



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

Кафедра метеорологических прогнозов

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему: «Климатические изменения температуры в  
Оренбургской области»

Исполнитель Москвина Динара Омирбаевна  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук  
(ученая степень, ученое звание)

Ефимова Юлия Викторовна  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
заведующий кафедрой

  
(подпись)

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

Анискина Ольга Георгиевна  
(фамилия, имя, отчество)

« 20 » июня 2023 г.

Санкт-Петербург  
2023

## Содержание

Введение.....	3
1. Физико-географическое описание Оренбургской области .....	4
1.1 Географическое положение Оренбургской области .....	4
1.2 Характерный климат для Оренбургской области.....	5
1.3 Природа и география Оренбургской области .....	8
2. Климатические особенности Оренбургской области.....	12
2.1 Изменение климата .....	12
2.2 Проблема изменений климата.....	15
3. Оценка и анализ климатических характеристик Оренбургской области за период с 1960 по 2022 .....	18
3.1 Месторасположение выбранных станций и продолжительность рядов наблюдений.....	18
3.2 Восстановление пропусков наблюдений.....	19
3.3 Анализ среднегодового хода температуры воздуха в Оренбургской области .....	20
3.4 Анализ статистических характеристик среднемесячных температур....	25
3.5 Анализ формирования поздних заморозков после вегетационного периода.....	31
Заключение .....	36
Список использованной литературы.....	37

## Введение

Сложно говорить о климате Оренбургской области, как средоточие одной местности. Площадь области обширная и климат разнообразен на протяжении всей области. Многолетние наблюдения помогают нам отследить тенденцию и спрогнозировать изменение климата.

Актуальность данной работы не вызывает сомнения в свете глобального изменения климата. Анализ термических характеристик в Оренбургской области за большой ряд является задачей, несомненно, важной. В данной области увеличивается количество явлений, которые связаны с температурой, к примеру в последние десятилетия увеличилось повторяемость суховеев и поздних заморозков, которые наблюдаются после начала вегетации.

Цель работы: рассчитать и проанализировать некоторые климатические характеристики Оренбургской области в период с 1960 по 2022.

Задачи работы:

- изучить климатические особенности Оренбургской области;
- проанализировать среднемесячные значения температуры за 60 лет;
- выделить и проанализировать поздние весенние заморозки.

В первой главе описывается физико-географическое положение Оренбургской области. Изучаются различные климатические особенности данного региона.

Во второй главе рассматривается климатические особенности Оренбургской области, а также их проблемы и изменения.

В третьей главе проводится статистический анализ температуры воздуха в Оренбургской области. Рассматриваются поздние весенние заморозки.

## 1. Физико-географическое описание Оренбургской области

### 1.1 Географическое положение Оренбургской области

Площадь Оренбургской области составляет 124 532 км<sup>2</sup>, по этому показателю она занимает 29-е место в России. Область расположена на юго-западе страны, в центре Евразии, на стыке двух её частей света — Европы и Азии. Территория области охватывает юго-восточную окраину Восточно-Европейской равнины, южную оконечность Урала и южное Зауралье. Протяжённость области с запада на восток составляет 760 км, с севера на юг — 445 км. На рисунке 1.1 представлена карта Оренбургской области [4].



Рисунок 1.1 – Физическая карта Оренбургской области

Общая протяжённость границ составляет 3700 км. На западе Оренбургская область граничит с Самарской областью, на северо-западе — с Татарстаном, на севере — с Башкортостаном (северная граница от реки Ик до реки Урал огибает Башкортостан), на северо-востоке область граничит с Челябинской областью, а на востоке и юге — с Казахстаном. С Саратовской областью граничит в одной точке, которая расположена на государственной

границе с Казахстаном — стык границ Оренбургской, Самарской и Саратовской областей. Граница с Казахстаном составляет 1870 км, приходится на три области Казахстана: Костанайскую, Актюбинскую и Западно-Казахстанскую. По области протекает одна из крупнейших и красивейших рек европейской части России — Урал. «Перешеек» области между центральной и восточной её частями в наиболее возвышенной низкогорно-высокоравнинной части Оренбуржья в средней части бассейна рек Урала и его основного притока Сакмары занимает Кувандыкский район. Территория находится в зонах степей Заволжья и Тургая, лесного Южного Урала, сосново-березового лесостепья Западной Сибири. Но все же преобладают степи. Летом тут царит насыщенный запах степных трав, нагретых солнцем.

## 1.2 Характерный климат для Оренбургской области

Климат Оренбуржья — умеренно континентальный, что выражается в большой амплитуде колебаний температуры воздуха между зимой и летом, а также в малом количестве атмосферных осадков. Наибольшая продолжительность солнечного сияния отмечается в июле, наименьшая — в декабре. Атмосферное давление на территории области относится к континентальному типу. Максимальное атмосферное давление составляет 1051,0 мб, а минимальное — 950,5 мб.

Климат Оренбургской области благоприятен для развития многих отраслей растениеводства, садоводства. Период, благоприятный для туризма в Оренбургской области, длится более 120 дней, купальный сезон составляет около 70 дней.

Основные черты климата Оренбургской области определяются ее удаленностью от океана. Как и другие глубинные районы Евразии, она лишена смягчающего влияния морских воздушных масс, поэтому здесь ярко выражен континентальный климат.

В зимнее время Оренбуржье находится под влиянием области высокого давления, формирующейся — вследствие сильного охлаждения материка — над территорией Монголии и Сибири. С территории Монголии область высокого давления в виде полосы, направленной на запад, распространяется через Казахстан до юга Русской равнины и далее. Осевая линия этой полосы, проходящая, примерно, по линии Кызыл — Уральск — Саратов — Харьков — Кишинев, была названа русским климатологом А.И.Воейковым «большой климатической осью материка». Впоследствии она стала известна как ось Воейкова.

В зимние месяцы ось Воейкова служит важнейшим ветроразделом: к северу от нее дуют ветры западные и юго-западные, влажные и относительно теплые, к югу — преобладают сухие и холодные северо-восточные. Оренбургская область целиком расположена вдоль оси Воейкова. Поэтому западный перенос воздушных масс, обычный для северного полушария, здесь ослабевает. Его влияние чаще сказывается в северо-западных районах области. Обычно же над территорией области наблюдается большая повторяемость антициклонов, имеющих сибирское происхождение.

Летние антициклоны, господствующие над оренбургскими степями, имеют западное происхождение и приносят со стороны Средиземного моря тропический воздух, вместе с которым приходит тепло, но мало влаги. С западными и юго-западными теплыми потоками летом успешно соперничают горячие и сухие ветра из Казахстана и Средней Азии, приносящие в Оренбуржье настоящее дыхание пустынного климата.

Таков общий рисунок распределения и взаимодействия различных воздушных масс над территорией области. Отсутствие высоких горных хребтов, которые могли бы служить препятствием, делает возможным значительные вторжения на территорию Оренбуржья как очень холодных масс воздуха с севера, так и сухих и жарких воздушных потоков с юга. В то же время отдельные возвышенности (Общий Сырт, Малый Накас, Шайтантау,

Саринское плато и др.) оказывают заметное влияние на основные климатические показатели.

Степной ландшафт имеет свои климатические границы только на севере и юге. Что касается изменений климатических показателей в пределах степной зоны с запада на восток, то они свидетельствуют о нарастании континентальности климата. Так, средняя годовая температура в пределах Оренбургской области изменяется от плюс 4°С до плюс 1,5°С (юго-запад и восток области соответственно).

Одним из показателей континентальности климата области является большая годовая амплитуда температур воздуха, т.е. разность между средними температурами самого холодного и самого теплого месяцев, равная 36 — 37°. Абсолютная температура (разность между абсолютным максимумом и абсолютным минимумом) составляет 85 — 89°.

Осадки на территории области распределяются неравномерно. Их количество убывает с северо-запада (450 мм в год) на юго-восток (260 мм в год). Максимальное количество осадков выпадает на хр. Малый Накас (до 550 мм в год). Примерно 60—70% годового количества осадков приходится на теплый период, что несколько сглаживает засушливость климата. Для большей части области максимум осадков отмечается в июле, минимум — в феврале.

Характерной чертой климата Оренбуржья является его засушливость. Дефицит влаги в теплый период года зависит не только от малого количества выпадающих осадков и малой относительной влажности воздуха, но и от характера выпадения осадков, их быстрого стока. Летние осадки, как правило, имеют ливневый характер. Нередко в течение одного дня выпадает от 30% до 50% всей нормы вегетационного периода. Выпавшие осадки не успевают впитаться в почву. С одной стороны, этому способствует расчлененный рельеф большей части области, с другой — высокие температуры воздуха, способствующие их быстрому испарению.

Низкая обеспеченность оренбургских степей влагой часто приводит к засухе. Для нее характерны длительное бездождье, резкое повышение температуры после полудня с понижением относительной влажности. Подобный тип погоды наблюдается при антициклоне, когда нет притока масс воздуха понизу и они опускаются только сверху. Во внутренних районах антициклона засуха может длиться 20 – 25 дней.

Повторяемость и длительность периодов с засухой и суховеями в Оренбуржье бывает различной. За последнее столетие в северо-западных районах области сильные и средние засухи наблюдались один раз в 3–4 года, а в южных районах — один раз в 2 – 3 года.

### 1.3 Природа и география Оренбургской области

На территории Оренбургской области представлены ландшафты лесостепной средней полосы России (рис 1.2), степей Заволжья и Тургая, лесистых низкогорий Южного Урала, сосново-березового лесостепья Западной Сибири.



Рисунок 1.2 – Ландшафт Оренбургской области

Человеку, мало знакомому с Оренбуржьем, его пейзаж представляется в виде однообразных и унылых степей и полей. Но для тех, кто бывал в

области, Оренбуржье - край редкой красоты, исключительного многообразия пейзажей, неповторимого колорита местной природы. Холмистое "аксаковское лесостепье" с березовыми рощами, дубравами, липняками, степные увалы Общего Сырта, лесистые отроги Уральских гор, миниатюрные хребты, холмы и ущелья Губерлинского мелкосопочника. Все эти ландшафты характерны для Оренбургской области.

На юге области, в Соль-Илецком районе – преобладает пустыня (рис. 1.3), на севере в районе Тюльгана – леса и горы, в центральной и восточной части области – бескрайние оренбургские степи.



Рисунок 1.3 – Пустынный ландшафт Оренбургской области

Разнообразие и контрастность природы Оренбуржья объясняется тем, что на территории Оренбургской области находятся пределы распространения многих видов флоры и фауны, а также проходит граница между Европой и Азией, Уральскими горами, степью и лесостепью.

Оренбургская область расположена, в основном, в пределах двух физико-географических стран - Русской равнины и Уральских гор. Граница между ними проходит по западной окраине хребта Малый Накас, далее идет

параллельно долине Большого Ика, пересекает Сакмаро-Уральское междуречье по линии Кондуровка - устье Бурли и тянется на юго-восток, к верховьям реки Бурли. Это главный ландшафтный рубеж края. К западу от него преобладают сначала предгорные холмистоувалистые, а затем равнинные местности, связанные с геологической основой Русской равнины и ее Предуральского прогиба. К востоку развиты низкогорные и мелкосопочные местности складчатого Урала, сменяющиеся в районе Сары и к востоку от Орска высокой равниной (пенепленом) на кристаллическом фундаменте разрушенных Уральских гор. Второй важный природный рубеж области – граница между степной и лесостепной ландшафтными зонами. Она обусловлена, прежде всего, климатическими особенностями и выражается в смене зональных типов растительности и почвенного покрова. Наличие лесов на водоразделах не служит основанием для проведения этой границы. Северный предел степной зоны области обозначается по линии рек Малый Кинель - Большой Кинель - исток реки Салмыш - устье реки Большая Юшатырь - низовье реки Большой Ик - северная окраина Саринского плато. Таким образом, если мы проведем на карте Оренбургской области основные ландшафтные рубежи, то получим самую общую схему природного районирования ее территории. На северо-западе области обособится Заволжско-Предуральская лесостепная возвышенная провинция - "аксаковское лесостепье". Запад и юго-запад области образованы Общим Сыртом. По мере продвижения на юг он уступами понижается в сторону Прикаспия. К востоку от реки Салмыш Общий Сырт постепенно переходит в Предуралье. К югу от долины среднего течения Урала расположен Подуральский Сырт (междуречье Урала и Илека). В горной части области выделяется Южноуральская низкогорная лесостепная провинция (к ней относится Малый Накас, правобережье Сакмары и северо-западная часть Саринского плато). Этот лесистый регион нередко называют "Оренбургской Швейцарией". Большая часть Саринского плато, Губерлинские горы и мелкосопочники к югу от Урала образуют Южноуральскую низкогорную

степную провинцию. Почти весь восток входит в состав Южно-Зауральской (Урало-Тобольской) высокоравнинной степной провинции. Только крайний юго-восток области относится к Западно-Тургайской степной провинции Тургайской столовой страны.

Выделенные физико-географические провинции также неоднородны. В них прослеживаются подзоны северной, типичной и южной степей. Но наиболее полно отражают многообразие природы Оренбуржья ландшафтные районы. Структуру природных районов образуют так называемые типологические ландшафтные комплексы - типы местности и урочищ, которые можно считать природными угодами области.

## 2. Климатические особенности Оренбургской области

### 2.1 Изменение климата

Проведённые в Росгидрометеоцентре РФ исследования показывают, что в настоящее время климатические условия на территории России существенно меняются, и тенденции этих изменений в ближайшие 5–10 лет сохранятся. Эти выводы подтверждаются результатами исследований других российских учёных, в частности Российской академии наук, и исследованиями большинства зарубежных специалистов. Наблюдаемые изменения климата на территории Российской Федерации характеризуются значительным ростом температуры холодных сезонов года, ростом испаряемости при сохранении и даже при снижении количества атмосферных осадков за тёплый период года, возрастанием повторяемости засух, изменением годового стока рек и его сезонным перераспределением, изменением условий ледовитости в бассейне Северного Ледовитого океана и в устьях северных рек. Для России детализированные по регионам оценки наблюдаемых и предполагаемых изменений климата особо важны, поскольку из-за значительных природно-обусловленных различий климата на территории России изменения климата в её регионах проявляются крайне неравномерно. Однако следует отметить, что остаётся открытым вопрос о первоочередных мерах реагирования на те изменения климата, которые наблюдаются уже сейчас и ожидаются в ближайшей перспективе. В связи с актуальностью данной проблемы была поставлена задача оценить произошедшие изменения некоторых климатических показателей: среднемесячной температуры воздуха и осадков в различных природно-климатических зонах Оренбургской области на основе метеонаблюдений по г. Бузулук (западная часть Оренбургской области), г. Оренбург (центр), р.п. Адамовка-Энергетик (восток).

В последнее время (рис. 1), особенно в период с 1990 по 2013 гг., в Бузулукском районе среднемесячная температура воздуха в августе

стремительно выросла с 18,3 °С до 21,4 °С. В июле также наблюдалась положительная динамика температуры воздуха за весь период наблюдений (1940-2013 гг.) с 19,8 °С в 40-ые годы до 22,3 °С к 2013 г. В июне наблюдались периодические изменения температуры воздуха: рост к 1950 г. сменялся понижением к 1970 г., примерно через 20 лет, в 90-е годы, температура снова повысилась, затем к 2007 г. понизилась и в последнее время наблюдается её рост, но не такой значительный, как в июле и в августе.

Для Бузулукского района характерно значительное увеличение осадков с 20 до 45 мм в июне в 40-60-е годы, в последующий период наступила относительная стабилизация осадков в этом месяце на уровне 45-52 мм.

Но для Оренбургского района характерны более высокие значения температуры воздуха. В последнее время температура воздуха в июле превысила отметку 22 °С, в августе – более 21°С, наиболее благоприятные условия для большинства сельскохозяйственных культур сложились в июне – около 20°С. Для центральной части Оренбуржья характерны чётко выраженные колебания минимума и максимума осадков в летний период, особенно в июне, с интервалом примерно через 30-35 лет.

Колебания осадков в августе за последние 50 лет, также как и в Бузулуке, относительно июля находились в анафазе. Количество осадков в августе с начала 90-х годов стремительно снизилось с 40 до 10 мм, т. е. примерно в четыре раза. Наряду с ростом температуры воздуха в июне-июле происходило увеличение осадков, однако темпы их прироста замедлились, а в июне наметилась тенденция к их снижению. Несколько иначе изменялась температура воздуха в Адамовском районе: рост температуры в июле и в августе сопровождался некоторым похолоданием в июне с середины 90-х годов примерно на 1°С.

За наблюдаемый период (1940-2013 гг.) тенденция температуры воздуха на востоке области ритмично, то повышаясь, то понижаясь, с определённой синхронностью в различные месяцы изменялась примерно до середины 80-х годов. С этого времени замедлился рост температуры в июне, а затем снизился

с 20,2 °С до 19,3 °С. Иначе складывались условия в августе: за последние 40 лет температура воздуха непрерывно росла с 18°С в 1970 году до 20,5°С в последние годы и превысила значения июньских температур. В июле также наблюдался рост температуры воздуха, но не такой интенсивный, как в августе. Обращает на себя внимание чётко выраженный ритмичный характер изменения осадков в летние месяцы на востоке Оренбуржья.

Наибольшее количество осадков наблюдалось в июне (40-45 мм) и в июле (50-55 мм) примерно в середине 50-начале 70-х годов, затем последовало их снижение, особенно значительное – в июле до уровня 10-15 мм к середине 80-х годов и по настоящее время. В меньшей степени (до 35 мм) уменьшились осадки в июне. Осадки в августе достигли наибольших значений 35-37 мм к началу 90-х годов, с этого времени происходит их падение примерно до 20 мм. Таким образом, для метеоусловий п. Адамовка-Энергетик также характерны негативные тенденции роста температуры воздуха и снижения осадков, особенно в июле-августе, в меньшей степени для июня.

## 2.2 Проблема изменений климата

ВЭФ опубликовал список рисков для мировой экономики на 2017 год. В пятерку главных рисков глобального масштаба вошли экстремальные климатические явления и природные катаклизмы. За ними идут массовые миграционные потоки, масштабные катастрофы, крупные террористические акты и кражи данных. В рейтинге рисков экстремальных погодных явлений экстремальные климатические явления заняли второе место, уступив нехватке воды, масштабным стихийным бедствиям и неудачам в борьбе со стихиями. Рейтинги рисков, связанных с изменением климата и его изменениями, в ежегодном отчете Всемирного экономического форума (ВЭФ), публикуемом уже более 20 лет, однозначно указывают на возрастающее значение гидрологического фактора для устойчивого развития страны. Одним из самых острых вопросов климатологии является вопрос, связанный с тем, как взаимосвязаны экстремальные погодные условия в разных регионах мира и глобальная климатическая ситуация. Межправительственная группа экспертов по изменениям климата подтвердила, что не вызывает сомнений глобальное потепление, наблюдаемое в последние годы. Росгидромет сообщает, что в последние годы климатические изменения в России происходили значительно быстрее и более масштабно, чем по всему миру. Скорость глобального потепления за последние 40 лет выросла в среднем на 0,17°C за десять лет, что составляет примерно 0,17 °C за десятилетие. Температура в России растет быстрее, чем в других странах мира – от 0,35 до 0,45 градусов за десять лет, особенно в арктической зоне, где темпы роста достигают 1,8-0,8. Вместе с тем, современная статистика показывает, что в мире растет ущерб от опасных природных явлений и погодной ситуации. Согласно статистике, 90 % потерь от наводнений, наводнений, сильных ветров и засух приходится на такие стихийные бедствия, как ураганы, штормы, извержение вулканов и землетрясения. В 1990-2000 годах в России ежегодно регистрировалось около 150 опасных метеорологических явлений, наносящих

ущерб экологии. В 2000-х годах их число увеличилось до 250 в год и достигло 400 в среднем за два года. При этом, ОЯ в течение последних двух десятилетий были гораздо более интенсивной и разрушительной, чем раньше. В 2016 году наибольшие масштабы имели пожары в Сибири (более 305 тысяч га) и наводнения в Приморье (пострадали более 300 тысяч га земель, повреждены девять мостов), а также дождевые дожди в Приморье (было подтоплено около 10 населенных пунктов, разрушено 9 мостов, нарушена связь и электричество). В 2016 году Росгидромет выпустил более 2 тыс. предупреждений о штормах и ураганах. Их оправдали на 94,5%. На основе предупреждения о штормовом предупреждении принимались меры по смягчению последствий стихийного бедствия. Эффективные меры по предотвращению последствий экстремальных природных явлений требуют гораздо большего времени, чем индивидуальные прогнозы с учетом теоретических ограничений. Упреждающие меры адаптации требуют долгосрочных планов, основанных на научных оценках изменений климата и прогнозах изменения погодной ситуации.

Еще две станции расположены к северу от Оренбурга, в районе Тургайской трассы. Среднее число оттепелей в Оренбургской области составляет 4—5 дней в среднем по городу и 2—4 дня в городе Тургай. Ср. тшах в оттепельных условиях составило 3,7—4,8С для второй станции и 4,5—4,2 С для третьей. Значение абс. Ттх равен 10,6—14,5 и 15,7С соответственно;. При этом самые высокие температуры воздуха были зафиксированы в Орске (14,2 и 15,7С) с 1967 года по 1984 год. Число дней, когда температура воздуха опускается ниже нуля, в Оренбургской области составляет 6—8. В Оренбуржье с 1949 года по 1980 год отмечались сильные морозы, в Тургайской области - 6 дней. В последние годы, начиная с 1980-х годов, средняя продолжительность дня в Оренбуржье равна четырем дням (в 1983—1985 гг.), а в городе Тургай — два дня (1984—1996 г. Средний минимум температуры воздуха (-31 С) зафиксирован в 1961-1980 годах, абсолютный максимум (43,5 С) был зафиксирован в 1960—1979 гг. и абсолютный рекорд (43,6 С) - в 1961 году. В

то же время самые низкие температуры были зафиксированы на севере Тургайской области (-30,1 С в 1960—1982 годах и 40,6 С в 1970-х годах). В Оренбургской области за последние два десятилетия значительно возросло значение ирригационной системы. Оттепель и сильные морозы наблюдались на станциях Оренбург, Тургай и Оренбург. Погодные условия для этих станций аналогичны тем, что были отмечены для южных станций в прошлом году. Это значит, что причины изменений температурного режима могут быть глобальными (или даже синоптическими) масштабами.

### 3. Оценка и анализ климатических характеристик Оренбургской области за период с 1960 по 2022

#### 3.1 Месторасположение выбранных станций и продолжительность рядов наблюдений

Для анализа климатических характеристик Оренбургской области были выбраны 4 станции, которые расположены в разных частях области. Продолжительность рядов наблюдений составляет 62 года. Расположение этих метеорологических станций можно наблюдать на рисунке 3.1

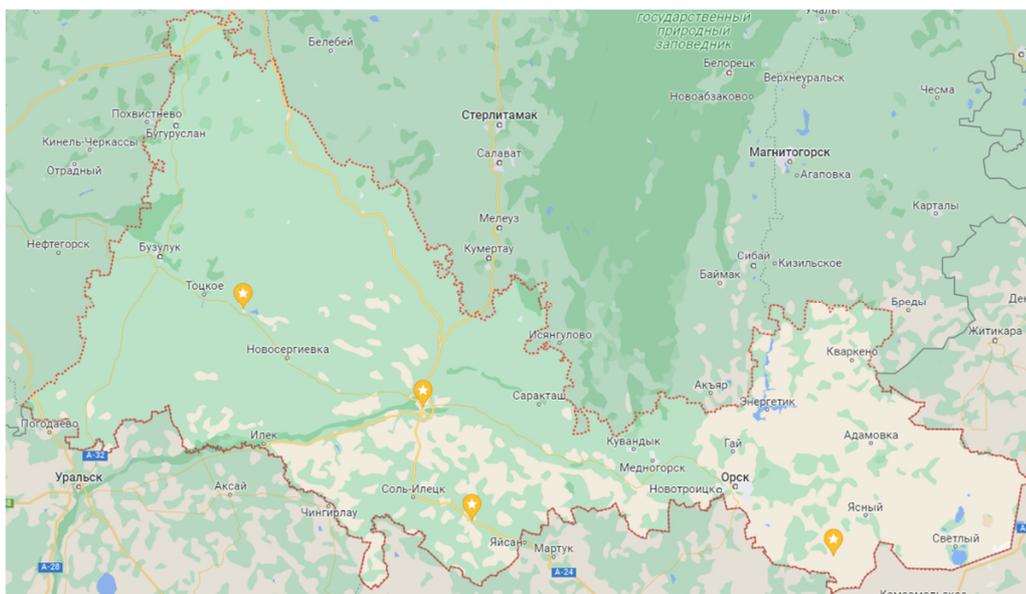


Рисунок 3.1 – Расположение выбранных станций

В результате была сформирована база данных температуры воздуха по выбранным станциям.

### 3.2 Восстановление пропусков наблюдений

В ходе работы обнаружилось, что на одной станции (Домбаровский) не весь ряд наблюдений. Соответственно, для правильной оценки данных необходимо восстановить пропуски в рядах наблюдений.

Чтобы восстановить пропущенные данные температур был использован метод регрессионного анализа, в котором применяется уравнение регрессии. Суть метода заключается в том, что в наблюдениях, которые не содержатся пропущенные данные, вычисляем коэффициенты регрессии, далее с помощью этих коэффициентов восстанавливаются пропуски. Ниже представлены формулы линейной регрессии:

$$Y = k_0 + k_1X, \quad (3.1)$$

$$k_1 = [\sum(Y_i - Y_{cp})(X_i - X_{cp})]/(\sum(X_i - X_{cp})^2),$$
$$k_0 = Y_{cp} - k_1X_{cp}. \quad (3.2)$$

У уравнения регрессии есть свои недостатки, например, это мультиколлинеарность, которая означает линейную взаимосвязь двух или нескольких объясняющих переменных, которая может проявляться в функциональной или стохастической форме, также гомоскедастичность – это однородная вариативность значений наблюдений, которые выражаются в относительной стабильности, гомогенности дисперсии случайной ошибки регрессионной модели, проблема выбора переменных, которая возникает в случаях, когда необходимо выбрать переменные, которые могли бы подойти как раз для восстановления данных [8].

Стоит обратить внимание на два основных недостатка данного метода:

1) из-за того, что природа регрессии такова, что полностью исключены случайные колебания величин. Это может привести к тому, что если были

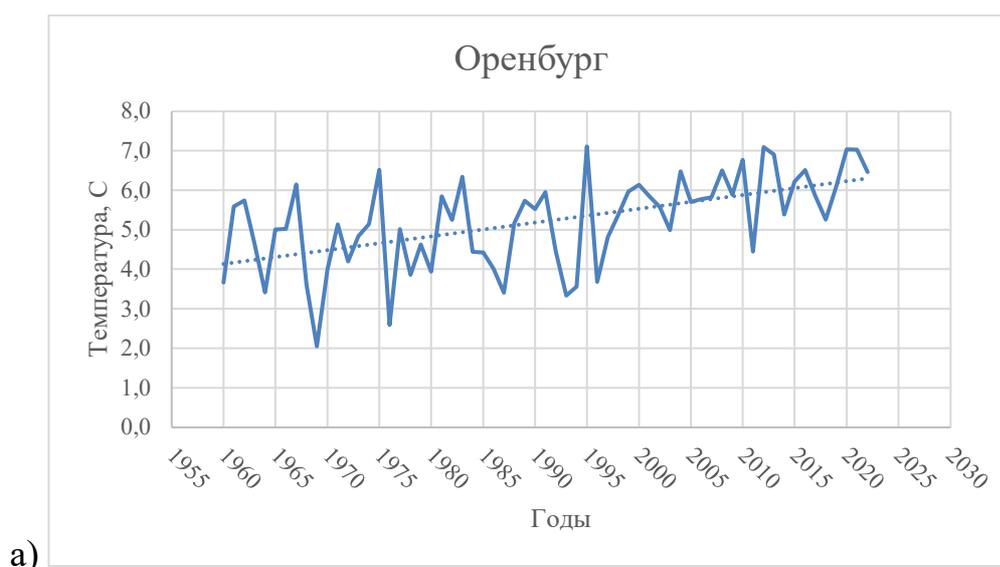
пропущены достаточно большое количество значений, то заметны смещения результатов по направлению к средним оценкам. Для того, чтобы исключить данную проблему используется метод случайной подстановки, когда к вычисленному значению, прибавляются случайные величины, например, из набора остатков уравнений регрессии на полных наборах данных;

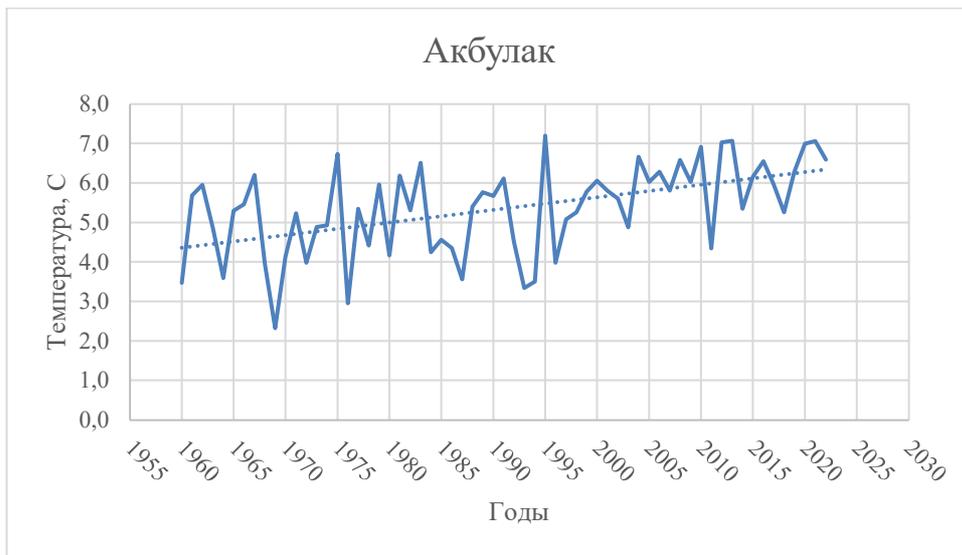
2) вводя в уравнения регрессий слишком большое количество переменных и не обращая внимания на их значения, мы создаем шум вместо каких-то осмысленных значений переменных.

В данной работе были пропуски в наблюдениях только на одной станции (Домбаровский).

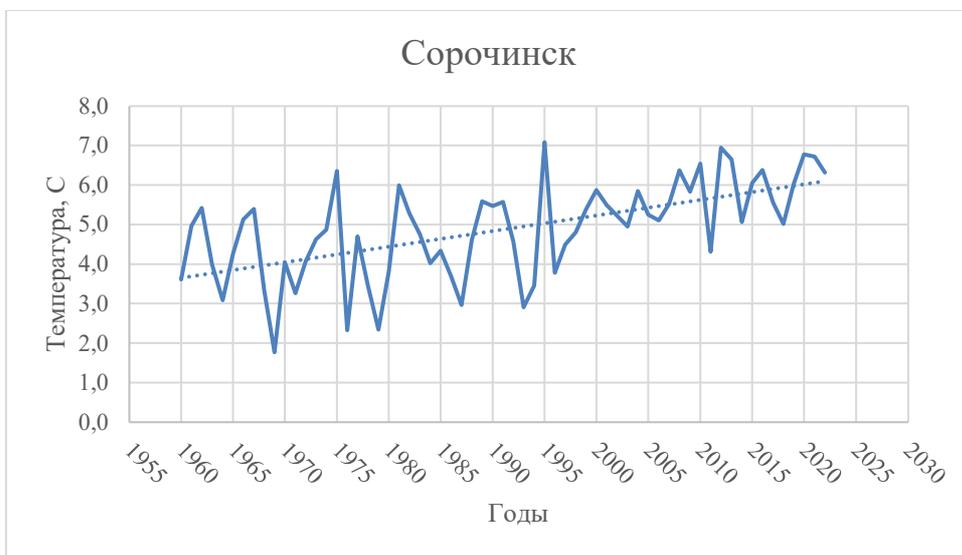
### 3.3 Анализ среднегодового хода температуры воздуха в Оренбургской области

Первым делом рассмотрим среднегодовой ход температуры воздуха в Оренбургской области (рис. 3.2). В целом, во всех выбранных станциях наблюдается повышение температуры





б)



в)



г)

Рисунок 3.2 – Среднегодовой ход температуры воздуха в Оренбурге

Из вышеприведенных рисунков следует отметить, что в течение времени температуры воздуха в Оренбургской области, в целом, идут на повышение. Температуры во всех пунктах наблюдений ведут себя одинаково без резких отклонений.

Ниже представлен годовой ход температуры воздуха за январь в исследуемых пунктах (рис. 3.3)



Рисунок 3.3 – Годовой ход температуры воздуха за январь в исследуемых пунктах

Ниже представлен годовой ход температуры воздуха за январь в исследуемых пунктах (рис. 3.4)

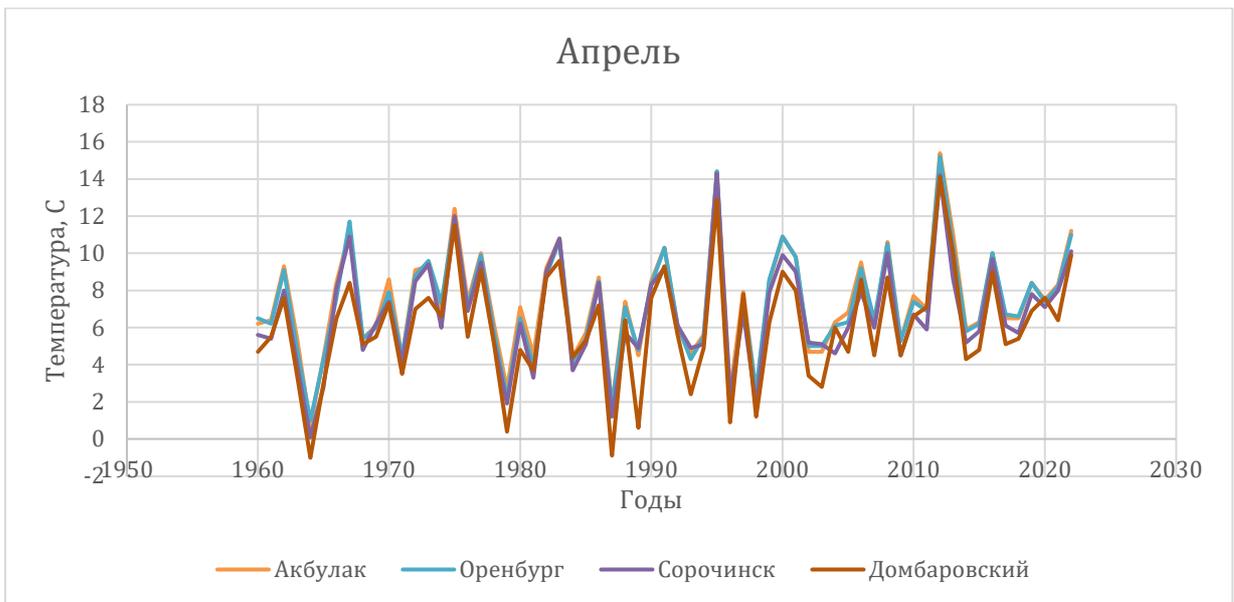


Рисунок 3.4 – Годовой ход температуры воздуха за апрель  
в исследуемых пунктах

Ниже представлен годовой ход температуры воздуха за январь в исследуемых пунктах (рис. 3.5)

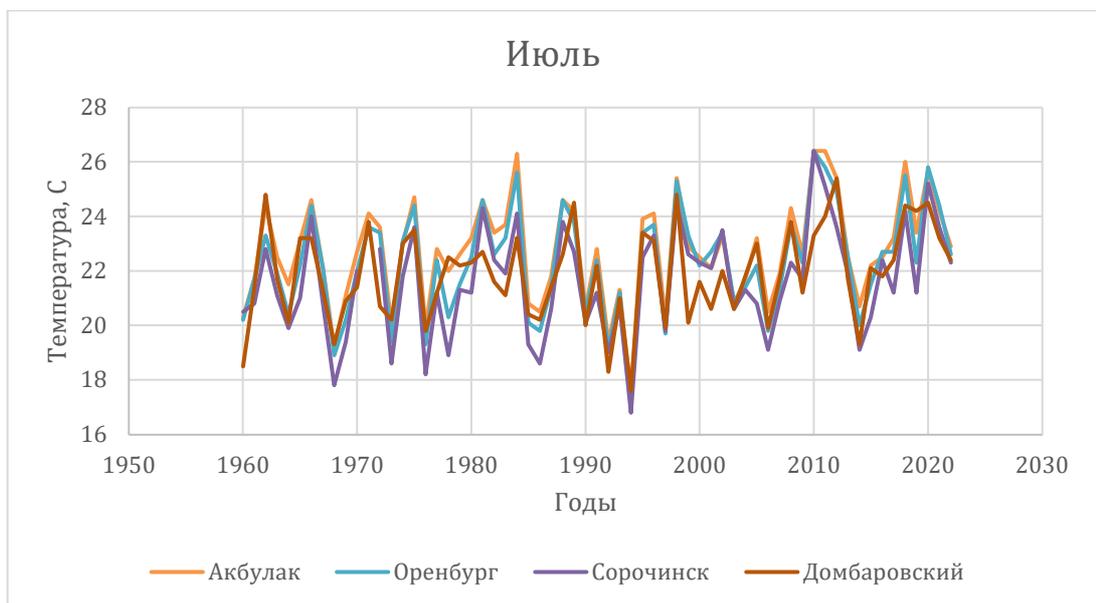


Рисунок 3.5 – Годовой ход температуры воздуха за июль  
в исследуемых пунктах

Июль в Оренбургской области является достаточно жарким месяцем. Минимальная средняя температура наблюдалась в 1994 году и составила 16,8 °С. Максимальные значения средних температур наблюдались в июле

2010 года, там практически во всех пунктах наблюдений была зафиксирована одна и та же температура, равная 26,4 °С.

Ниже представлен годовой ход температуры воздуха за январь в исследуемых пунктах (рис. 3.6)

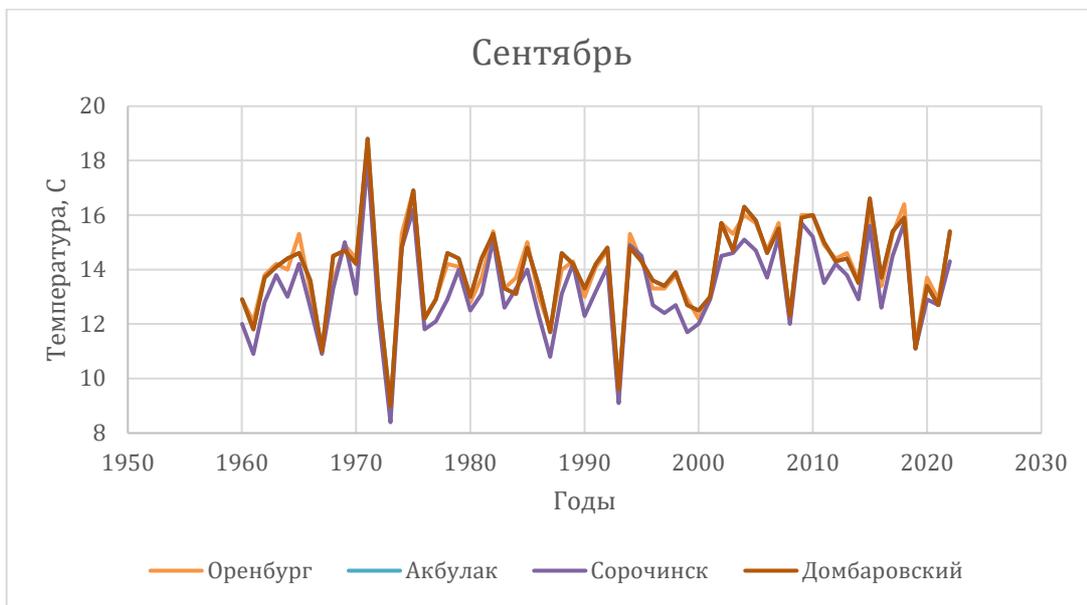


Рисунок 3.6 – Годовой ход температуры воздуха за сентябрь в исследуемых пунктах

Ниже представлен годовой ход температуры воздуха за январь в исследуемых пунктах (рис. 3.7)

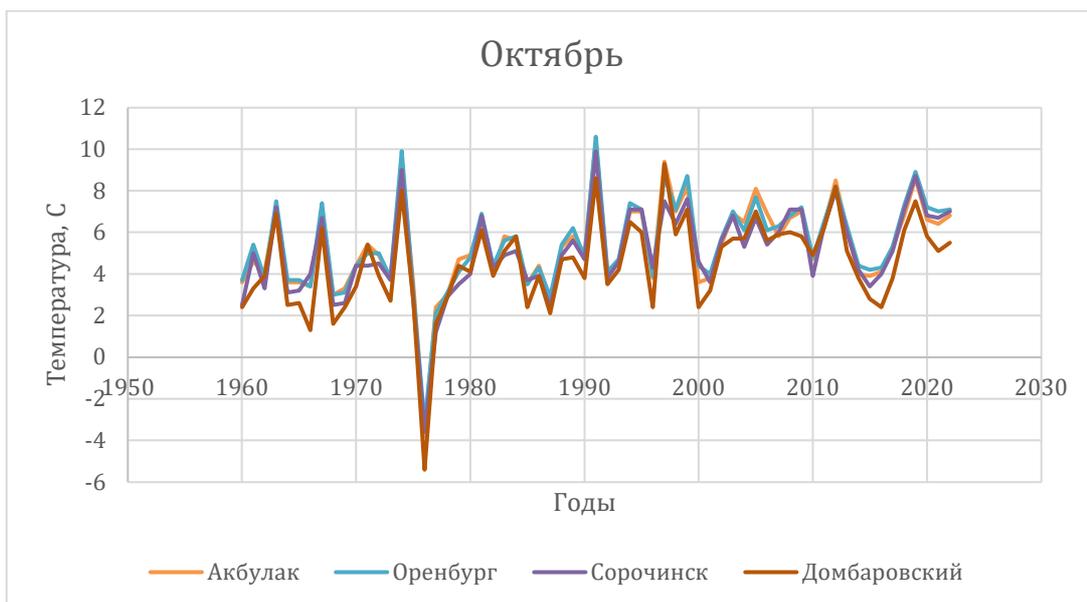


Рисунок 3.7– Годовой ход температуры воздуха за октябрь  
в исследуемых пунктах

При сравнении годового хода температуры воздуха за сентябрь и октябрь можно наблюдать, что тенденция практически не меняется, а меняются только сами значения температуры. В сентябре минимальная средняя температура воздуха наблюдалась в Сорочинске 1973 года и составила 8,4 °С, а максимальная средняя температура воздуха наблюдалась в Домбаровском 1971 года и составила 18,8 °С. В октябре отрицательные температуры наблюдались во всех пунктах наблюдений в 1976 и в Домбаровском средняя минимальная температура доходила до -5,4 °С. В Акбулаке, Оренбурге и Сорочинске тоже были близки к этому значению.

Если проанализировать годовые ходы температур воздуха за выбранные месяца в пунктах наблюдений можно сделать вывод о том, насколько сильно меняются значения среднемесячной температуры воздуха в январе. Температуры варьируются от -27,0 °С в 1969 году до 3,7 °С, которая наблюдалась в 2007 году.

### 3.4 Анализ статистических характеристик среднемесячных температур

В ходе работы были рассчитаны средние квадратические отклонения за каждый месяц по всему ряду наблюдений и была рассчитана дисперсия. Результаты можно посмотреть ниже (табл. 3.1, 3.2, 3.3, 3.4).

Таблица 3.1 – Статистические характеристики среднемесячных температур в Оренбурге

Оренбург												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Среднее	-12,7	-12,2	-5,2	7,2	15,7	20,3	22,3	20,5	14,0	5,4	-2,9	-9,6
СКО	3,92	3,69	3,42	2,88	2,13	2,14	1,97	2,18	1,67	2,17	2,68	3,57
Дисперсия	15,40	13,60	11,69	8,32	4,54	4,59	3,88	4,77	2,80	4,70	7,17	12,73

Таблица 3.2 – Статистические характеристики среднемесячных температур в Акбулаке

Акбулак												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Среднее	-12,7	-12,3	-5,3	7,3	15,7	20,6	22,7	20,8	14,0	5,3	-2,8	-9,5
СКО	3,91	3,81	3,60	2,88	2,10	2,15	1,90	2,12	1,65	2,16	2,74	3,42
Дисперсия	15,26	14,52	12,94	8,30	4,40	4,63	3,61	4,51	2,72	4,65	7,49	11,69

Таблица 3.3 – Статистические характеристики среднемесячных температур в Сорочинске

Сорочинск												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Среднее	-12,4	-11,9	-5,2	6,7	15,2	19,6	21,6	19,8	13,3	5,0	-2,8	-9,3
СКО	3,89	3,70	3,26	2,85	2,17	2,18	1,97	2,16	1,64	2,14	2,66	3,48
Дисперсия	15,14	13,71	10,63	8,15	4,73	4,77	3,89	4,66	2,68	4,59	7,09	12,13

Таблица 3.4 – Статистические характеристики среднемесячных температур в Домбаровском

Домбаровский												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Среднее	-14,9	-14,3	-7,3	6,0	14,8	20,1	21,9	20,0	13,4	4,5	-4,4	-11,5
СКО	3,99	3,50	3,67	3,03	2,08	1,95	1,73	2,03	1,62	2,27	2,96	3,36
Дисперсия	15,95	12,25	13,45	9,19	4,33	3,78	3,00	4,10	2,64	5,14	8,77	11,29

Необходимо обратить внимание насколько велика дисперсия практически во всех пунктах в январе, феврале, марте. Единственный более-менее спокойные месяцы – это летние.

Так как было выявлено, что происходит увеличение среднемесячной температуры воздуха, было решено проанализировать значимость этих изменений во всех выбранных пунктах наблюдений (табл. 3.5, 3.6, 3.7, 3.8).

Таблица 3.5 – Изменение среднемесячной температуры воздуха в Оренбурге

Период	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1961-1990	-13,7	-13,3	-6,0	6,7	15,4	19,8
1991-2020	-11,7	-11,2	-4,5	7,7	15,9	20,7
Дельта	2,0	2,2	1,4	1,0	0,6	0,9
Средняя ошибка изменений	2,8	2,5	2,1	1,5	0,8	0,8
Период	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1961-1990	22,0	19,8	13,7	4,4	-3,2	-9,5
1991-2020	22,6	21,2	14,2	6,4	-2,7	-9,6
Дельта	0,5	1,4	0,5	2,0	0,6	-0,1
Средняя ошибка изменений	0,7	0,9	0,5	0,9	1,3	2,3

Оренбург является островом тепла, но значения температур между станциями не сильно отличаются, хотя станции находятся достаточно далеко друг от друга. Был проделан анализ значимости отклонения. На рисунке 3.8 можно посмотреть результаты изменений температуры воздуха в Оренбурге. Можно сказать, что в таблице 3.5 показана средняя ошибка изменений на основе этих изменений был сделан анализ значимости изменений и на рисунке 3.8. можно увидеть, что значимыми изменениями являются только июнь, август и сентябрь несмотря на то, что сами изменения очень велики в январе и феврале.

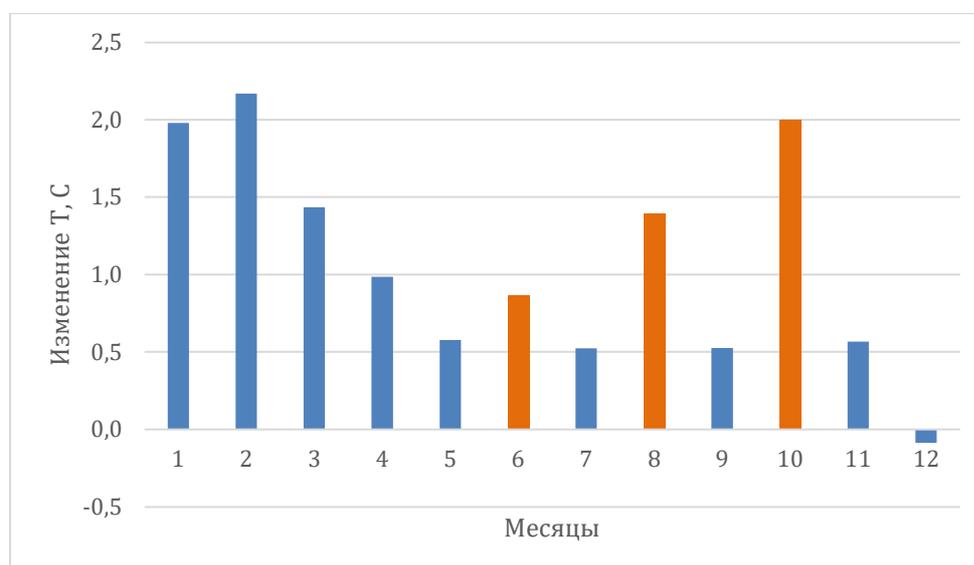


Рисунок 3.8 – Анализ значимости изменений температуры воздуха  
в г. Оренбурге

Таблица 3.6 – Изменение среднемесячной температуры воздуха в  
Акбулаке

Период	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1961-1990	-13,6	-13,4	-6,0	6,9	15,5	20,2
1991-2020	-11,9	-11,4	-4,4	7,6	15,8	20,9
Дельта	1,7	2,1	1,6	0,8	0,4	0,7
Средняя ошибка изменений	2,8	2,7	2,4	1,5	0,8	0,8
Период	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1961-1990	22,6	20,2	13,8	4,3	-3,0	-9,5
1991-2020	22,8	21,2	14,2	6,2	-2,8	-9,5
Дельта	0,3	1,0	0,5	1,9	0,2	0,0
Средняя ошибка изменений	0,7	0,8	0,5	0,8	1,4	2,1

Если говорить о пункте наблюдений Акбулак, то значимыми изменениями температур являются август, сентябрь и октябрь. Также для наглядного понимания ниже представлена гистограмма (рис.3.9)

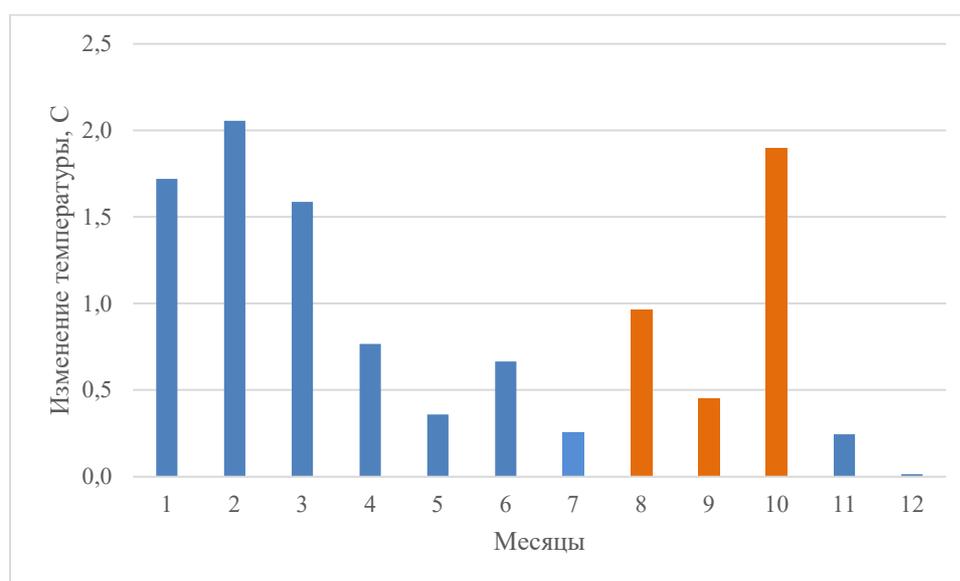


Рисунок 3.9 – Анализ значимости изменений температуры воздуха  
в г. Акбулаке

Таблица 3.7 – Изменение среднемесячной температуры воздуха в  
Сорочинске

Период	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1961-1990	-13,6	-13,0	-5,7	6,3	15,0	19,1
1991-2020	-11,4	-11,1	-4,4	7,0	15,4	20,0
Дельта	2,3	1,8	1,3	0,7	0,4	0,9
Средняя ошибка изменений	2,7	2,6	1,9	1,5	0,9	0,9
Период	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1961-1990	21,2	19,2	13,1	4,0	-3,0	-9,8
1991-2020	21,9	20,1	13,6	6,0	-2,6	-9,3
Дельта	0,6	0,9	0,5	2,0	0,4	0,5
Средняя ошибка изменений	0,7	0,9	0,5	0,8	1,3	2,3

В Сорочинске значимыми изменениями температур являются июнь, август, сентябрь и октябрь. Гистограмма представлена на рисунке 3.10

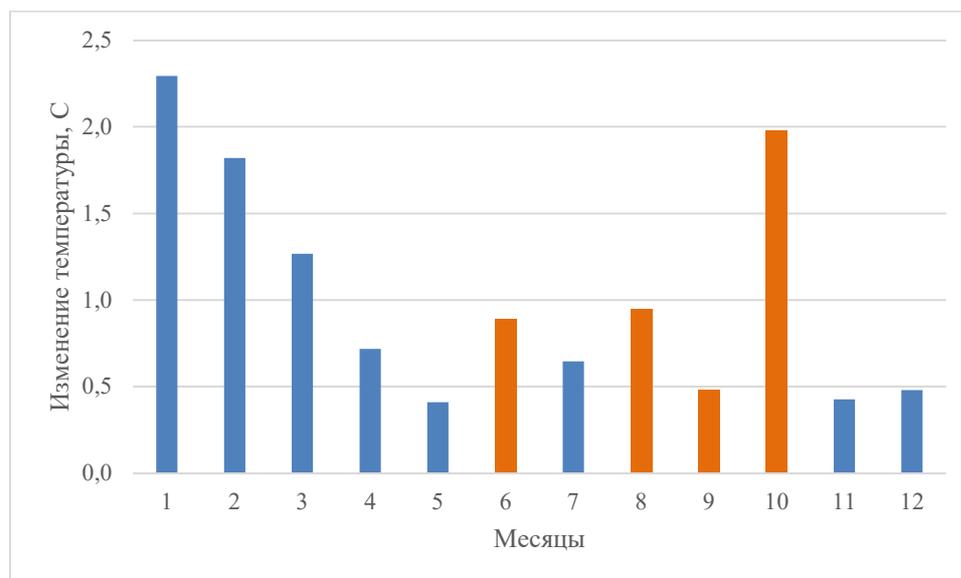


Рисунок 3.10 – Анализ значимости изменений температуры воздуха  
в г. Акбулаке

Таблица 3.8 – Изменение среднемесячной температуры воздуха в пункте Домбаровский

Период	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1961-1990	-15,8	-15,3	-8,1	5,5	14,6	19,7
1991-2020	-14,1	-13,5	-6,3	6,4	15,0	20,4
Дельта	1,7	1,8	1,8	0,9	0,4	0,7
Средняя ошибка изменений	2,9	2,2	2,5	1,7	0,8	0,7
Период	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1961-1990	21,8	19,3	13,1	3,6	-4,4	-11,2
1991-2020	22,0	20,5	13,6	5,4	-4,2	-11,4
Дельта	0,2	1,2	0,5	1,9	0,3	-0,1
Средняя ошибка изменений	0,5	0,7	0,5	0,9	1,5	3,8

В Домбаровском значимыми изменениями температур являются август, сентябрь и октябрь. Гистограмма представлена на рисунке 3.11

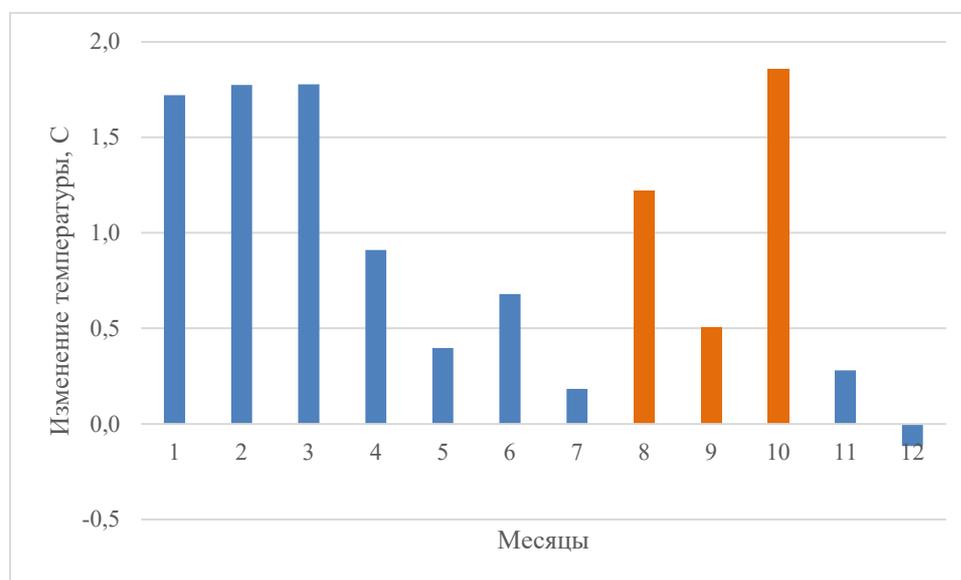


Рисунок 3.11 – Анализ значимости изменений температуры воздуха в пункте Домбаровский

### 3.5 Анализ формирования поздних заморозков после вегетационного периода

Одним из больших проблем в Оренбургской области являются заморозки. Тем более, что после перехода через 5 °С дневная температура очень быстро растет. Дневная температура при заморозках может быть 23,0 °С, а ночью может быть -3,0 °С. Поэтому необходимо рассмотреть заморозки. Был проанализирован повторяемость заморозков за весь период наблюдений.

Заморозки были рассмотрены по минимальной температуре в мае и июне (табл. 3.8).

Таблица 3.8 – Таблица повторяемости заморозков в Оренбургской области за весь период наблюдений

Пункт наблюдений	Количество заморозков
Оренбург	52
Сорочинск	76
Акбулак	60
Домбаровский	93

Для наглядности результатов ниже представлена диаграмма с повторяемостью заморозков (рис 3.12).

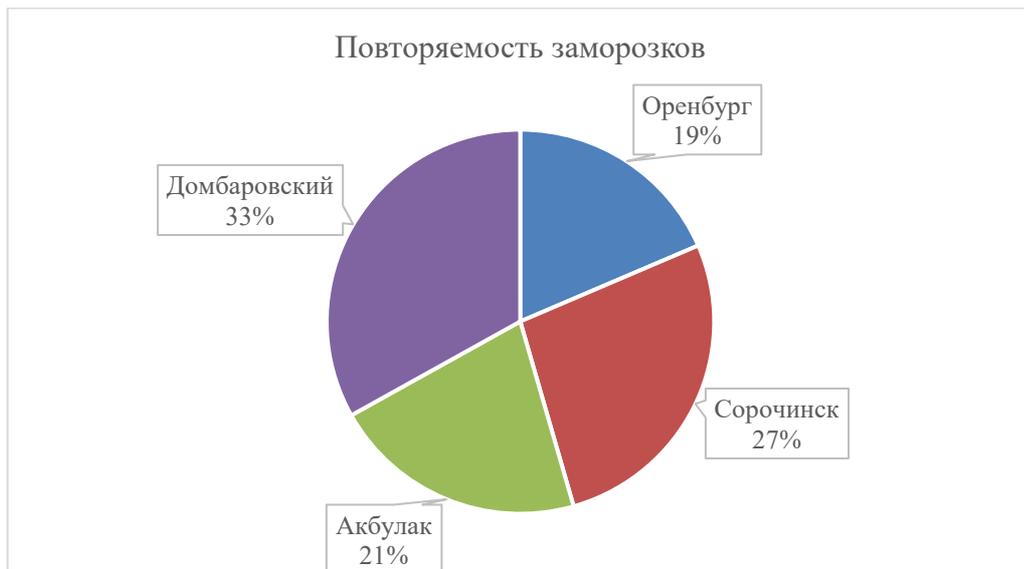


Рисунок 3.12 – Диаграмма повторяемости заморозков в Оренбургской области

Из рисунка 3.12 видно, что заморозков больше всего наблюдается в Домбаровском за весь период наблюдений. Это может быть связано с орографией местности. В Акбулаке и Сорочинске примерно одинаковое количество заморозков. В Оренбурге наблюдается меньше всего заморозков.

В данной бакалаврской работе мы не должны были рассматривать заморозки, скорее была поставлена задача статистически проанализировать данные температур в Оренбургской области. Но в этом году в мае случились достаточно сильные заморозки в северо-восточной части Оренбургской области. Поэтому ниже представлены синоптические ситуации наблюдавшихся заморозков (рис. 3.13, 3.14, 3.15, 3.16).

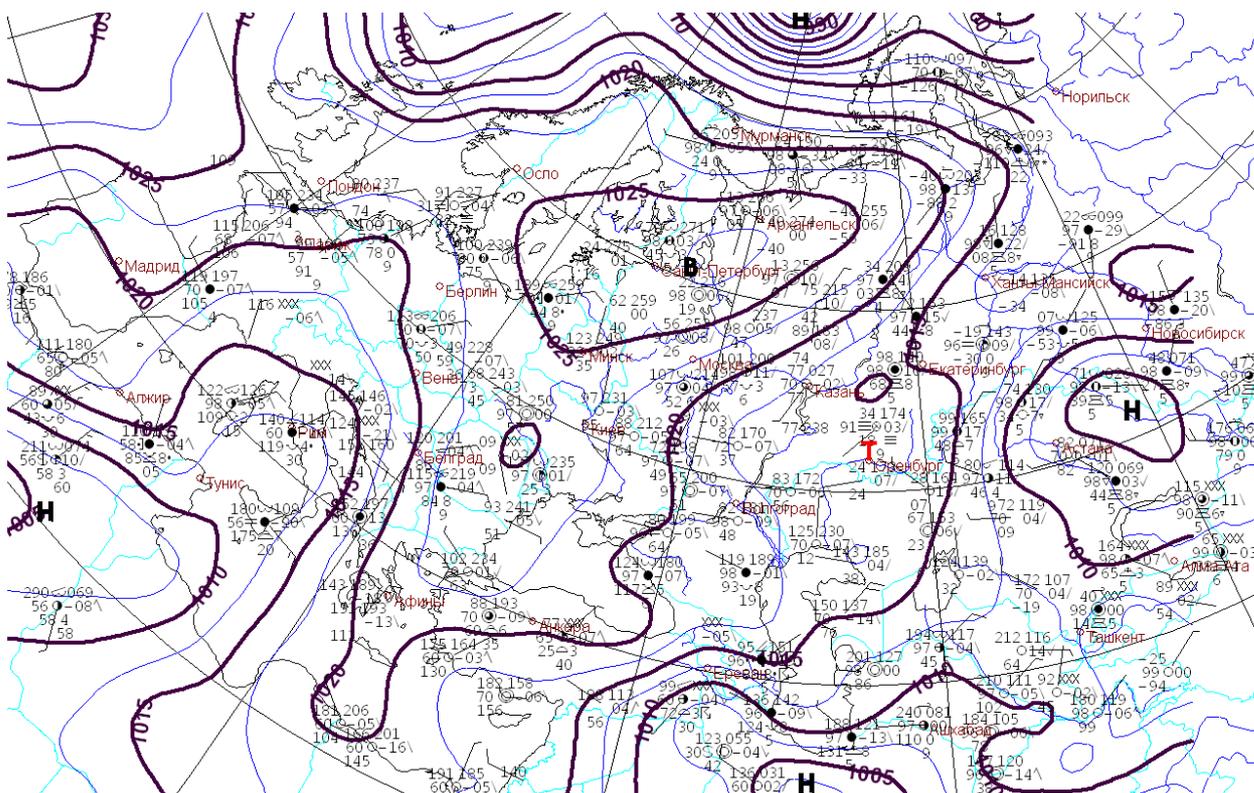


Рисунок 3.13 – Приземная карта 14.05.2023 за 00 UTC

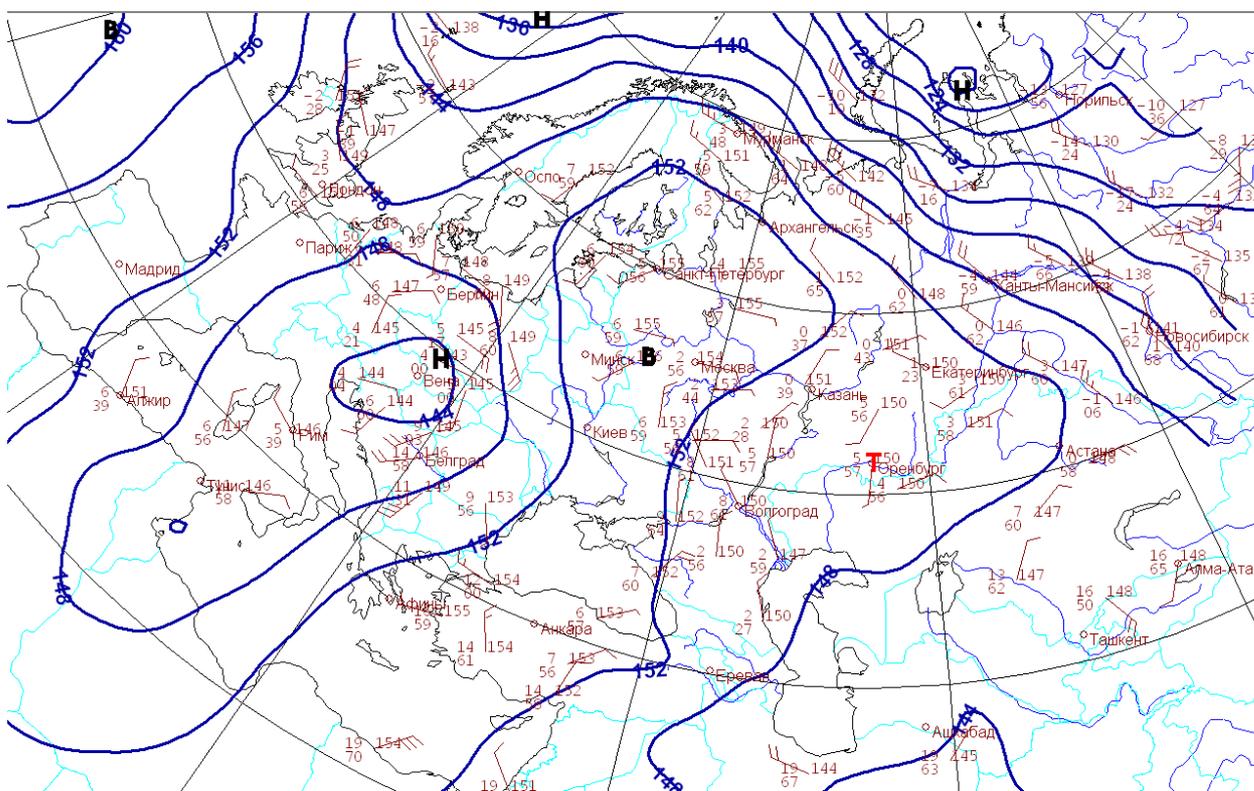


Рисунок 3.14 – Карта АТ-850 14.05.2023 за 00 UTC

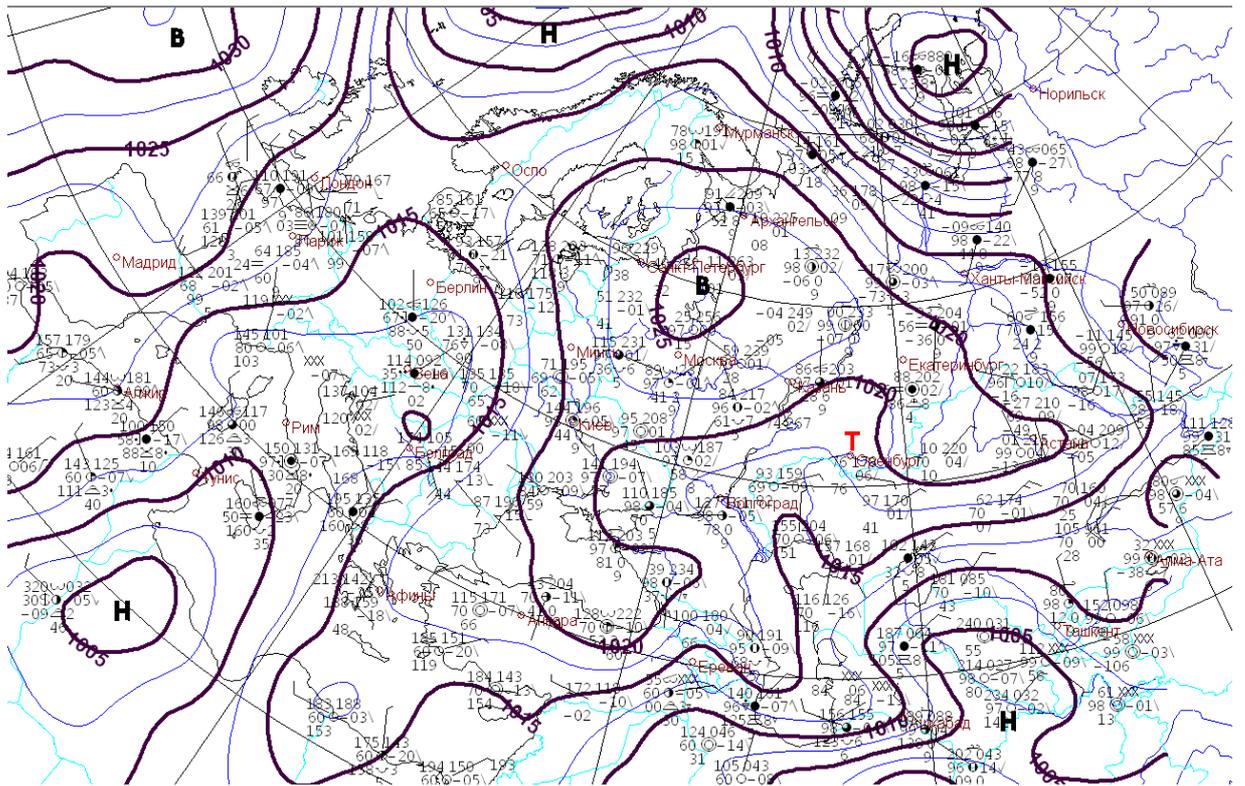


Рисунок 3.15 – Приземная карта 15.05.2023 за 00 UTC

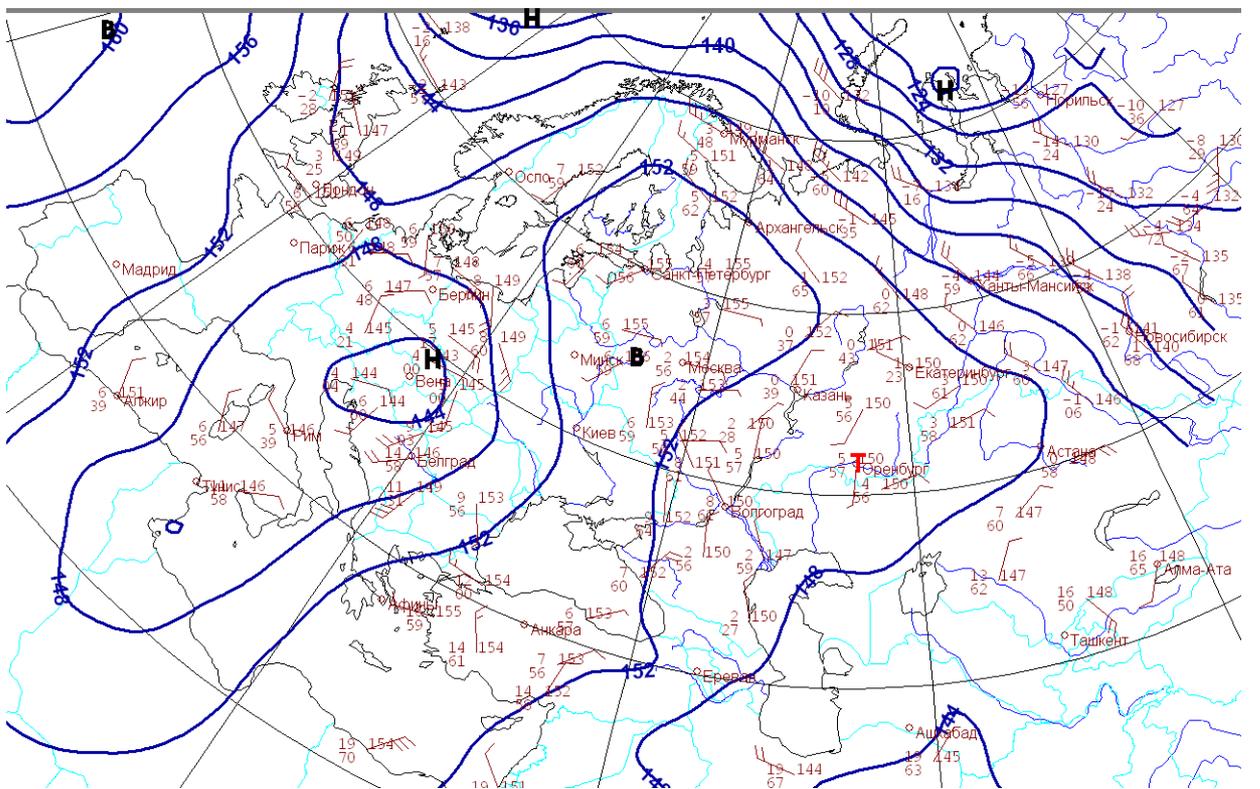


Рисунок 3.16 – Карта АТ-850 15.05.2023 за 00 UTC

Из рисунка 3.13 видно, что заморозки произошли из-за малоградиентного поля и видно распространение антициклона. На рисунке 3.15 видно, как гребень антициклона распространяется в сторону Екатеринбурга и захватывает северо-восточную часть Оренбургской области. В самом Оренбурге было на грани заморозков, там была температура близка к нулю и равна 1.6 °С. В прогнозах действительно давались заморозки по северо-востоку и северу Оренбургской области и действительно они были связаны с гребнем данного антициклона.

## Заключение

Климатические изменения температуры носят важный характер для жизнедеятельности человека. Климат оказывает влияние на различные оболочки Земли, на человека, его образ жизни и его хозяйственную деятельность. Наглядно рассмотрев погодные условия Оренбургской области, стоит отметить, что на территории умеренно-континентальный, что выражается в большой амплитуде колебаний температуры воздуха между зимой и летом, а также в малом количестве атмосферных осадков. В регионе часто встречаются засухи, что влечет за собой проблемы аграрного характера, влияние на изменение ландшафтов и жизнедеятельность человека. Перспективы дальнейшего исследования проблемы мы видим в более подробном и детальном изучении динамики изменения температуры.

## Список использованной литературы

1. Агрометеорологические бюллетени Оренбургского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
2. Журнал «Известия Оренбургского государственного аграрного университета»
3. «Климатические особенности и методы прогноза различных явлений погоды» Под редакцией д-ра физ.-мат. наук В. П. Садокова, канд. геогр. наук В. Ф. Козельцевой.
4. URL: <https://uraloved.ru/orenburgskaya-oblast> [электронный ресурс] (дата обращения 17.01.2023)
5. <https://wetter3.de/> [электронный ресурс] (дата обращения: 17.02.2023).
6. Климатические данные с «[pogoda.ru](http://pogoda.ru)» [Электронный ресурс] (дата обращения: 17.02.2023).
7. Лобанов В.А., Методические указания «Оценка современных региональных изменений климатических характеристик». – СПб.: Изд. РГГМУ, 2018. – 91 с.
8. Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е.. Практикум по климатологии. Часть I. Учебное пособие. - СПб.: РГГМУ, 2011. - 145 с.
9. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Росгидромет - Москва.: ГУ ВНИИГМИ- МЦД, 2008 - 1400с.
10. Дроздов О.А, Васильев В.А., Кобышева Н.В., Раевский А.Н., Смекалова Л.К., Школьный Е.П. Климатология.- Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568с.
11. Рубинштейн Е.С., Полозова Л.Г. Современное изменение климата.- Л.: Гидрометеиздат, 1966. -200 с.
12. Сайт по географии <http://geography-ege.ru/> [Электронный ресурс] (дата обращения: 18.04.2023).
13. Интернет – энциклопедия "Википедия". [Электронный ресурс] (дата обращения: 26.04.2023).