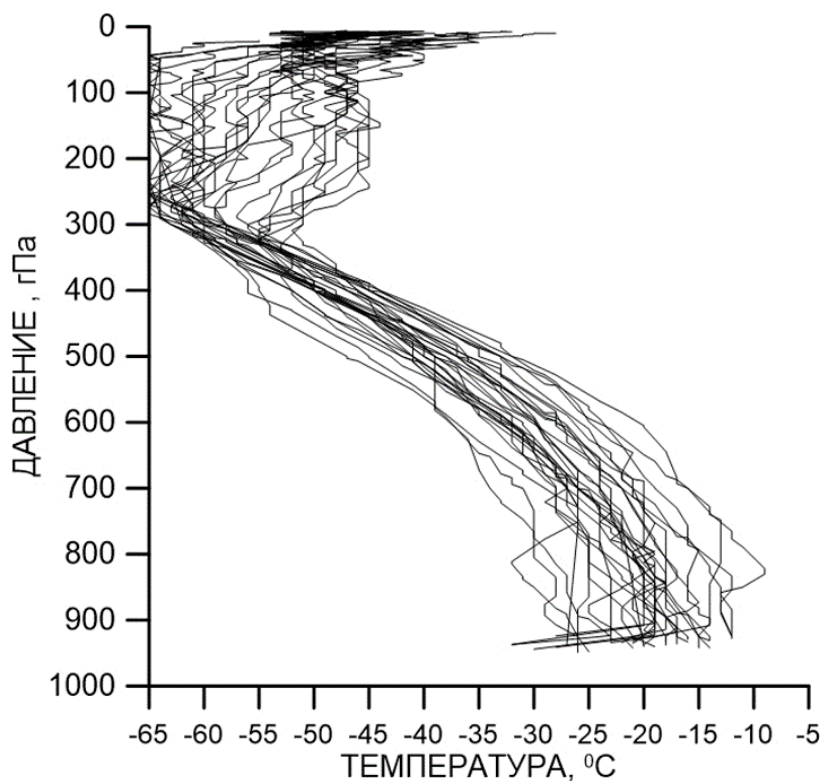


Рисунок 3.4 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Алдан. Январь 2015 г., 11:00 часов.

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.4, Позволяет говорить о том, что в январе наблюдается большое количество инверсий в приземном слое (183 случая). Инверсии достаточно мощные – их протяженность по вертикали около 100 гПа.

Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 300 до 200 гПа, ближе к уровню 300 гПа. Диапазон изменений температур в приземном слое широкий – от -10°C до -30°C . Следует отметить, что происходит очень хаотичное распределение

температуры. На уровне 900-700 гПа в некоторые дни можно наблюдать сильно выраженные слои инверсии.

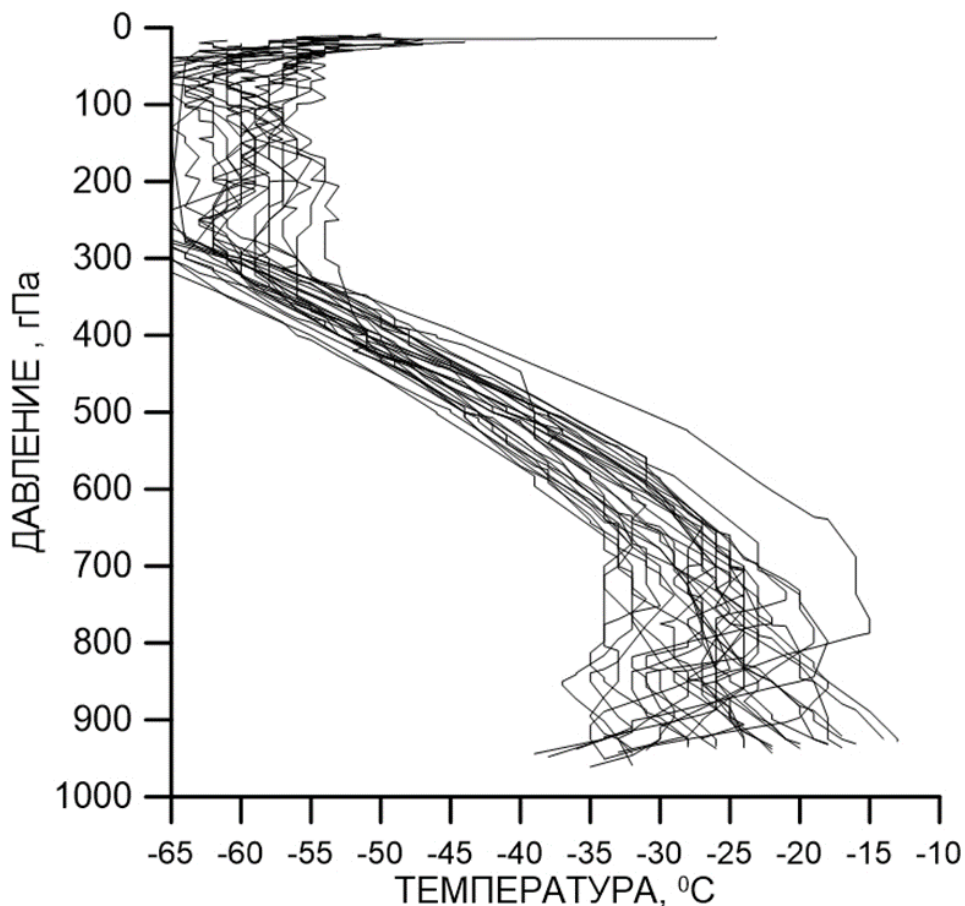


Рисунок 3.9 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Алдан Январь 2016 г., 11:00 часов.

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.9, Позволяет говорить о том, что в январе наблюдается достаточно большое количество инверсий в приземном слое (115 случаев). Инверсии мощные – их протяженность по вертикали составляет около 50 гПа.

Сразу следует отметить, что во все дни температура очень хаотична. Диапазон изменений температур в приземном слое также широк – от $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$. В отдельные дни температура ведет себя по-разному. В слое от 300 гПа до уровня

50 гПа, распределение температуры очень хаотичное, то повышение температуры, то понижение. На уровне примерно 30 гПа температура достигала до -25°C .

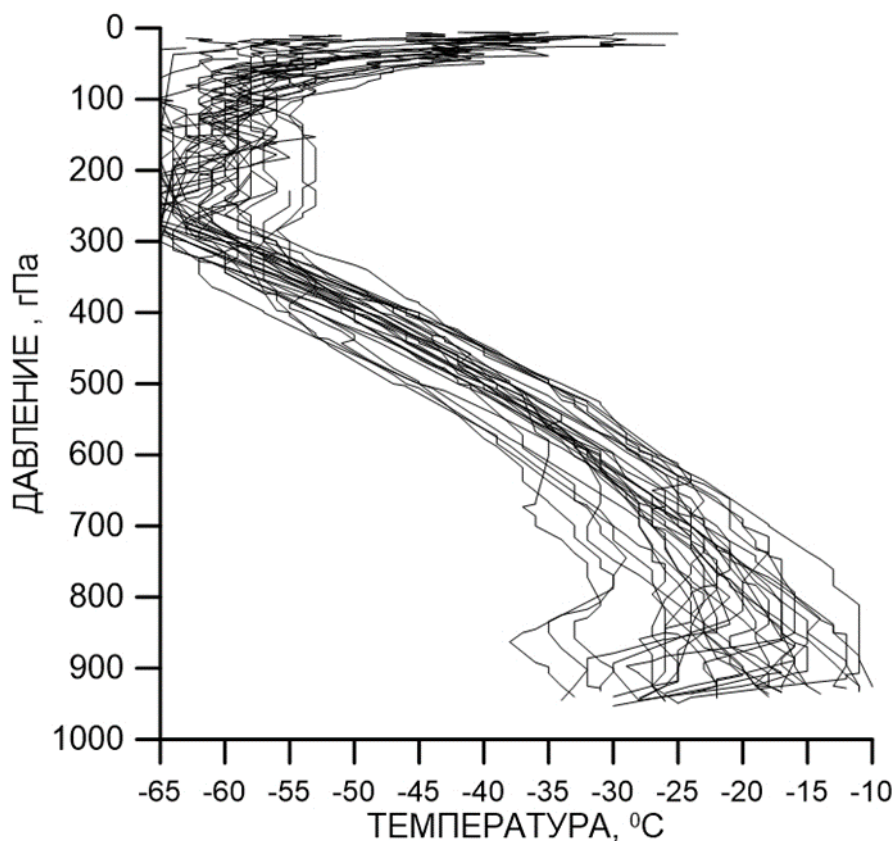


Рисунок 3.10 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Алдан Январь 2017 г., 23:00 часа.

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.10, Позволяет говорить о том, что в январе наблюдается достаточно большое количество инверсий в приземном слое (91 случай). Инверсии достаточно мощные – их протяженность по вертикали составляет около 50-100 гПа в некоторых случаях. до 925 гПа можно наблюдать сильную инверсию. Можно также отметить дни, когда инверсия наблюдалась в слое от 900 гПа до 800 гПа. Далее идет естественное понижение температуры. Начиная от 300 гПа снова наблюдается хаотичное распределение температуры.

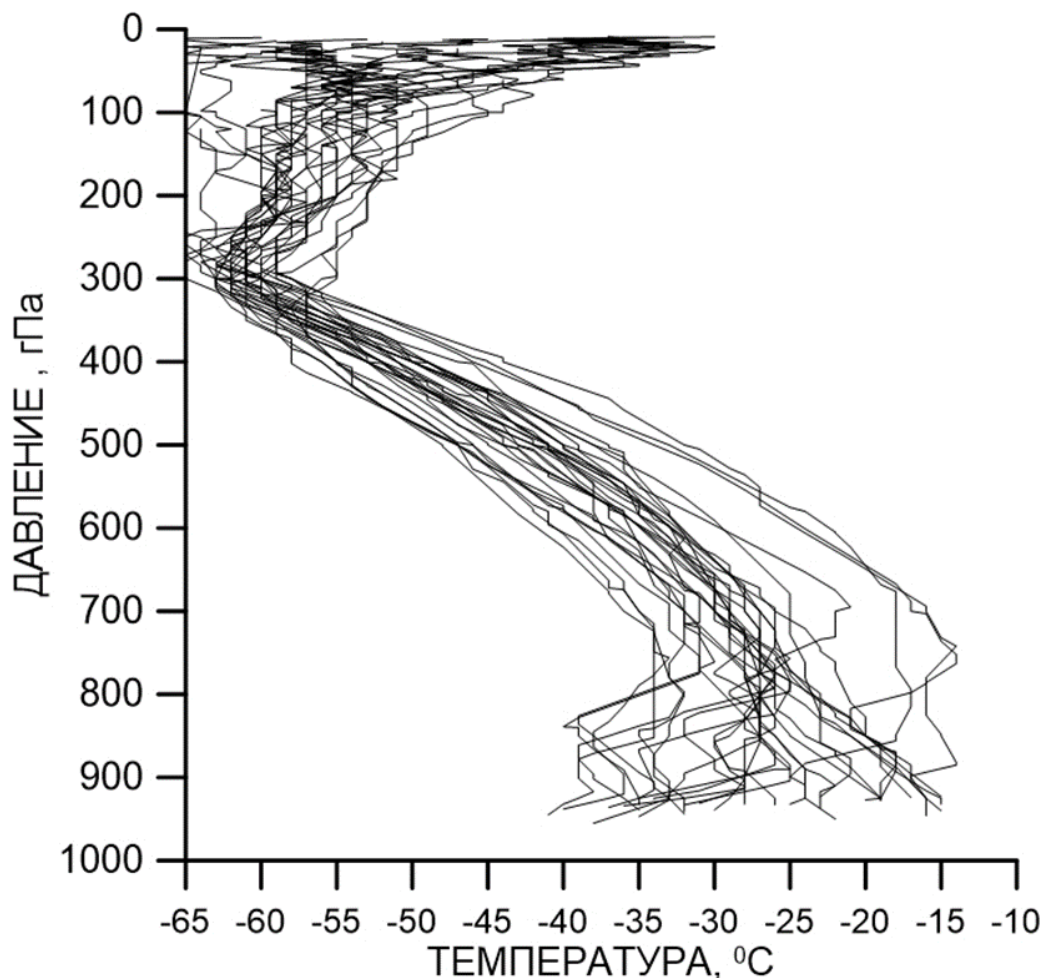


Рисунок 3.11 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Алдан Январь 2018 г., 11:00 часов.

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.11, Позволяет говорить о том, что в январе также наблюдается достаточно большое количество инверсий в приземном слое (93 случая). Инверсии мощные – их протяженность по вертикали около 100 гПа. Диапазон распределения температуры в приземном слое тоже можно считать широким – от $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-41\text{ }^{\circ}\text{C}$.. Но в целом, если бы было сделано осреднение, то как и везде наблюдалась бы четкое изменение по высоте. Т. е. слои инверсии по сути наблюдаются там, где надо.

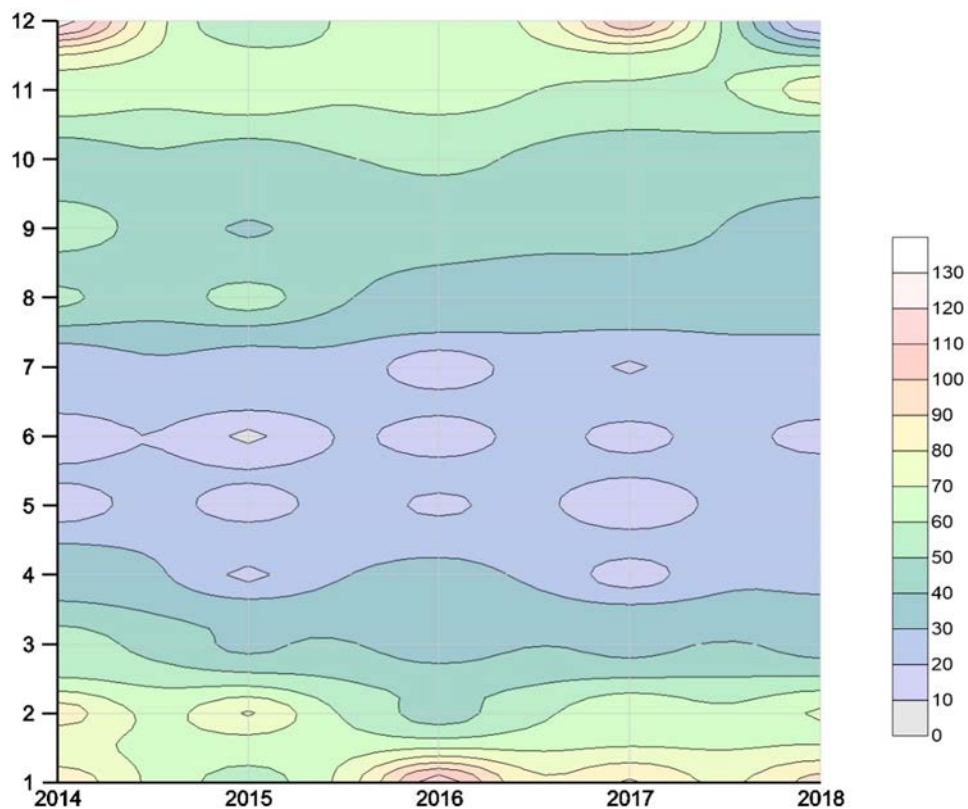


Рисунок 3.12 – ход инверсии за дневное время суток (11 ч.) с 2014 по 2018 годы по данным зондирования метеорологической станции г.Аладан

Ход инверсии за дневное время суток (11 ч.) с 2014 по 2018 годы, представленных на рисунке 3.12, Позволяет говорить о том ,что инверсия наблюдается в 2017 году в декабре, в 2014 году также за декабрь и 2016 год за январь, которая является наиболее сильной. Можно также сделать вывод что в зимние месяцы инверсия выражена сильнее.

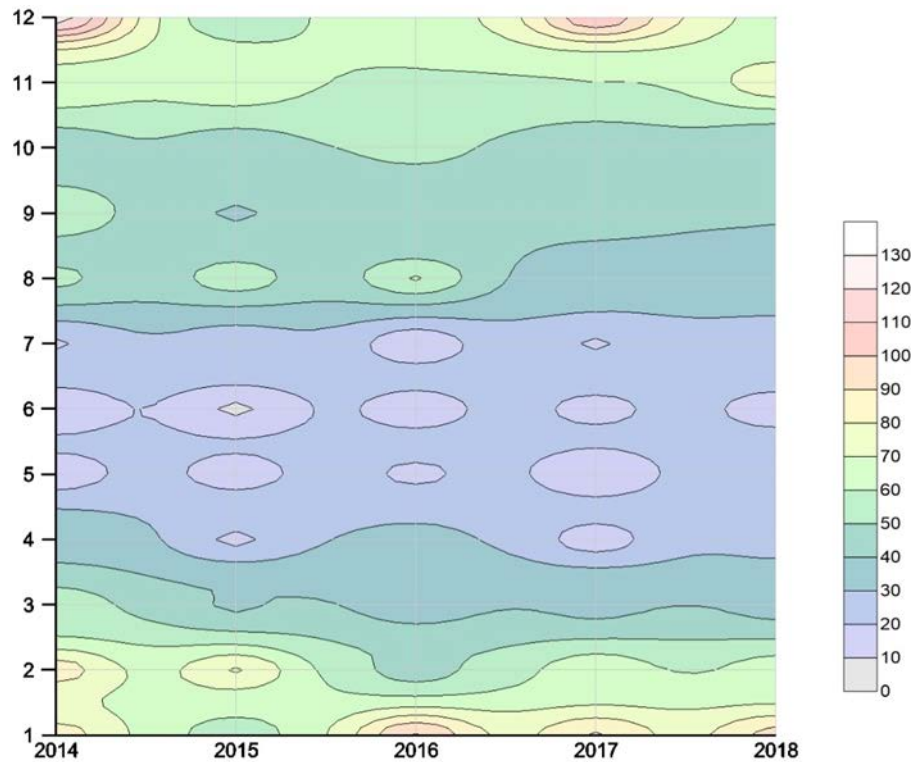


Рисунок 3.13– ход инверсии за вечернее время суток (23 ч.)с 2014 по 2018 годы по данным зондирования метеорологической станции г.Аладан

Ход инверсии за вечернее время суток (23 ч.) с 2014 по 2018 годы, представленных на рисунке 3.13, Позволяет говорить о том ,что Также, как и на предыдущем рисунке, можно наблюдать инверсию в декабре 2014 и 2017 гг., также в январе 2016 года.

3.2 Анализ термической структуры г.Чокурдах

На рисунках 3.14.-3.30 представлены вертикальные профили температуры по данным измерений на станции Чокурдах. На каждом рисунке представлено распределение во все дни месяца

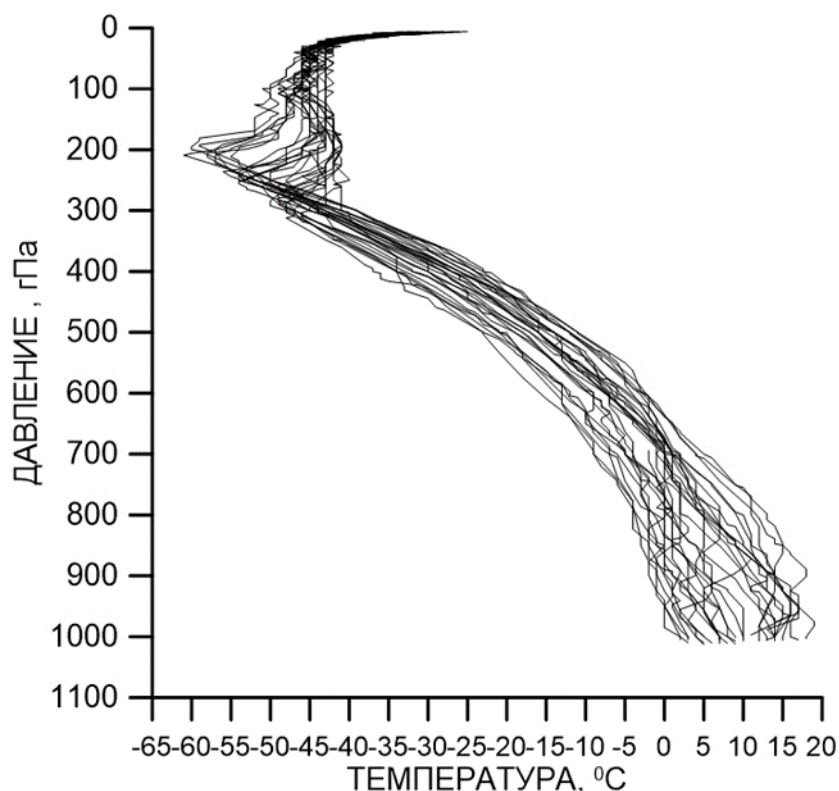


Рисунок 3.14 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Июль 2014 г., 11:00 часов

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.14, Позволяет говорить о том, что в июле наблюдается небольшое количество инверсий в приземном слое. Инверсии не мощные – их протяженность по вертикали не превышает 30 гПа, а повышение температуры около 20С. Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 100 до 200 гПа, ближе к уровню 200 гПа. Только несколько раз повышение температуры воздуха началось чуть ниже изобарической поверхности 300 гПа.

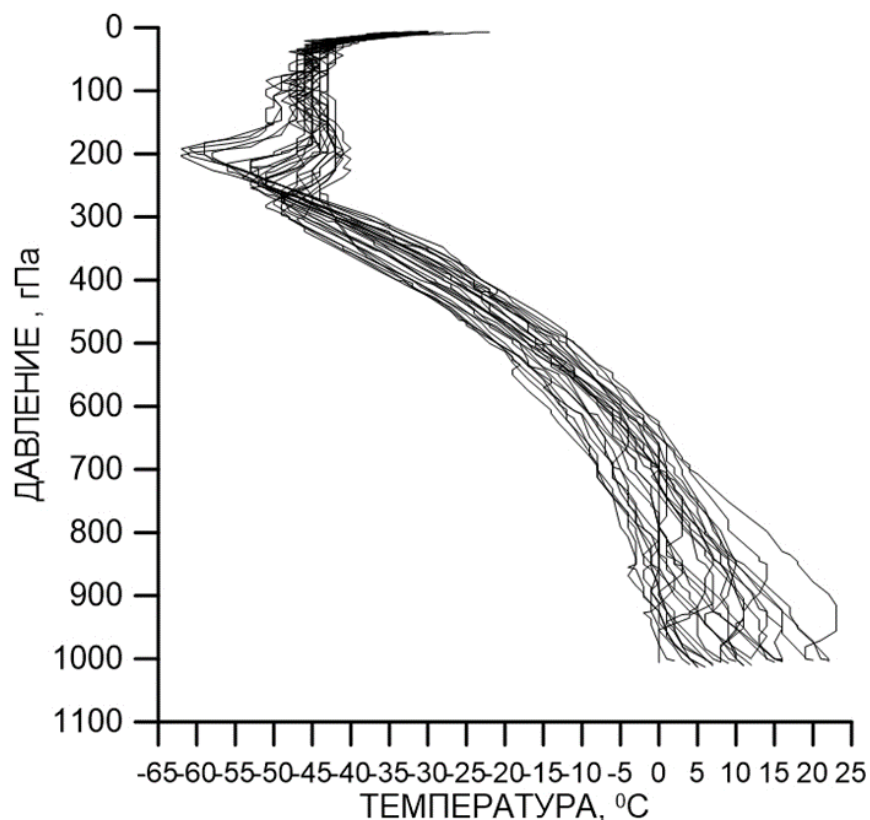


Рисунок 3.15 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдх. Июль 2014 г., 23:00 часа

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.15, Позволяет говорить о том, что в июле наблюдается небольшое количество инверсий в приземном слое. Инверсии не мощные – их протяженность по вертикали не превышает 30 гПа, а повышение температуры около 10С. Только в один день инверсия простиралась до уровня 850 гПа.

Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 200 до 300 гПа, ближе к уровня 200 гПа. Только один раз повышение температуры воздуха началось чуть ниже изобарической поверхности 300 гПа.

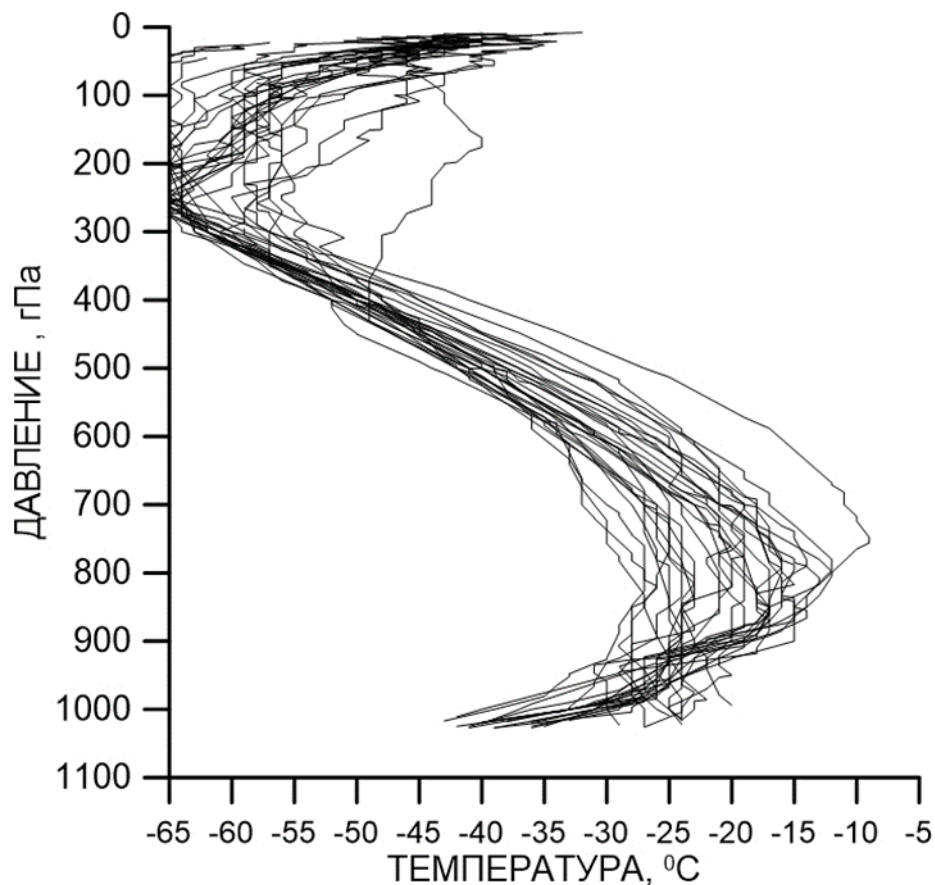


Рисунок 3.16 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Январь 2014 г., 11:00 часов

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.16, Позволяет говорить о том, что в январе наблюдается очень большое количество инверсий в приземном слое (207 случаев). Инверсии достаточно мощные – их протяженность по вертикали составляет около 50-100 гПа в некоторых случаях. до 925 гПа можно наблюдать сильную инверсию. Можно также отметить дни, когда инверсия наблюдалась в слое от 900 гПа до 800 гПа. Далее идет естественное понижение температуры. Начиная от 400 гПа снова наблюдается хаотичное распределение температуры.

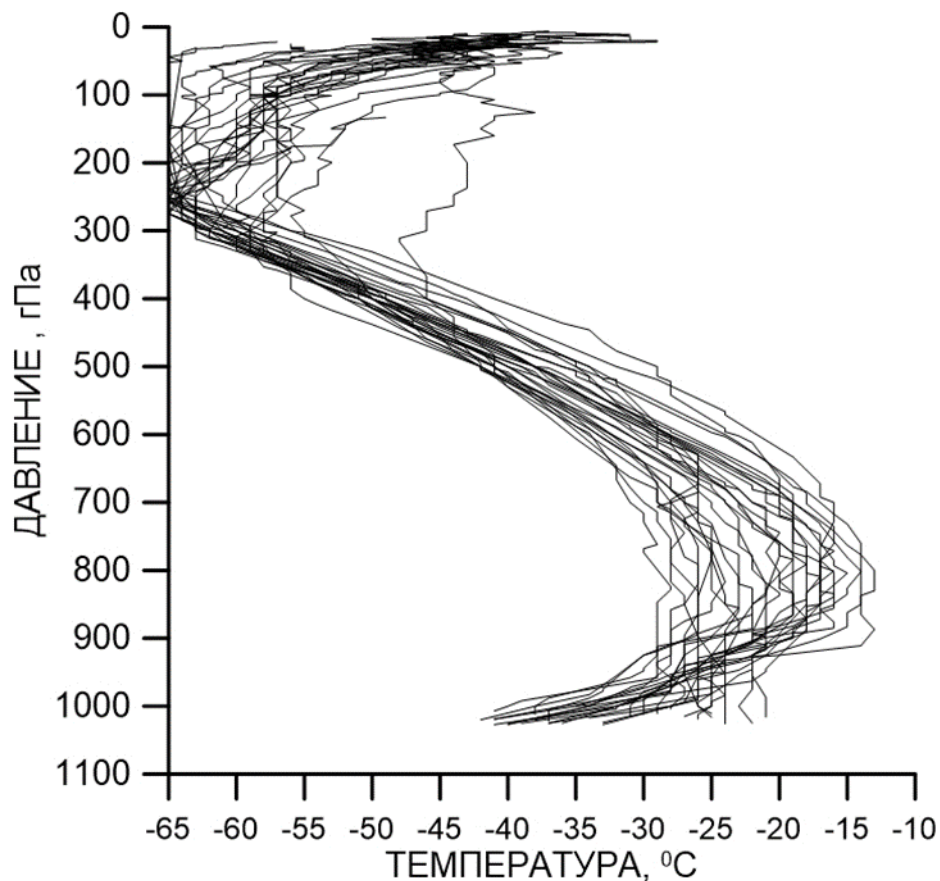


Рисунок 3.17 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Январь 2014 г., 23:00 часа

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.17, Позволяет говорить о том, что в январе наблюдается достаточно большое количество инверсий в приземном слое (207 случай). Инверсии достаточно мощные – их протяженность по вертикали составляет около 50-100 гПа в некоторых случаях.до 925 гПа можно наблюдать сильную инверсию. Можно также отметить дни, когда инверсия наблюдалась в слое от 1000 гПа до 800 гПа. Далее идет естественное понижение температуры. Начиная от 400 гПа снова наблюдается хаотичное распределение температуры.

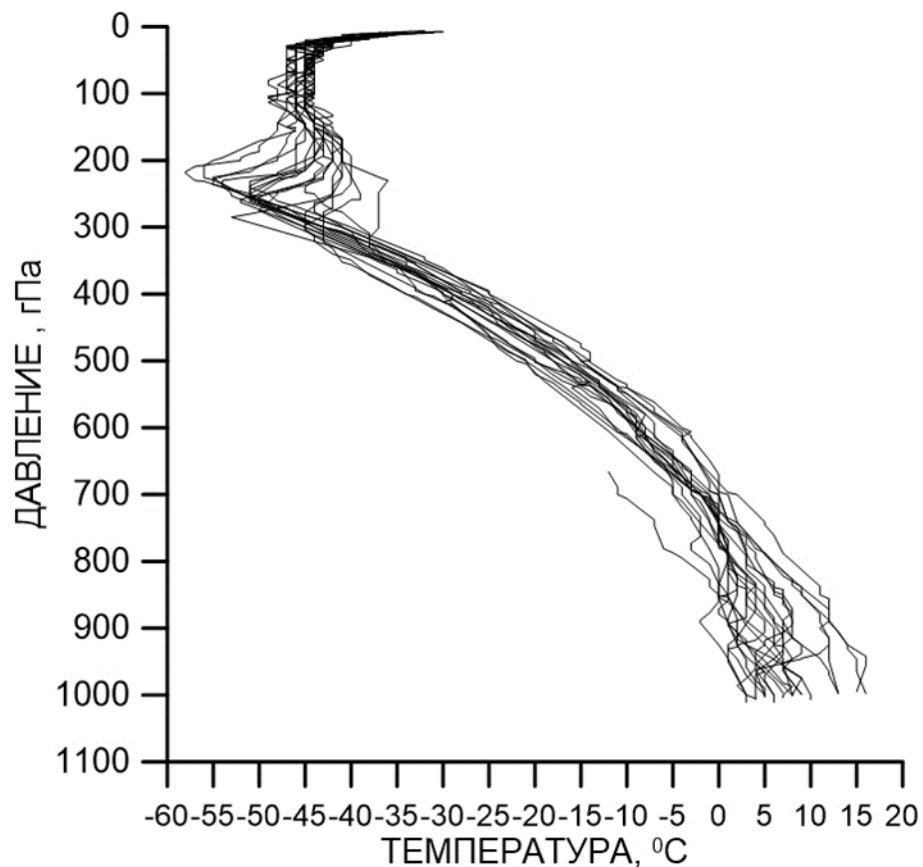


Рисунок 3.18 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Июль 2015 г., 11:00 часов

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.18, Позволяет говорить о том, что в июле 2015 г. наблюдается небольшое количество инверсий в приземном слое (36 случаев). Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 200 до 300 гПа, можно также наблюдать понижение температуры в некоторые дни. Также на уровне 200гПа температура достигала до $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

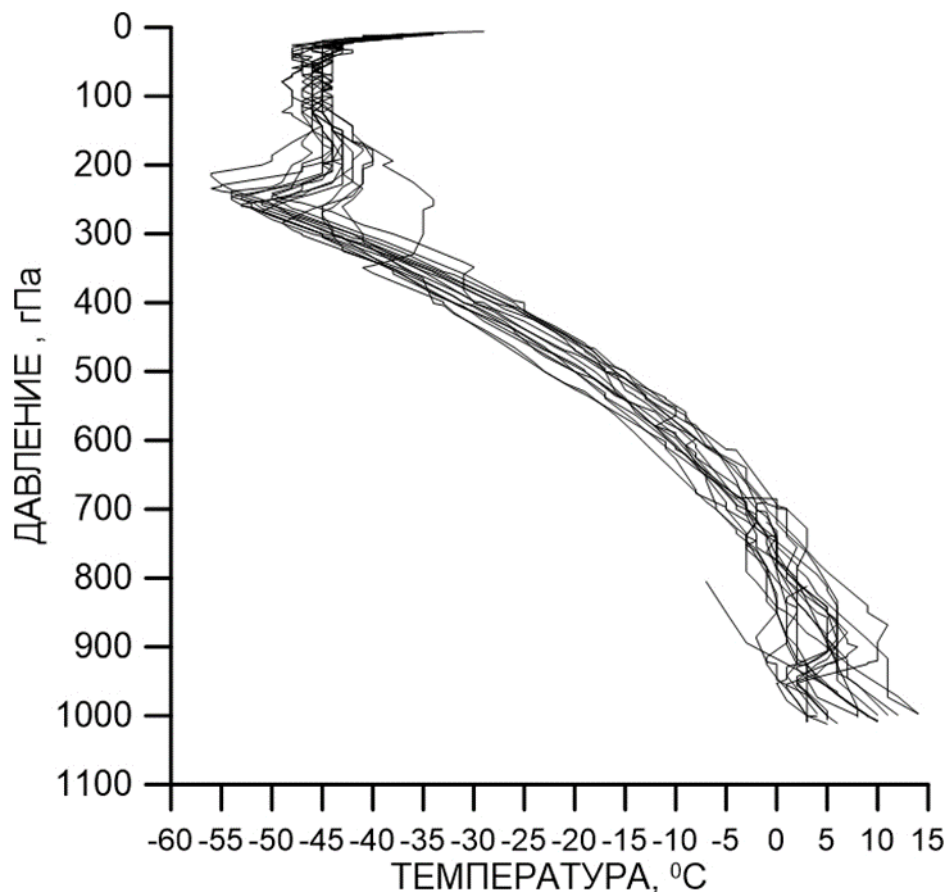


Рисунок 3.19 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Июль 2015 г., 23:00 часа

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.19., Позволяет говорить о том, что в июле 2015г. наблюдается большое количество инверсий в приземном слое (36 случаев). Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 200 до 300 гПа, можно также наблюдать понижение температуры в некоторые дни. Также на уровне 220гПа температура достигала до – 55 °С.

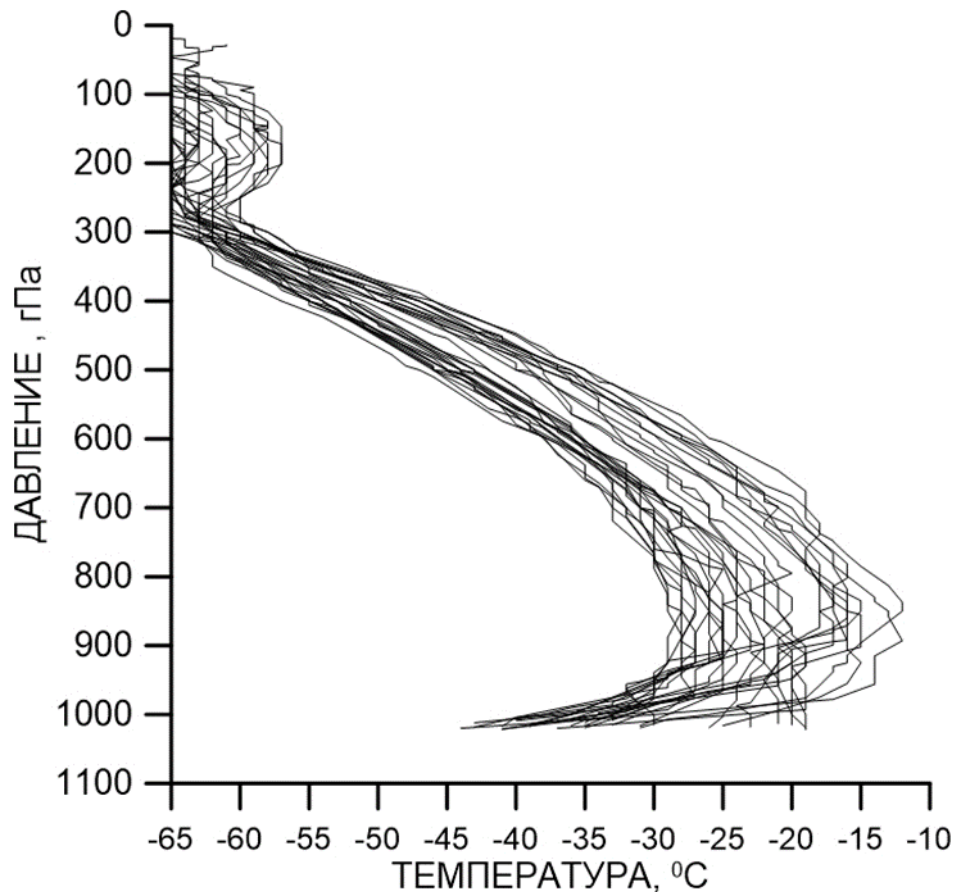


Рисунок 3.20– Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Декабрь 2015 г., 11:00 часов

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.20 Позволяет говорить о том, что в январе также наблюдается достаточно большое количество инверсий в приземном слое (183 случая). Инверсии мощные – их протяженность по вертикали около 80 гПа. Диапазон распределения температуры в приземном слое тоже можно считать широким – от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$..

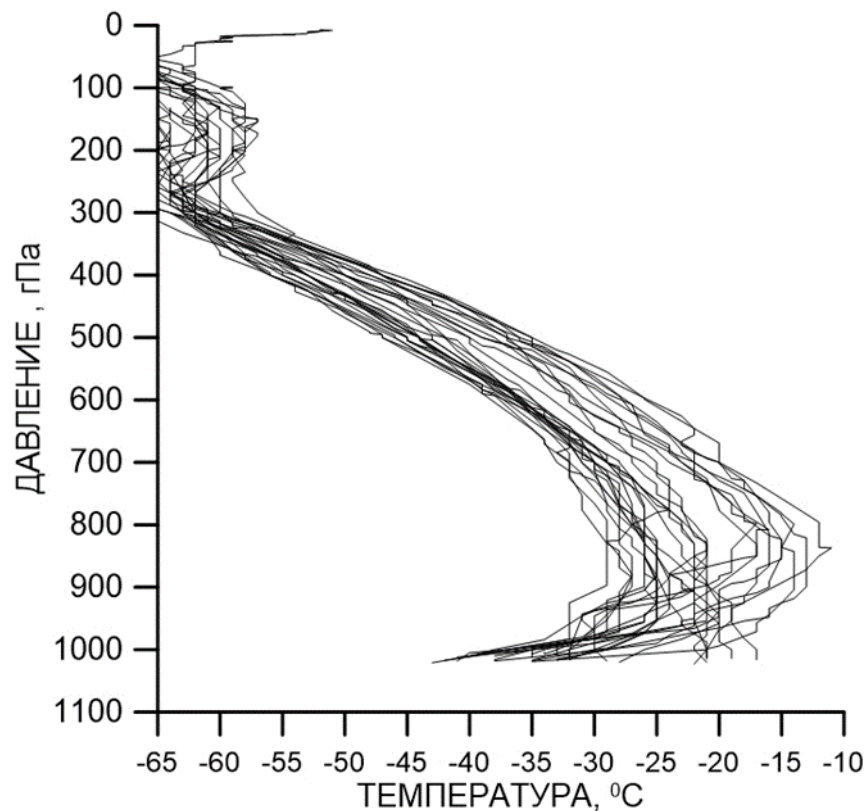


Рисунок 3.21 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Декабрь 2015 г., 23:00 часа

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.21, Позволяет говорить о том, что в январе также наблюдается достаточно большое количество инверсий в приземном слое .Инверсии мощные – их протяженность по вертикали около 100 гПа. Диапазон распределения температуры в приземном слое тоже можно считать широким – от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$.. Так же инверсии наблюдаются в пределах тропопаузы ,от 250гПа до 100гПа.

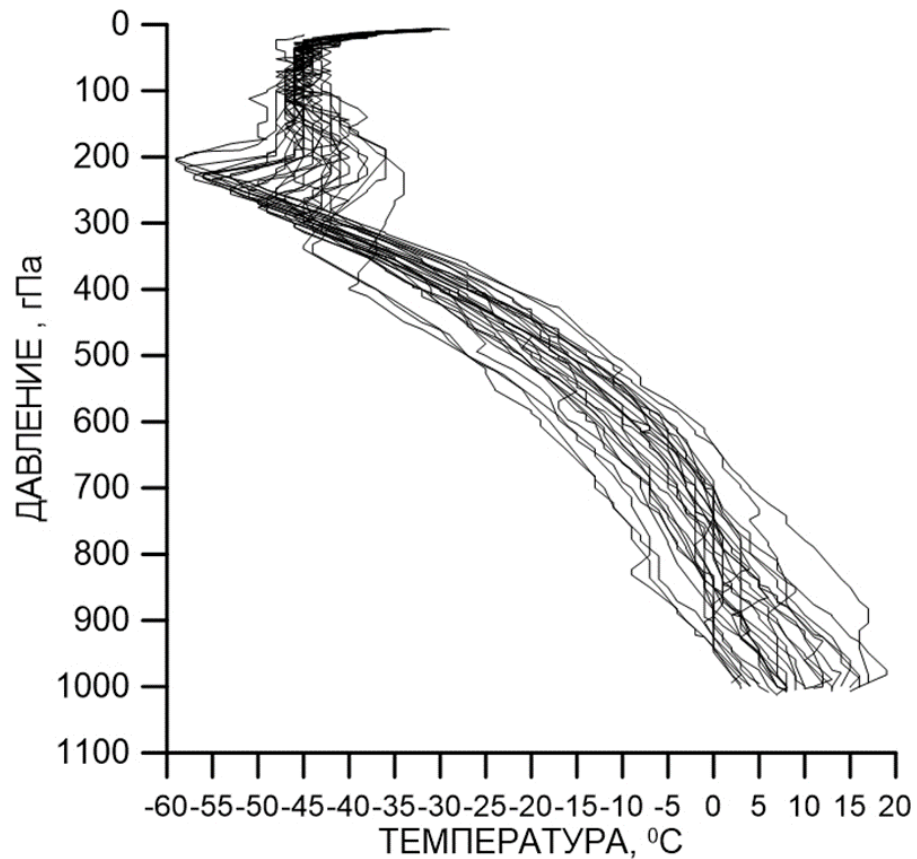


Рисунок 3.22– Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Июль 2016г., 11:00 часов

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.22, позволяет говорить о том, что в июле 2016 г. наблюдается небольшое количество инверсий в приземном слое. Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 200 до 250 гПа, ближе к уровню 200 гПа. Можно обратить внимание на аномалию температуры. Далее распределение температуры по высоте также отлична от остальных дней.

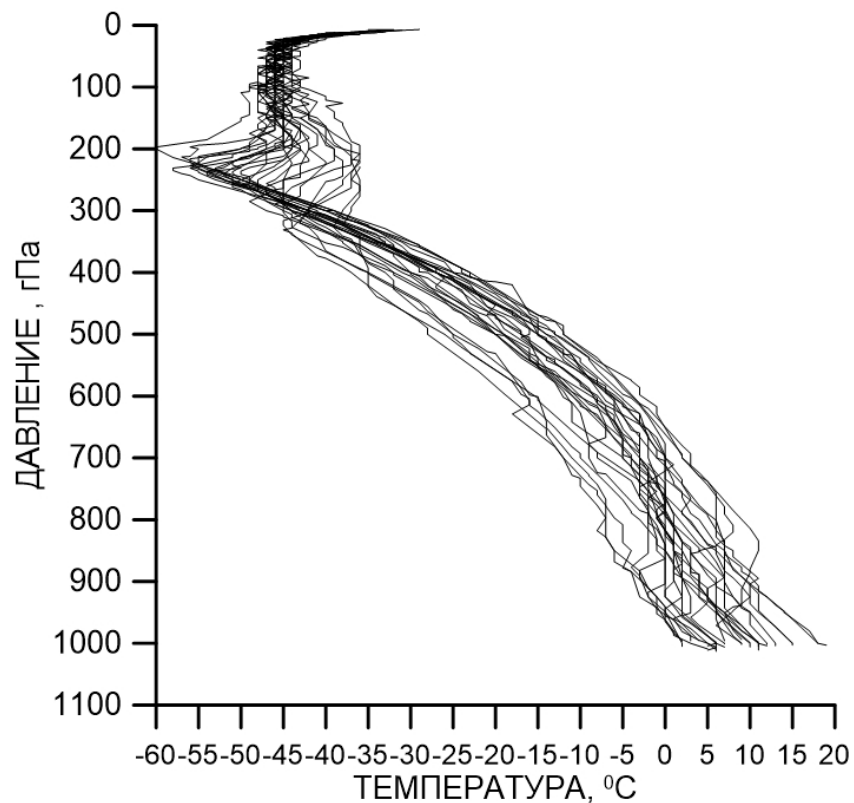


Рисунок 3.23 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Июль 2016г., 23:00 часа

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.23., позволяет говорить о том, что в июле 2016 г. наблюдается небольшое количество инверсий в приземном слое. Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое ближе к уровню 200 гПа.

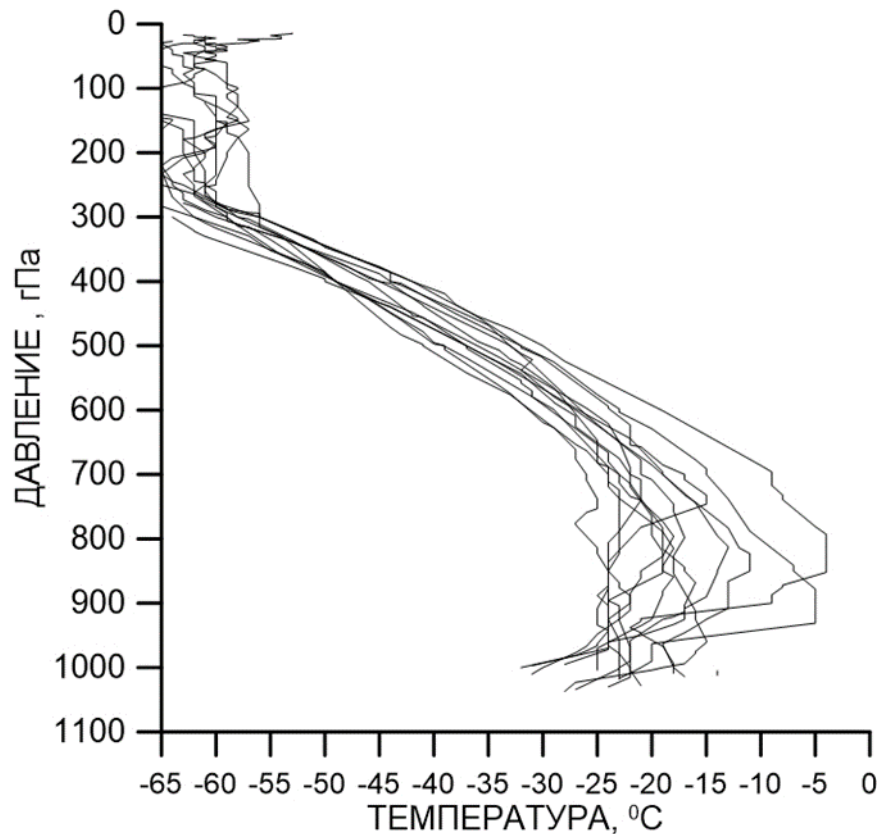


Рисунок 3.24 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Январь 2016 г., 11:00 часов

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.24., Позволяет говорить о том, что в январе наблюдается малое количество инверсий в приземном слое (5 случаев). И их протяженность по вертикали не превышает 20 гПа.

Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 300 до 200 гПа, ближе к уровню 300 гПа. Диапазон изменений температур в приземном слое широкий – от -5°C до -30°C . Следует отметить, что один день сильно отличается от остальных, где температура у Земли была равна -5°C . Далее идет слой инверсии до уровня 750 гПа, затем постепенное понижение и на уровне 600 гПа уже сливается с общей картиной.

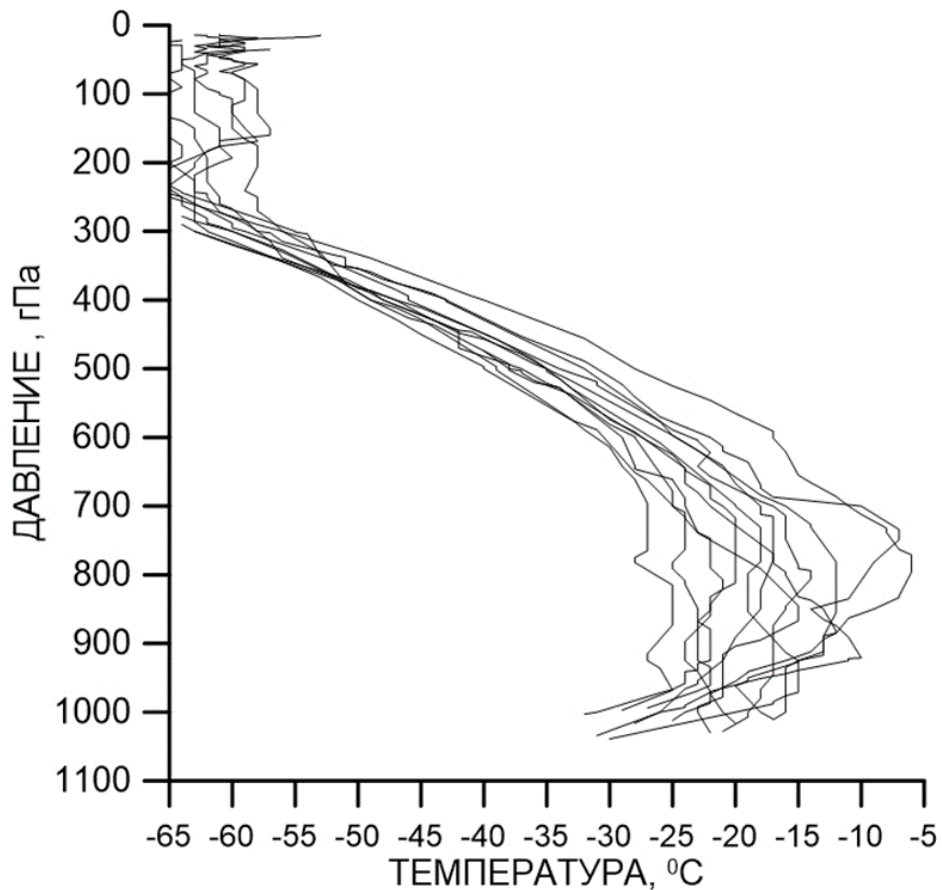


Рисунок 3.25 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Январь 2016г., 23:00 часа

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.25, Позволяет говорить о том, что в январе наблюдается среднее количество инверсий в приземном слое (71 случай). И их протяженность по вертикали не превышает 50 гПа.

Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 300 до 200 гПа, ближе к уровню 300 гПа. Диапазон изменений температур в приземном слое широкий – от -5°C до -30°C .

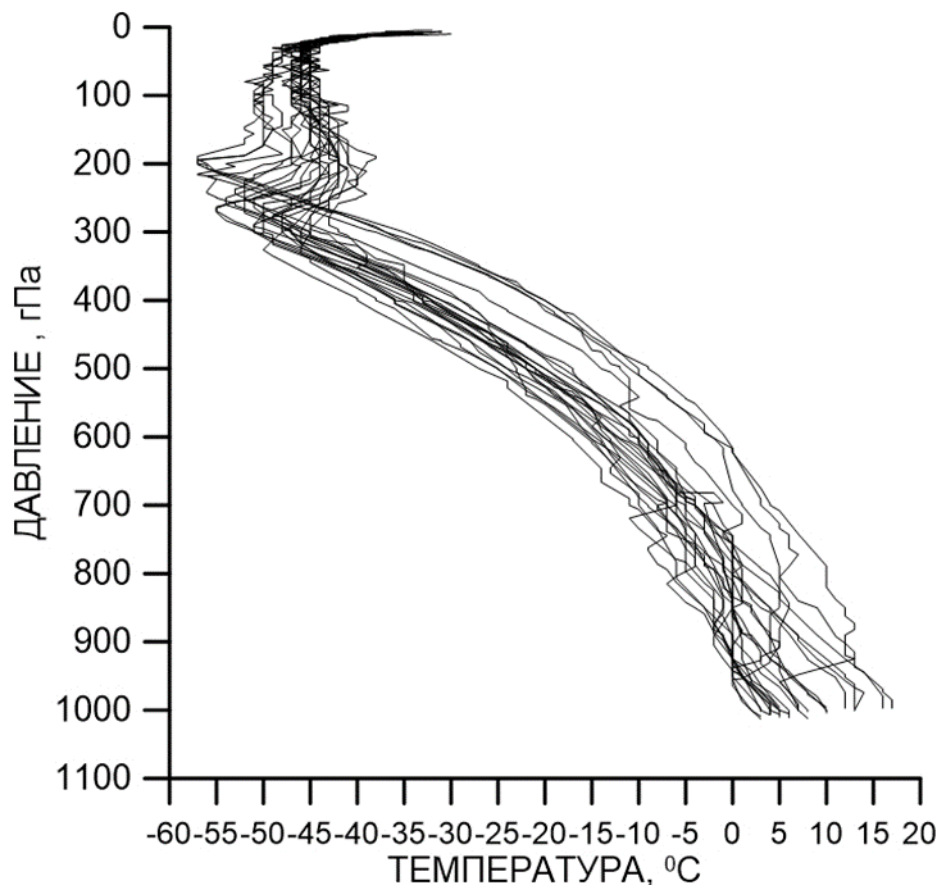


Рисунок 3.26 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Июль 2017г., 11:00 часов

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.26, позволяет говорить о том, что в июле 2017 г. наблюдается небольшое количество инверсий в приземном слое (около 30 случаев). Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 200 до 300 гПа, ближе к уровню 200 гПа.

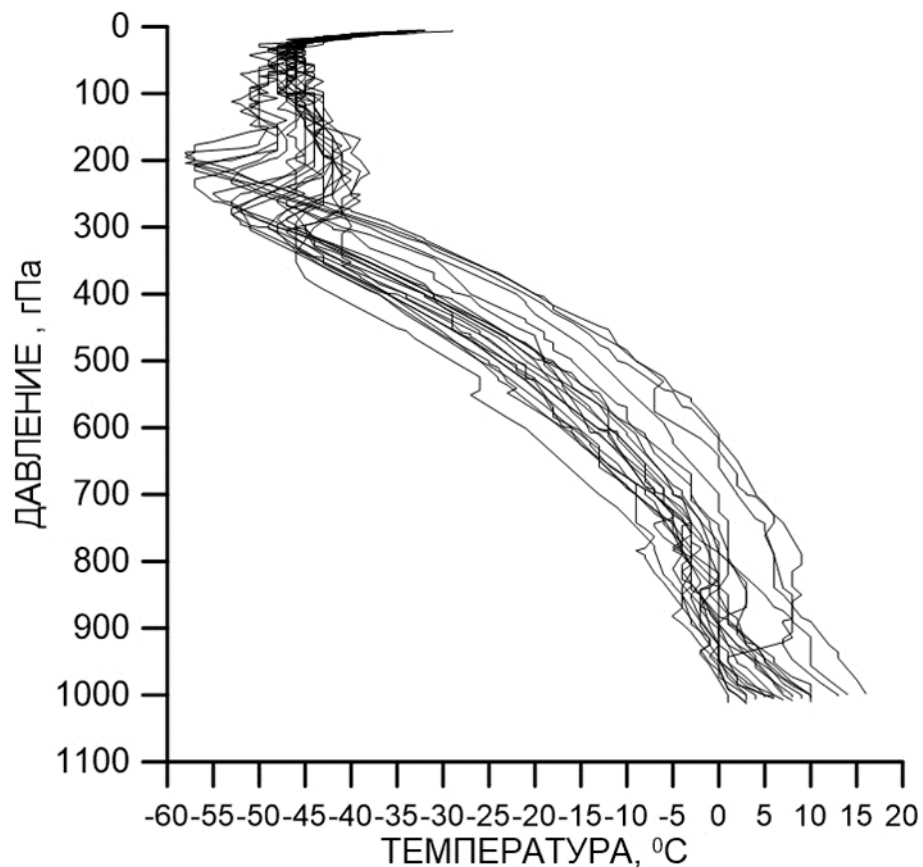


Рисунок 3.27 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Июль 2017 г., 23:00 часа

Анализ профилей, представленных на рисунке 2.27, позволяет говорить о том, что в июле в 23 вечера наблюдается небольшое количество инверсий в приземном слое. Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 200 до 350 гПа, ближе к уровню 250 гПа.

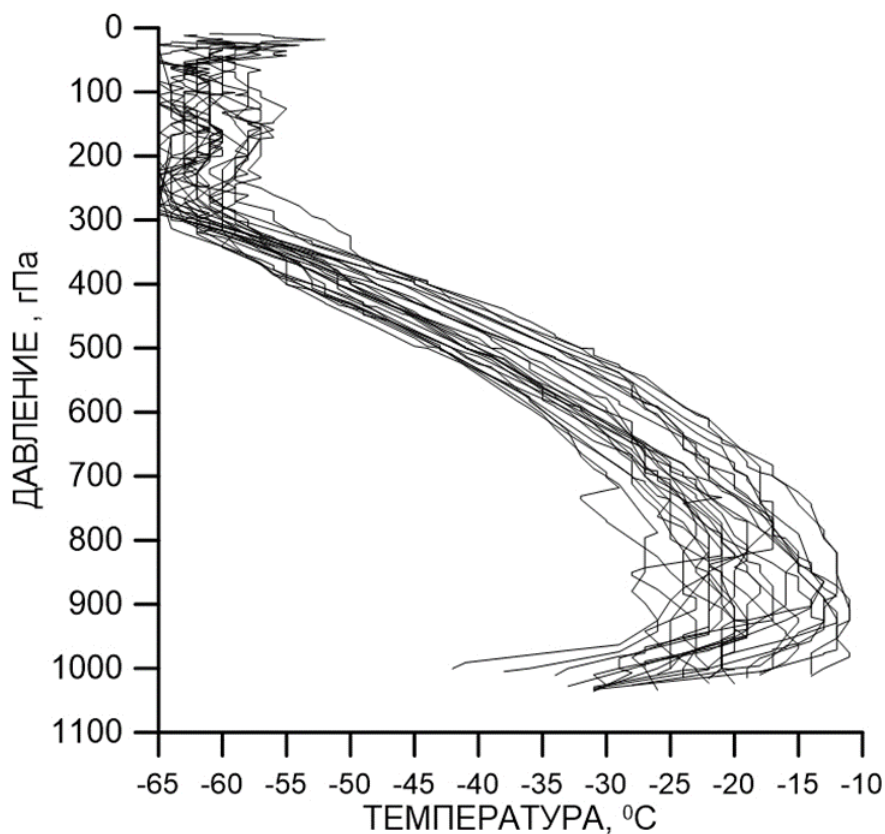


Рисунок 3.28 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Декабрь 2017 г., 11:00 часов

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.28, Позволяет говорить о том, что в декабре 2017 в 11 утра наблюдается большое количество инверсий в приземном слое (137 случаев). Инверсии достаточно мощные – их протяженность по вертикали около 50 гПа.

Перелом в изменении температуры в средней атмосфере наблюдается чаще всего около в слое от 300 до 200 гПа, ближе к уровню 300 гПа. Диапазон изменений температур в приземном слое широкий – от -10°C до -40°C .

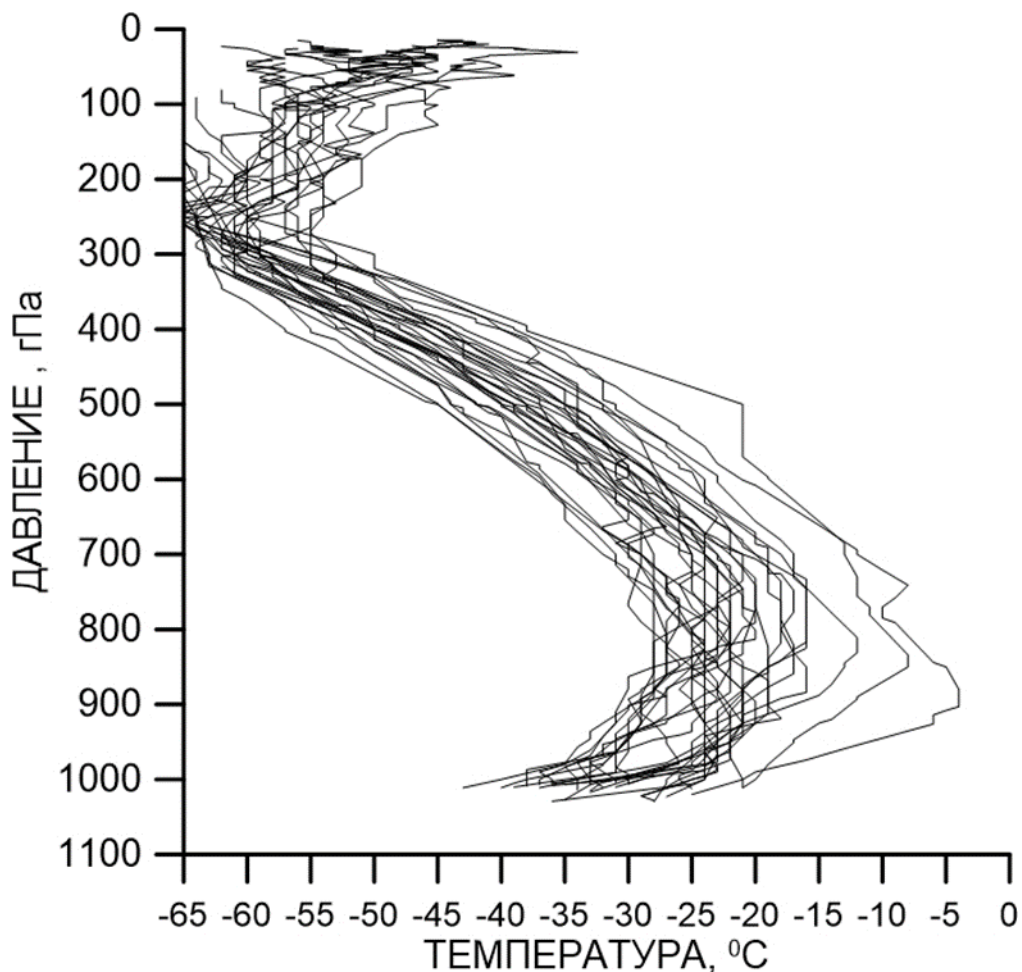


Рисунок 3.29 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Январь 2017г., 11:00 часов

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.29, Позволяет говорить о том, что в январе наблюдается достаточно малое количество инверсий в приземном слое (5 случаев).

Сразу следует отметить, что во все дни температура очень хаотична. Диапазон изменений температур в приземном слое также широк – от $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-43\text{ }^{\circ}\text{C}$. В отдельные дни температура ведет себя по-разному. В слое от 300 гПа до уровня 100 гПа, распределение температуры очень хаотичное, то повышение температуры, то понижение.

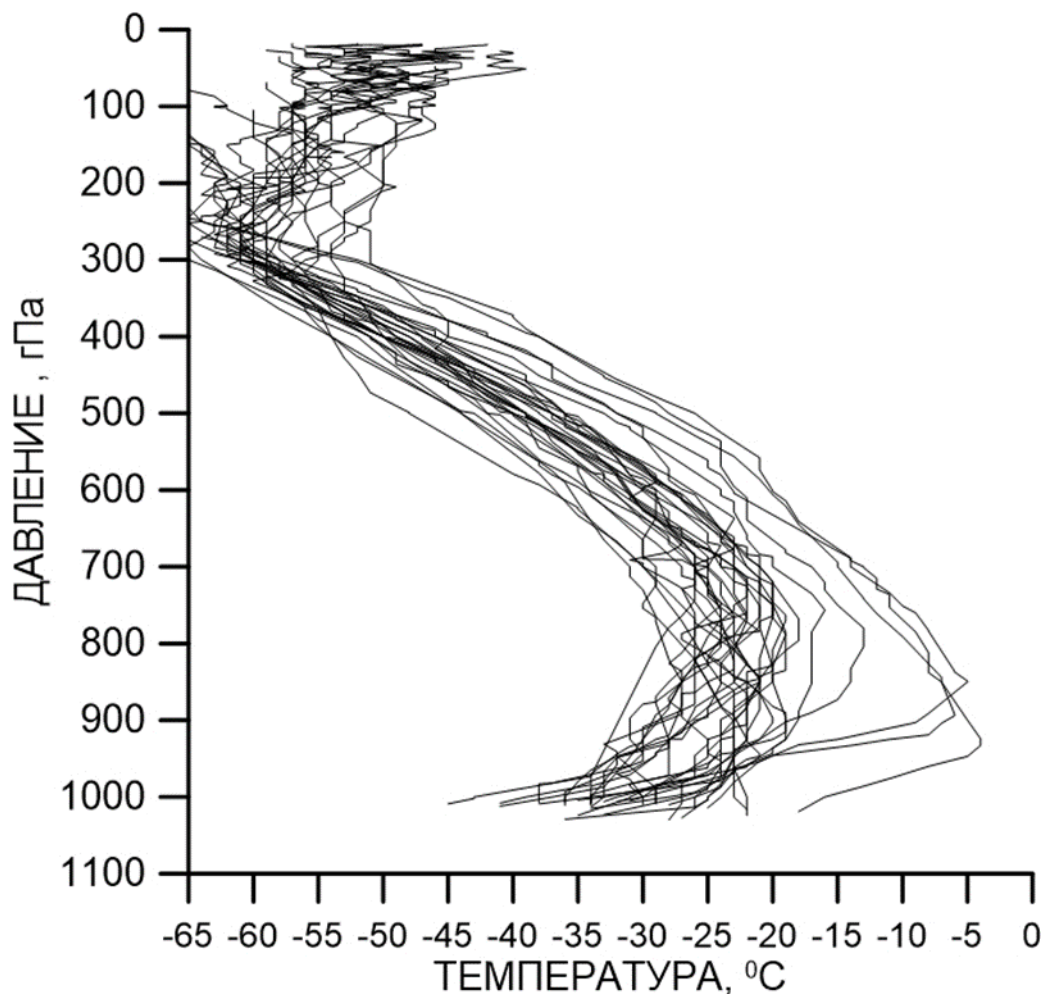


Рисунок 3.30 – Вертикальное распределение температуры воздуха по данным зондирования на метеорологической станции Чокурдах. Январь 2018г., 23:00 часа

Анализ профилей, представленных на рисунке 3.30., Позволяет говорить о том, что в январе 2018года наблюдается достаточно малое количество инверсий в приземном слое (6 случаев).

Сразу следует отметить, что во все дни температура очень хаотична. Диапазон изменений температур в приземном слое также широк – от -5°C до -45°C . В отдельные дни температура ведет себя по-разному. В слое от 300 гПа до уровня 100 гПа, распределение температуры очень хаотичное, то повышение температуры, то понижение.

Заключение

Климат республики Саха (Якутия) субарктический, резко-континентальный. Вся территория республики относится к районам Крайнего Севера. Здесь - длинная зима и короткое лето.

Минимальная температура зимой здесь составляет -72 градуса по Цельсию. Практически вся территория Якутии расположена в зоне вечной мерзлоты, которая имеет самую большую мощность в мире.

Вся территория Якутии, за исключением юго-западной части, расположена в зоне сплошной мерзлоты, которая в северных районах образовалась в начале четвертичного периода, т.е. около 2 млн. лет назад. Чрезвычайная суровость климата Восточной Сибири способствовала сохранению постоянно низких температур мерзлого грунта.

В ходе написания дипломной работы выявлены и обобщены:

- имеющиеся данные о климате и условиях климатообразования на территории Республики Саха-Якутия

- Исследование вертикальных профилей температуры воздуха над Якутией

Дан анализ современных изменений вертикальных профилей температуры на территории Республики Саха (Якутия).

Список использованной литературы

1. Ермолаева Ю.Н. Якутская комплексная экспедиция 1925-1930гг. Развитие науки в Якутии. Новосибирск, Наука 2001г. (с.66-103)
2. Костина Н.И. История гидрометеорологических наблюдений в Якутии. Фонд данных ФГБУ «Якутское УГМС».
3. Швер Ц.А., Изюменко С.А. Климат Якутска. Ленинград, Гидрометеиздат 1982г. с.246
4. Визе В.Ю. Климат Якутии. Издательство АН, Ленинград 1927г. - 33 с.
5. Костина Н.И. История гидрометеорологических наблюдений в Якутии. Фонд данных ФГБУ «Якутское УГМС».
6. Гаврилова М.К. Климат Центральной Якутии.: Якутск, Якутское книжн. изд-во, 1962. - 63 с.
7. Якутия. Серия «Природные условия и естественные ресурсы СССР». – М. : Изд-во «Наука», 1965. – 468 с.
8. Григорьев, М. Н. Обзор современных изменений климата и природной среды в Республике Саха (Якутия). Якутск : Изд-во «Хамелеон», 2010. – 18 с.
9. Кириллина, К.С. Современные тенденции изменения климата Республики Саха (Якутия). Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета №30. Научно-теоретический журнал. – СПб. : РГГМУ, 2013. – 222 с., с.69–77.
10. Кириллина К.С., Лобанов В.А. Оценка современных климатических изменений температуры воздуха на территории Республики Саха (Якутия). Ученые записки РГГМУ № 38. Научно-теоретический журнал. – СПб. : РГГМУ, 2015. – 276 с., с.137–151.
11. Краснов, А. М. Политика в области глобальных климатических изменений: теоретико-экономический анализ: автореф. дис. канд. экон. наук : 08.00.14 / Краснов Алексей Михайлович, Спб., 2010 г. – 19 с.

- 12.** Мохнач М.Ф. Введение в физическую географию. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2013. – 396 с .
- 13.** Глобальное изменение климата и экономическое развитие: учеб. пособие для курса экономики природопользования высших специальных учебных заведений / С. Н. Бобылев, И. Г. Грицевич. – М. : ЮНЕП, WWF Россия. – 2005. – 64 с.
- 14.** Михеев В.А. Климатология и метеорология. Ульяновск, 2009, УГТУ, с.115
- 15.** Кобышева Н.В. Климат России, Монография, СПб, Гидрометиздат, 2001 654с.
- 16.** Научно-прикладной справочник по климату СССР, серия 3, ч.1-6, вып. 24, Л.: Гидрометеиздат, 1989
- 17.** Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме/ Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – М., 2014. – 60 с.
- 18.** Физико-географические условия Якутии. Инфоопедия I, глава 1.
- 19.** Алисов Б.А., Полтараус Б.В. Климатология , Издание 2, Изд-во МГУ 1974 – 299 с.
- 20.** Федеральный портал республики Саха-Якутия Pro Town.ru 2008-2015гг.

