



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

Кафедра метеорологии, экологии и экономического обеспечения деятельности  
предприятий природопользования

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

На тему Влияние опасных и неблагоприятных явлений на урожай озимой пшеницы  
в Ставропольском крае

Исполнитель Панышин Мирослав Евгеньевич

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

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 17 » июня 2020г.

Туапсе  
2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Географическое положение и рельеф местности территории Ставропольского края .....	5
1.1 Географическое положение и рельеф местности на исследуемой территории .....	5
1.2 Почвенно-климатическая характеристика региона.....	8
2 Метеорологические особенности исследуемого региона.....	14
2.1 Радиационный баланс и температурный режим.....	14
2.2 Режим атмосферных осадков.....	23
3 Опасные и неблагоприятные явления их влияние на агрокультуры .....	29
3.1 Атмосферные процессы и неблагоприятные явления, влияющие на урожайность озимых культур в Ставропольском крае .....	29
3.2 Засуха в Ставропольском крае за последние пятьдесят лет .....	39
Заключение .....	47
Список использованной литературы.....	51

## Введение

Быстрая изменчивость климатических условий на всей планете влечет за собой последствия, проявляющиеся в росте повторяемости опасных гидрометеорологических явлений таких как ураганы, засуха, град, паводки, шквал, ливни и т.п., и в учащении неблагоприятных изменений погоды, приводящие к социально-экономическому ущербу, на прямую влияют на производительность и эффективность деятельности таких жизненно важных отраслей экономики, как сельское хозяйство, энергетика, водо-отчистка и водопотребление, жилищно-коммунальное и транспортная сфера.

Результаты анализа за последние десятилетия и предполагаемых изменений климата показали, что происходит возрастание variability характеристик климата, что в свою очередь, повышает вероятность возникновения экстремальных, в том числе опасных, гидрометеорологических явлений. По оценкам Всемирной метеорологической организации, Всемирного банка реконструкции и развития, и ряда других организаций, в настоящее время возрастает ущерб от опасных метеорологических явлений. Ежегодный ущерб от метеорологических явлений в России составляет 30-60 млрд. руб. Прирост количества опасных явлений составляет около 6,3% в год. Данная тенденция в ближайшие годы будет сохраняться

Одним из наиболее уязвимых регионов к возникновению ОЯ является Северо-Кавказский экономический район. В силу многих причин этот район, является и зоной повышенной сложности прогнозирования. В Ставропольском крае ежегодно отмечается от 20 до 28 опасных явлений погоды. Половина из этих явлений относится к чрезвычайным ситуациям. Более 70% ОЯ, нанесших значительный и экономический ущерб, приходится на период с апреля по октябрь

Актуальность исследований состоит в том, что с годами агроклиматические условия изменились настолько, что они начали сказываться самым пагубным образом на агрокультурах.

Объект исследования неблагоприятные и опасные явления на территории Ставропольского края.

Предмет исследований влияние опасных и неблагоприятных явлений на яровую пшеницу.

Цель исследований рассмотреть метеорологические особенности, влияющие на продуктивность агрокультуры на примере озимой пшеницы.

Основные задачи:

1. Изучить физико-географическое положение и особенности подстилающей поверхности Ставропольского края;
2. Рассмотреть общую климатическую характеристику исследуемой территории;
3. Провести анализ физических условий и статистику ряда метеорологических факторов исследуемой территории;
4. Исследовать материалы многолетнего режима интенсивности осадков и повышения температуры и засухи на территории Ставропольского края.

## 1 Географическое положение и рельеф местности территории Ставропольского края

### 1.1 Географическое положение и рельеф местности на исследуемой территории

Ставропольский край входит в состав экономического района Северного Кавказа - федерального округа Северного Кавказа. Площадь 66 160 кв. Край расположен на юге европейской части страны, в центральной части Предкавказья, на северных склонах Большого Кавказа. На юге граничит с Карачаево-Черкесской Республикой, Кабардино-Балкарией, Северной Осетией; на юго-востоке - с Ингушетией, на востоке - с Дагестаном, на северо-востоке - с Калмыкией, на севере - с Ростовской областью, на западе - с Краснодарским краем (рисунок 1.1). Протяженность с севера на юг составляет 285 км, с запада на восток - 370 км.



Рисунок 1.1 — Физическая карта Ставропольского края [17,с.26]

Ставропольский край раскинулся в центре Ставропольского нагорья,

Терско-Кумской низменности на востоке и Кумо-Манычской впадины на севере. У подножия Кавказа возвышается область минеральных вод с лаколитовыми горами, достигающими 1401 г. (Бештау), на южных скальных, основных (разделенных) и боковых пастбищах (самая высокая точка Кавказа - Эльбрус - 5642 м), а также Сычевские горы. На севере и северо-востоке равнины сменяются предгорьями и горными районами на юге и юго-западе.

Прикаспийская низменность - это устойчивая и малоподвижная часть края ее площадь превышает 10 км, где расположены низменные и возвышенные равнины. Северная часть края расположена на молодой эпигерцинской Скифской платформе, что отразилось на тектоническом режиме и геологических отложениях. Южная центральная часть края – Кавказские Минеральные Воды – в силу особенностей геологических процессов обладает уникальным вулканическим ландшафтом и гидроминеральными ресурсами, что создает благоприятные условия для развития курортно-туристического хозяйства национального масштаба [27, с.34].

Край богат такими ископаемыми как нефть, полиметалл с содержанием урана и ресурсы для производства. Сенгилевское месторождение газа довольно известно, так же, как и Северо-Ставропольско-Пелагиадинское, где запасов 228 млрд.м<sup>3</sup>. Расшеватское и Мирненское эти месторождения богаты газовым конденсатом, а нефтяное - Прасковейское.

В пределах восточной зоны края геологические отложения в основном представлены мощными четвертичными отложениями. Лишь на западе и севере Ставропольской возвышенности на поверхность выходят отложения неогеновой системы – плиоцен, а также верхний и нижний миоцен.

Запасы строительного сырья на конец 1990-х: глины для производства кирпича и черепицы – 90 млн. м, керамзита – 12 млн. м<sup>3</sup>, силикатных изделий – 125 млн. м<sup>3</sup>, песчано-гравийных материалов – 290 млн. м<sup>3</sup>, строительного камня – 170 млн. м<sup>3</sup>, стекла – 4,6 млн. т. [28, с.28]

Высок потенциал геотермальных вод края, разведано четыре крупных месторождения: Казьминское, Георгиевское, Терско-Галюгаевское и Нижне-

Зеленчукское с общим дебитом в 12 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Минеральные лечебные воды являются особыми богатствами края. Здесь на территории карая расположен крупнейший курортный регион «Кавказские Минеральные Воды» –Российской Федерации, не имеющий аналогов во всей Евразии который по богатству, разнообразию, количеству и ценности минеральных вод и лечебной грязи. Лечебные свойства здешних минеральных источников известна уже довольно давно. Отголосок такой легенды также включен в название одной из самых популярных местных минеральных вод - нарзана. Слово может быть переведено на русский язык как «героический напиток», «герой воды». Нарзан считался источником силы для племени нартов, которые, как сообщается, жили на Северном Кавказе.

Такие факторы, как структура поверхности и различные климатические факторы, создали очень заметные контрасты в географии водных ресурсов региона. Реки берут свое начало в ледниках и снежных полях Большого Кавказа и Каспийского моря, а Азов несет свои воды. Поэтому основное богатство водных ресурсов находится в горных и горных районах. Здесь реки полны воды и быстрые. В леднике Эльбрус формируется река Кубань, которая является основным источником воды на Ставрополье. Крупнейшим притоком реки Кубань в регионе является река Большой Зеленчук, с наибольшим расширением на территории Ставрополя.

По руслу реки протекает до 7 км<sup>3</sup> воды, но большая ее часть приходится на реку Кубань-6 км<sup>3</sup>. Около 60% территории области питается водами реки Кубань, с которой начинаются Большой Ставропольский, Невинномысский каналы, Егорлыкская система каналов и др.

Не богата водными источниками восточная часть края, там же и река Кума, которая питает эту зону. Эта река подпитывается от канала Кумо-Маныч, и от него же было образовано Чограйское водохранилище. Это водохранилище играет огромную роль в экономике этой восточной зоны. Чтобы сделать реку полноводной построили Терско-Кумскую цепь. Большое внимание уделяется строительству каналов для орошения мелководных рек в степях, например, как

река Егорлык или Калаус, что дает развитие в орошаемом земледелии [29, с.116].

Озер насчитывается немного, да и не отличаются они большими размерами, их скопление сосредоточено в Манычской впадине. Из них можно выделить озеро Маныч, Дадыгское, Давсунь и другие, а на территории Ставропольской возвышенности можно выделить Калиновское и Соленое.

Под Пятигорском находится соленое озеро под названием Тамбуканское. Его площадь составляет 1,87 км<sup>2</sup>, а его глубина достигает до 3,1 м. На дне озера есть широкий пласт грязи, использующийся для оздоровления в здравницах Кавказских минводах.

Для Ставропольской возвышенности характерно большое количество источников, а в Ставрополь славится своими Артезианскими бассейнами, например, Курсаевский и Невинномысский. А в основном источники и ключи расположены в предгорных районах. Но в тоже время нет рационального использования водных ресурсов, что приводит к проблемам с водоснабжением края [17, с.62].

## 1.2 Почвенно-климатическая характеристика региона

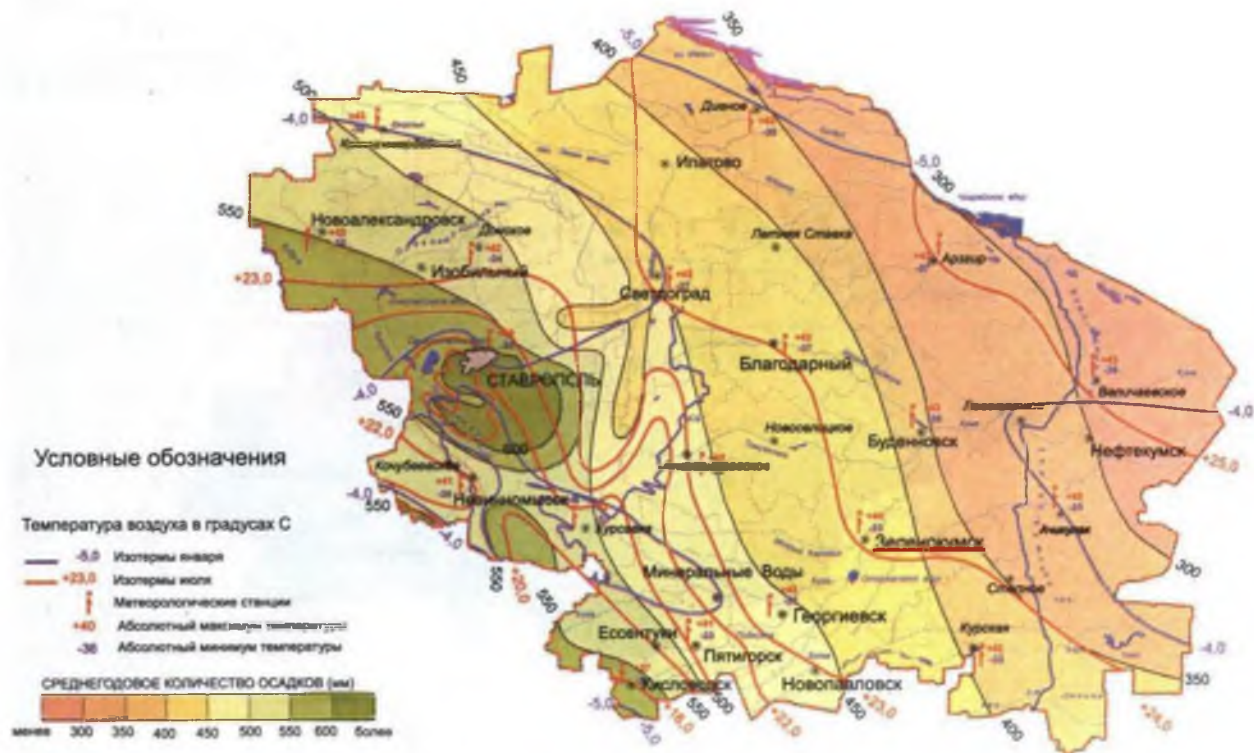
Ставропольский край простирается на юге умеренно-континентального климата. По территории Ставрополя проходит граница между Европой и Азией. Из этого следует, что климат можно характеризовать как европейский-морской и с континентальностью, как азиатский. Приходящим с Закавказья теплым воздушным массам дает преграду высокие горы Кавказа. А ледяные воздушные массы, приходящие, с севера сдерживают горы, и они медленно распространяются по степям подобно ледяным воздушным рекам.

Свойственно для Ставрополя жаркое лето и умеренно холодная зима, что обусловлено типом климата, а он в крае умеренно-континентальный.

Неоднородность климата по краю связана с подстилающей поверхностью. Например, климат горных и предгорных районов существенно



отличается от жаркого, засушливого в летний период и холодного зимой климата в степной зоне. Климатическая карта Ставропольского края представлена на рисунке 1.2.



Самая высокая температура +44 градуса зафиксирована в Зеленокумске.

Рисунок 1.2 - Климатическая карта Ставропольского края [22, с. 60]

В летнее время года в восточной зоне края характеризуется крайней сухостью, это обусловлено влиянием сухого северо-восточного ветра. Этот ветер образуется при приходе над юго-западной Европейской части страны отрога североазиатского циклона. И поэтому летом погода всегда сухая и жаркая.

Характерными особенностями циркуляции атмосферы зимой являются: наличие над юго-западом Европейской территории РФ отрога Азиатского антициклона, прохождение средиземноморских и иранских циклонов, летом же продвижение субтропических областей повышенного давления и вынос тропического воздуха из Малой Азии. Весной преобладают восточные и северо-восточные ветры, а летом и осенью – западные и северо-западные, приносящие

осадки.

Теплым период года считается, когда температура воздуха поднимается выше 10°C и на большей части Ставрополья он приблизительно 7 месяцев. Годовое количество осадков понижается с юга на север, а так же с запада на восток. Осадков 300– 650 мм в год. Последние заморозки иногда можно наблюдать и в первую декаду мая, но все же весна теплая и продолжительная. Вегетационный период 207-220 дней.

Важнейшими климатообразующими факторами являются: радиационный режим, обуславливающий различный нагрев подстилающей поверхности, циркуляция атмосферы и физико-географическое положение территории. Годовая амплитуда экстремальных температур воздуха на востоке достигает 80 градусов, а в центральной части контраст несколько смягчается.

Действующих станций, проводящих метеорологические наблюдения на территории края 13. На них регистрируют ежедневно наблюдения за погодными условиями.

Средняя температура января опускается до -5°C, а в горных районах опускается до -10°C. Средняя температура июля колеблется от +22 °C до +25 °C, а в горных районах до +14°C.

На лето приходится максимальное количество осадков. Летние осадки почти в 2 раза превышают количество зимних. К примеру, на востоке Ставрополья выпало 516 мм осадков летом 2010 года.

На ставропольской возвышенности, которая охватывает большую часть Ставрополья можно выделить климатические границы между западным, восточным и центральным районам. Предгорный климат относится к центральной части, где находится гора Стрижамент. На юге более мягкий климат. Более сильные ветры наблюдаются на западных склонах ставропольской возвышенности и осадков тоже больше. В Кисловодске климат можно характеризовать как горный.

На большей территории края зима умеренно и малоснежная, с частыми оттепелями. Снежный покров может быть устойчив только в горах, там где

высота самого покрова достигает полуметра. Осадки увеличиваются, а температура резко снижается.

Из-за высоких температур летом и низкими зимой, в восточной части климат Ставропольского края отличается большой континентальностью, которая уменьшается к западу. Годовая амплитуда температуры воздуха на востоке достигает  $80^{\circ}$ , а на западе  $75^{\circ}$ , и на юге и востоке –  $55^{\circ}$ .

Частенько проходят тропические ветры. Как правило это горячий, сухой, и в основном запыленный воздух. Погода при таком воздухе суховейная. С летними грозами в край приходят морские тропические воздушные массы. Изредка они приходят к даже зимой, вызывая резкие потепления. Бывает, что в январе сверкают молнии, гремит гром.

Частые неблагоприятные явления, такие как засуха и суховеи можно считать особенностью климата в основном для восточных районов. Изменение метеорологических величин резко меняются с запада на восток и на юго-запад в горах. Переход от сезона к сезону выражается в изменении комплекса всех метеорологических элементов.

Сильные атмосферные фронты и циклоны часто пересекают страну. В этот момент погода меняется в течение нескольких часов. Вот как классические автомобили из Ставрополя описывают эти явления: «В один и тот же день часто происходят несколько изменений: после 10 или более градусов тепла внезапно возникают снежные бури и холода, температура падает до точки замерзания, иногда бывают снежные бури, снег и мороз в апреле а в январе до 10 и более градусов С. Количество снега настолько велико, что приходится выходить из домов и дворов, особенно на окраинах города, над воротами, иногда в зимние месяцы, например, в 1864 году, он выпадает очень сильно меньше снега Зимой часто приходят арктические ветры Баренцева моря. Они приносят облачную погоду, туман и снежные бури.

Лето в крае довольно долгое, оно может длиться до 110 дней, а зима от 80 до 105 дней. Такая зима не считается холодной для Ставрополья. В зимний период температура воздуха может опускаться до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Когда стихают холода,

то наступает период длительной оттепели.

Времена года были учтены в основном в тепловых условиях. Для начала осени была принята дата перехода среднесуточной температуры воздуха на  $15^{\circ}\text{C}$ . Для начала зимы - переход среднесуточных температур к отрицательным температурам и установление снежного покрова. Начало весны соответствует переходу среднесуточных температур от  $0^{\circ}$  до положительных значений.

Начало лета совпадает с датой перехода среднесуточной температуры воздуха на  $15^{\circ}$ . Осень наступает сначала в горах (на высоте 1500 м) в середине августа, затем в предгорьях - в начале второй декады сентября, на Ставропольском плато - в середине сентября и в восточных районах региона - в начале третьей декады сентября. Ранней осенью бывает жаркая, сухая погода. Дождь уменьшается, но продолжительность увеличивается. Влажность увеличивается. Из-за более низких ночных температур количество радиационной дымки увеличивается.

В горах к середине сентября среднесуточная температура воздуха проходит через  $10^{\circ}\text{C}$ , в предгорьях и восточных районах региона - в середине октября, на Ставропольской возвышенности - в конце первого или начале второй декады октября. Примерно в то же время наступили первые заморозки. В высокогорьях они появляются в среднем в конце первой декады сентября, в горах - в начале третьей декады сентября, в предгорьях - во второй, начале третьей декады октября и в остальных территории - в половине октября. В конце сентября среднесуточная температура воздуха в горной местности превышает  $5^{\circ}\text{C}$  (2500 м), в конце октября - в горах (1500 м), а в первые дни ноября - на остальной территории [27, с.106].

Для ноября месяца характерен постепенный переход температуры от  $0^{\circ}\text{C}$  к отрицательным значениям в высокогорье.

Холода в зимний период приходятся на первую декаду ноября в высокогорных районах, к середине ноября в горных, а в конце на востоке края и в предгорье. На остальной территории холода наступают в первую декаду декабря.

В 2009 году сельскохозяйственные угодья на Ставрополье занимали площадь 5 659 500 га (в 2008 году - 5 659 000 га). Среди них пахотные земли составляют 3929,7 тыс. Га, многолетние насаждения 27,1 тыс. Га, залежи 14,5 тыс. Га, сенокосы 102,7 тыс. Га и пастбища 1585,5 тыс. Га (в 2008 году пахотные земли составляли 3929,6 тыс. га, многолетние насаждения - 27,2 тыс. га, поля - 14,6 тыс. га, сенокосы - 102,6 тыс. га и пастбища 1585,0 тыс. га).

Из-за разнообразия природных условий почвенный покров Ставропольского края характеризуется неоднородностью, разнообразием и сложностью. В результате преобладания степных процессов формирования в регионе сформировались черноземные и каштановые почвы, которые условно занимают около 40% (западная часть) и 60% (восточная часть) территории соответственно.

На фоне зональных почв повсеместно распространены внутритональные почвы - рассолы (соло, солончаки), луга, аллювиальные почвы и торфяники. Их доля в структуре почвенного покрова области составляет около 12%. В результате интенсивного антропогенного воздействия на востоке области на фоне легких каштановых почв образовались открытые пески. Плохо развитая и деградированная (размытая) почва, образованная на склонах [29, с.49].

## 2 Метеорологические особенности исследуемого региона

### 2.1 Радиационный баланс и температурный режим

Важную роль в формировании климата занимает солнечная радиация. Спектр приходящей солнечной радиации составляет от 0,29 до 4,0 мкм, что обуславливает ее универсальные возможности в формировании теплового баланса, который играет не малую роль в обеспечении жизнедеятельности растительного и животного мира, но так же использование солнечной энергии является важной и в хозяйственной деятельности населения.

Благодаря удачному географическому расположению край относится к территории с достаточно высоким радиационным показателем. Годовое количество суммарной радиации по краю превышает 100 ккал/см<sup>2</sup>, в Пятигорске - 107.6, в Ставрополе — 112.5, в Дивном — 113.2 ккал/см<sup>2</sup>.

Неоднородный рельеф влияет на распределение суммарной радиации поэтому нет закономерности в широтном распределении суммарной радиации. Зато имеет четко выраженный сезонный ход.

В Ставрополе среднемесячный показатель зимой составляет 3,9 ккал / см<sup>2</sup>, весной - 11,2, летом - 15,0, осенью - 7,4 ккал / см<sup>2</sup>. Суммарные значения: зимой - 11,6, весной - 33,5, летом - 45,1, осенью - 22,3 ккал / см<sup>2</sup>.

Для Ставрополья радиационная обстановка на протяжении последних лет определяется как стабильная. Согласно мониторингу радиационной гигиены мощность дозы облучения внешним излучением находилась в открытом диапазоне от 0,10 до 0,26 мк<sup>3</sup>в/час, что характерно для фоновых значений для региона региона.

В то же время возникают следующие радиационно-экологические проблемы. В регионе СМС и в районах нефтедобычи (Левокумский, Новоселицкий, Нефтекумский районы) отмечены отдельные локальные участки с техногенным загрязнением. Проблема радиационной и экологической безопасности для жителей города Лермонтова остается. По данным управления

Росприроднадзора по территории Ставрополя, на территории бывшего уранового комплекса Минатома России бывшего НПО Алмаз, в том числе для сброса остатков, расположенного в центре эколого-туристического региона, особо охраняемого от Российской Федерация - Кавказские минеральные воды, на площади 140 га было собрано 16 847 тыс. тонн отходов, содержащих уран, из которых 14 046 тыс. тонн содержат радионуклиды и токсичные отходы [24, с. 328].

Радиационная обстановка в Ипатовском районе стабильная. В зоне влияния подземного ядерного взрыва не было зон техногенного радиоактивного загрязнения. Средние индивидуальные дозы облучения, получаемые населением региона за счет влияния всех источников, колеблются от 2,2 до 7,3 м<sup>3</sup>/год. Динамика радиационных осадков приведена в (таблица 2.1).

Таблица 2.1 - Динамика радиационных исследований среды обитания[23, с.412]

Показатели	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Исследования проб продовольственного сырья и пищевых продуктов	2820	3622	1896	1827	1851	1921
Исследования почвы на содержание радионуклидов	1791	4118	1802	1754	549	1456
Исследования проб воды	57	482	258	343	560	697
Исследования стройматериалов	67	74	68	259	260	189

Количество солнечных часов используется как один из важнейших показателей световых ресурсов территории. Этот показатель обязательно учитывается во многих отраслях хозяйственной деятельности: энергетике, строительстве, транспорте, курортном деле, сельском хозяйстве. В агрометеорологии он очень важен для оценки условий вегетационного периода, определяющих качество продукции многих культур. По потребности в освещенности для нормальной фотосинтетической деятельности растения подразделяются на растения долгого дня и растения короткого дня. Для первых нормальная суточная продолжительность освещения составляет 15-18 часов, для вторых — 12-14 часов. Вопрос о возможности районирования той или иной

сельскохозяйственной культуры решается с учетом числа часов солнечного сияния в данной местности. Этот критерий также можно использовать для характеристики осенних условий, формирующих зимостойкость растений.

Продолжительность солнечного сияния на любой территории зависит от широты местности, физико-географических условий и связанных с ними особенностей атмосферной циркуляции. Общей закономерностью пространственного распределения продолжительности солнечного сияния является его возрастание с уменьшением широты местности, особенно хорошо заметное в холодный период года. В силу астрономических причин общей закономерностью является также увеличение продолжительности солнечного сияния от зимы к лету. Однако особенности атмосферной циркуляции, обуславливающие определенное пространственно-временное распределение облачности, нередко вносят существенные коррективы в эти закономерности, а в ряде случаев условия рельефа и связанные с ним местные особенности климата значительно перекрывают влияние астрономических факторов [23, с.412].

Неблагоприятные погодные явления, такие как частые и постоянные туманы и пыльные бури, также могут повлиять на продолжительность солнечного света и значительно сократить его. Ярким примером такого нарушения генеральных закономерностей может служить малая продолжительность солнечного сияния, в расположенном на юге края г. Железноводске — 1740 часов в год, в то время как на самом севере края, в Красногвардейском, она составляет 2029 часов.

Столь низкая, несоответствующая широте местности продолжительность солнечного сияния в Железноводске связана главным образом с повышенной облачностью и частыми туманами, обусловленными, в свою очередь, орографическими особенностями местности.

Средняя годовая продолжительность солнечного сияния по краю составляет 2140 часов, из них 1640 приходится на теплый период года, а остальные (чуть



более 20 %) — на холодный период (табл. 2.2).

Таблица 2.2- Годовая продолжительность солнечного сияния на холодный период(2002-2008 гг.) [16, с.81]

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IV- X	XI- III	Год
Нефтекумск	60	86	111	215	281	300	337	300	214	156	73	48	1803	378	2181
Кисловодск	136	145	161	173	202	221	266	220	190	166	164	115	1438	721	2159
Дивное	67	95	106	184	242	267	313	264	199	137	84	52	1606	404	2010
Ставрополь	74	115	118	189	257	287	338	278	216	151	109	74	1716	490	2206

Годовая продолжительность солнечного сияния в среднем по краю составляет 46 % от возможного. В зимний период она значительно меньше: в среднем 32 % от возможного, возрастая с северо-востока на юго-запад) мере увеличения высоты местности (в Нефтекумск — 24, в Дивное — 27, в Ставрополе — 32, в Кисловодске — 47 %). В теплый период имеет место обратная картина: наибольший процент от возможного числа часов солнечного сияния отмечается в Буденновске, наименьший - в Кисловодске (табл. 2.3).

Таблица 2.3 - Средняя месячная и годовая продолжительность солнечного сияния в процентах от возможного(2002-20008 гг.) [16, с.81]

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IV- X	XI- III	Год
Нефтекумск	21	29	30	45	61	64	72	69	57	46	25	17	59	24	45
Кисловодск	47	49	44	43	44	48	57	51	50	49	57	42	49	47	48
Дивное	24	33	29	45	52	57	66	61	53	40	29	19	53	27	42
Ставрополь	26	39	32	47	56	61	71	64	57	45	38	27	57	32	47

В среднем по краю продолжительность солнечного сияния в теплый период составляет 56 % от возможного.

Число часов солнечного сияния на всей территории края имеет выраженный годовой ход, график которого представляет собой од-  
новершинную кривую. Крутизна годового хода продолжительности солнечного

сияния зависит от высоты местности: с увеличением альтитуды станции годовой ход сглаживается. Так в Буденновске (134 м) годовой максимум превышает годовой минимум в 7.0 раз, в Светлограде (142 м) — в 6.0, в Ставрополе (451 м) — в 4.6, в Кисловодске (943 м) — в 2.3 раза. В таблице 2.4 показан годовой ход продолжительности солнечного сияния за день с солнцем в Кисловодске и Нефтекумске.

Таблица 2.4 - Годовой ход продолжительности солнечного сияния днем(2002-20008 гг.) [16, с.81]

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IV-X	XI-II	Год
Нефтекумск	4,1	4,9	5,5	8,1	9,2	10,3	10,9	9,8	7,8	6,1	4,5	4,0	8,9	4,6	7,1
Кисловодск	5,4	5,8	6,3	6,5	7,0	7,9	9,1	7,4	7,3	6,0	6,0	4,7	7,3	5,6	6,6
Дивное	3,7	5,0	4,5	7,0	8,0	9,3	10,1	8,6	7,2	5,4	4,4	3,4	7,9	4,2	6,4
Ставрополь	4,4	5,4	5,5	7,3	8,7	10,0	11,0	9,2	8,0	6,2	4,9	3,8	8,6	4,8	7,0

Продолжительность солнечного сияния в день с солнцем составляет в среднем за год 6.8 часа, в теплый период — 8.2 часа, в холодный период — 4.8 часа. Максимальная продолжительность характерна для июля — 10.3 часа, минимальная для декабря — 4 часа. Наибольшая средняя месячная продолжительность солнечного сияния в день с солнцем отмечена в Ставрополе в июле 1999 г. — 12.5 часа. Наименьшая суточная продолжительность солнечного сияния — 2.9 часа — отмечена в декабре 1998 г. в Ставрополе и в декабре 2000 г. в Светлограде.

Число дней без солнца в среднем по территории края относительно невелико (таблица 2.5).

Таблица 2.5- Среднемесячное и среднегодовое число дней без солнца(2002-20008 гг.) [16, с.81]

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IV-X	XI-II	Год
Нефтекумск	17	11	11	4	-	1	-	-	3	5	13	19	13	71	84
Кисловодск	6	4	6	3	2	2	1	1	4	3	3	6	16	25	41
Дивное	13	9	8	4	1	1	0	-	2	6	11	15	14	56	70
Ставрополь	14	7	10	4	2	1	-	1	3	7	8	12	18	51	69

Среднее годовое число дней без солнца составляет по станциям края 66 дней. Однако, если Нефтекумск, Дивное и Ставрополь имеют сопоставимые значения этой климатической характеристики, то Кисловодск явно стоит особняком, ибо годовое число дней без солнца здесь практически вдвое ниже, чем в любом из этих трех пунктов. В теплый период число дней без солнца примерно одинаково, но в холодный период дней без солнца в Кисловодске оно значительно меньше, чем в Дивном и Ставрополе, и почти в три раза меньше, чем в Нефтекумске. В Нефтекумске в 1998 и 1999 годах было зафиксировано наименьшее количество дней без солнца в теплый период [16, с.81].

Температурный режим. Площадь земель под сельскохозяйственным хозяйством составляет 5,8 млн га, из них 4 млн га пашня и 1,8 млн га сенокосы и пастбища. Край производит 8 – 10 % российского объема зерна [13, с.36].

В настоящее время происходит глобальное потепление климата, в разных регионах имеет свои особенности. В частности оно проявляется в Северном полушарии между 40 – 70° с. ш. над областями. Характерными последствиями глобального потепления являются изменения в условиях возделывания агроклиматических культур. Средняя годовая температура по данным метеостанций составляет 9,5°С (таблица 2.6).

Таблица 2.6 - Среднемесячная и среднегодовая температура воздуха (°С). Ставропольского края по данным станций (2000-2015 г.г.) [6, с.386]

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Нефтекумск	-3.1	-2.2	3.0	10.8	17.0	21.5	24.5	23.3	18.0	11.0	4.6	-0.1	10.7
Ставрополь	-3.4	-2.8	1.7	9.7	14.9	19.0	21.8	20.9	15.9	9.3	3.5	-0.6	9.2
Кисловодск	-2.8	-2.3	1.5	8.2	12.6	15.9	18.4	17.8	13.6	8.2	3.3	-0.6	7.8
Дивное	-3.1	-2.1	3.1	11.4	16.8	21.1	23.7	22.7	17.2	10.3	4.3	-0.1	10.5

Как видно из таблицы 2.6 наибольшие значения средне годовой

температуры северо-западе и юго-востоке края:  $10,7^{\circ}\text{C}$  в Нефтекумск,  $10,5^{\circ}\text{C}$  в Кисловодске, и  $10,5^{\circ}\text{C}$  в Дивном [6, с.386].

Опираясь на оценочный доклад МГЭИК(с 2013-2014г.г), за период с 1880 по 2012 год повышение среднегодовой глобальной температуры приземного воздуха составляло от  $0,65$  до  $1,06^{\circ}\text{C}$ . К 2100 году повышение годовой температуры воздуха в мире по всем анализируемым сценариям превысит  $1,5^{\circ}\text{C}$ , и один из сценариев прогнозирует ее повышение более чем на  $4^{\circ}\text{C}$ . Увеличение частоты опасных гидрометеорологических явлений, таких как аномальные явления температура и количество осадков, прогнозируется.

Региональные климатические характеристики прогнозируются с использованием региональных климатических моделей (РКМ). В главной геофизической обсерватории. Воейкова Росгидромет разработал MRC для территории России с пространственным разрешением 25 км, целью которого является описание количественных характеристик воздействия ожидаемого изменения климата на сельское хозяйство. Знание направлений и темпов изменения климатических условий является основой для развития и совершенствования сельскохозяйственных систем в регионе. Продовольственная безопасность в нашей стране будет зависеть от того, насколько быстро и эффективно сельское хозяйство адаптируется к выявленным и прогнозируемым изменениям климата.

Анализ тенденций изменения климата в Ставропольском крае проводился с использованием данных 16 существующих метеостанций Ставропольского центра гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды за период с 1961 по 2016 годы. В качестве основы для математического обоснования изменения климата были использованы следующие статистические методы: вычисление среднего арифметического, ошибки среднего, скользящих значений, создание регрессионных моделей с оценкой степени их достоверности.

Изменение климата оценивалось на основе анализа динамики следующих показателей: температуры воздуха, осадков, гидротермального коэффициента (ГТК по Г.Т.Селянинову), биоклиматического потенциала (ППГ по

Д.И.Шашко).

На основе базы данных Ставропольского центра гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды по 16 действующим метеостанциям в Ставропольском крае мы проанализировали динамику основных климатических показателей, используя функциональность MSR «Территориальный агроклиматический потенциал».

Тепловые ресурсы в регионе довольно высоки. Например, нормальная среднегодовая температура воздуха вдоль края в среднем составляет  $+ 10,0 \pm 0,19$  ° С, температура вегетационного периода (апрель - октябрь)  $+ 17,0 \pm 0,11$  ° С, температура холодного сезона (ноябрь - март)  $+ 0,1 \pm 0,23$  ° С. Анализ отклонений среднегодовой температуры воздуха на территории Ставрополя от нормы показал ее устойчивый рост. С 1998 года отклонение превышает  $+ 1,5$  ° С для отдельных лет.

Тепловые ресурсы в регионе довольно высоки. Например, нормальная среднегодовая температура воздуха вдоль края в среднем составляет  $+ 10,0 \pm 0,19$  ° С, температура вегетационного периода (апрель - октябрь)  $+ 17,0 \pm 0,11$  ° С, температура холодного сезона (ноябрь - март)  $+ 0,1 \pm 0,23$  ° С. Анализ отклонений среднегодовой температуры воздуха на территории Ставрополя от нормы показал ее устойчивый рост (рисунок 2.1). С 1998 года отклонение превышает  $+ 1,5$  ° С для отдельных лет.

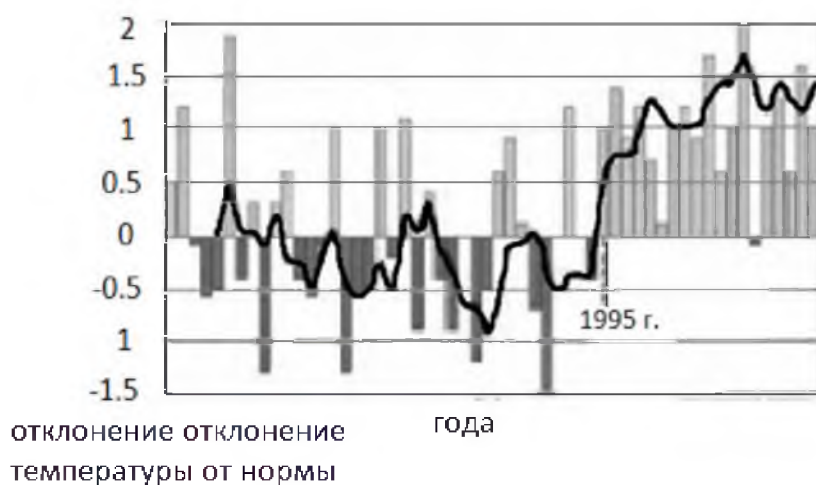


Рисунок 2.1 -Отклонение температуры воздуха в Ставропольском крае от нормы за период 1961 – 2016 гг. [12, с.436].

Анализ направления и скорости изменения годовой температуры в регионе в соответствии с уравнением регрессии показал, что температурный тренд статистически достоверен и имеет восходящий характер со скоростью роста + 0,2 ° С / 10 лет. В то же время за последние 20 лет (1997–2016 годы) было отмечено ускорение темпов роста температуры до + 0,34°С / 10 лет.

Кроме того, приток тепла расширяет ассортимент теплолюбивых культур в регионе, таких как нут, мохар, хлопок и т. Д. Сумма активных температур в среднем выше предела за период 1997 - 2016 гг. Увеличилась на 220 ° С - с 3432°С до 3652°С.

Выявленный рост годовой температуры неравномерно распределяется по месяцам (рисунок 2.2).

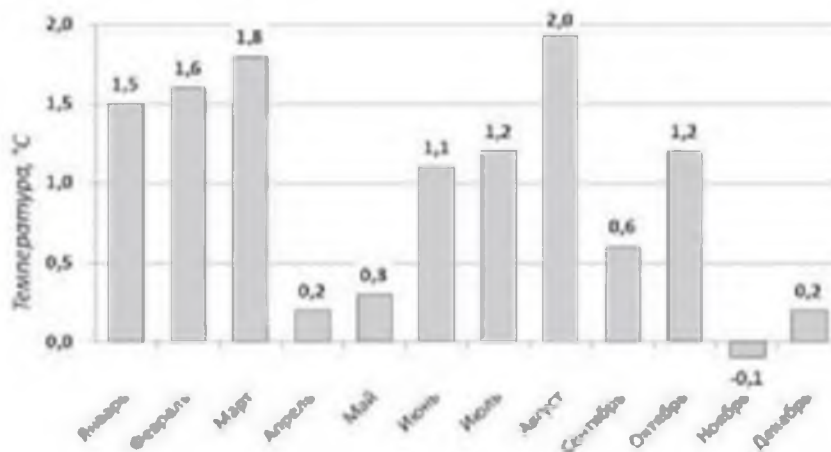


Рисунок 2.2 -Внутригодовой прирост температуры по территории Ставропольского края за 1997 – 2016 гг. по сравнению с нормой [12, с. 457]

Сравнение температуры в период 1997 - 2016 гг. Показало, что наибольший рост характерен для более холодных месяцев - января + 1,5 ° С, февраля + 1,6 ° С, марта + 1,8 ° С, что вместе с Повышение температуры в октябре + 1,2 ° С является благоприятной тенденцией для развития озимых культур. Выявленная тенденция способствует улучшению условий зимовки озимых культур, расширению осенней растительности и их более раннему возобновлению весной. По данным экспериментального селекционного завода Прикумской СНИИШ, разница между урожайностью озимой пшеницы в

ранний и поздний периоды возобновления яровой растительности в крайне засушливой зоне Ставропольского края составляет 9,7 кг / га для чистого пара и 13,7 кг / га для Зерно.

Потепление зимнего периода оказывает влияние и на ранние яровые культуры, увеличивая вероятность сева в февральские окна, что требует подготовки зяби по типу полупара – вспашка сразу после уборки предшественника с последующим выравниванием и культивацией полей, предназначенных под посев ранних яровых культур [15, с.136].

Повышение температуры зимой также имеет негативные последствия: увеличение расхода влаги на испарение, увеличение риска развития болезней, вредителей озимых культур из-за улучшения условий их зимовки.

## 2.2 Режим атмосферных осадков

Влагообеспеченность является основным сдерживающим фактором в развитии сельскохозяйственного производства в Ставрополье. Сумма осадков за год в крае равно  $500 \pm 8,1$  мм. Неравномерное распределение осадков с отрицательной динамикой просматривается с запада (592 мм) на восток (365 мм).

По многолетним метеонаблюдениям выявился прирост количества осадков 12мм за 10 лет. При этом, явные колебания осадков отмечены для отдельных лет, что подтверждается анализом отклонений этого показателя от нормы (рис. 2.3). Так, в 1986 г. наблюдался значительный дефицит осадков (-139,5 мм) относительно нормы, а в следующем году значительный избыток (+136,5 мм), что свидетельствует о значительном колебании количества осадков и крайней неравномерности их осадки над территорией области).

Однако за период 1987-2016 гг. наблюдается увеличение более чем на 2% лет с положительными отклонениями от нормы - с 33 до 70% лет по сравнению с 1961 - 1986 гг. В то же время в 27% лет с 1987 г. прирост годовых осадков превышает 100 мм. Анализ годовых осадков в период сильного повышения

температуры (1997 - 2016 гг.) По сравнению с нормой также показал положительную динамику (+ 23,7 мм).

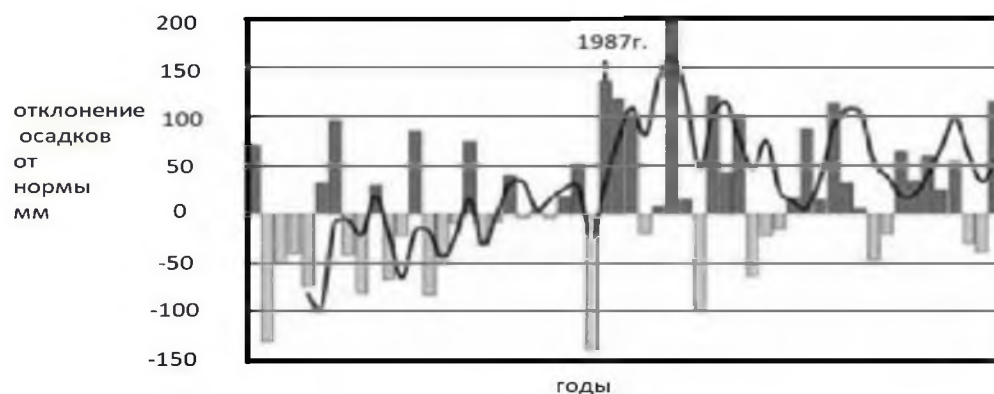


Рисунок 2.3 - Отклонение годового количества осадков в Ставропольском крае от нормы за период 1961 – 2016 гг.[21, с. 27]

Однако за период 1987-2016 гг. наблюдается увеличение более чем на 2% лет с положительными отклонениями от нормы - с 33 до 70% лет по сравнению с 1961 - 1986 гг. В то же время в 27% лет с 1987 г. прирост годовых осадков превышает 100 мм. Анализ годовых осадков в период сильного повышения температуры (1997 - 2016 гг.) По сравнению с нормой также показал положительную динамику (+ 23,7 мм).

За период с 1997 по 2016 год сравнили среднее месячное количество осадков с нормой, тогда выявилось, что были более низкие показатели (-12,5 мм) количества осадков в летний период. При этом в эти месяцы еще было отмечено повышение температуры, что в следствие дает неблагоприятное воздействие на возделывание пропашных культур, таких как кукуруза, соя и подсолнечник.

Неблагоприятно влияет нехватка осадков, приходящейся на август (-7,6 мм), что в итоге дает более долгую и интенсивную подготовку почвы для посева озимых культур.

Увеличение количества осадков в октябре (+ 12,2 мм) в контексте увеличения теплоснабжения в этом месяце способствует появлению саженцев и



хорошему развитию озимых культур даже при позднем посеве. Дополнительное количество осадков в марте (+11,7 мм) способствует формированию оптимальных запасов влаги после зимы, что в условиях раннего возобновления весенней растительности способствует производству высоких озимых культур [21, с.42].

Определение тенденции расчета показателей температуры и осадков производится по расчётам ГТК(табл. 2.7). Значительное понижение этого показателя приходится на август (-0,17) и июнь (-0,11), а его увеличение наблюдалось в октябре с 0,54 до 0,79, что подействовало его выходу из категории месяцев с преобладанием засухи (ГТК <0,6).

При этом по условиям увлажнения в вегетационном периоде первая и вторая половина не одинаковы. Считается, что весенне-летний период более увлажнённый (ГТК = 1,21), а летне-осенний характеризуется более частым проявлением засушливых явлений (ГТК = 0,75). За 20 летний период в целом показатели увлажненности не изменилась.

В крае преобладающим типом осадков являются жидкие. Такой тип осадков свойственен для края и чаще всего наблюдается в среднем, что достигает 80 % от общего годового количества осадков. Для теплого периода жидкие осадки (из общей суммы) составляют 71%, а в зимний период - 29% от общей суммы. Среднегодовое количество осадков колеблется в пределах от 457 мм в Нефтекумске до 645 мм в Кисловодске (таблица 2.7).

Таблица 2.7 - Среднемесячное и среднегодовое количество осадков за период (1985-2000 г.г.) (мм)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Нефтекумск	19,5	18,5	19,8	29,6	39,4	58,6	43,7	41,1	24,4	21,0	29,0	28,4	373,0
Ставрополь	28,4	24,7	30,4	46,6	63,1	86,1	54,5	52,7	42,0	43,0	41,1	37,8	551,0
Кисловодск	15,6	16,4	26,0	58,5	95,9	116,7	97,5	81,9	53,6	33,4	23,6	22,0	641,1
Дивное	37,0	28,8	31,9	43,8	57,5	62,0	57,8	51,9	35,4	37,3	45,8	47,3	536,5

Исходя из табличных данных, мы видим, что количество дней с осадками более 0.1 мм в теплый период года на большей части территории края приблизительно будет равным их количеству в холодный период. С суточным количеством осадков более 1.0 мм (в среднем 60 %) относится к теплому периоду, более 5.0 мм – 75 %, а осадки более 10 мм относятся к 80–85 %. В 90–99 % случаев выпадение осадков более 20 мм отмечаются в теплом периоде года. В свою очередь июнь можно считать самым дождливым месяцем в году принося 15 % годового количества осадков. Но выпадение осадков более 20 мм в Ставропольском крае невелико: в среднем 3-4 дня на большей части территории, а на западе и юго-западе края – 5-6 дней.

В таблице 2.8 представлены данные о среднем годовом числе дней с осадками различной величины.

Таблица 2.8 Среднегодовое число дней с осадками различной величины

Станция	0,1	0,5	1,0	5,0	10,0	20,0
Нефтекумск	120	84	65	21	9	3
Ставрополь	120	99	83	34	15	5
Кисловодск	127	109	92	41	19	5
Дивное	103	95	80	35	16	4

Из данных таблицы видно, что на первом месте по числу дней с суточным количеством осадков более 0,5 мм, более 1,0 мм, более 5 мм и 10 мм стоит Кисловодск. В Ставрополе и Кисловодске в среднем за 5 дней выпало больше 20,0 мм. За многолетнюю историю климатических наблюдений на Ставрополье зафиксировано 13 дней с суточным количеством осадков более 100 мм: 6 - в июне, 3- в июле, 2 - в мае, по 1- в апреле и августе. 20 июня 2002 г. дождями был охвачен почти весь край, а в Кисловодске, 107.3, мм осадков соответственно.

В таблице 2.9 приведены средне - месячное и годовое количество осадков

за период 2000-2015 годы [14, с. 78].

Таблица 2.9 - Среднее месячное и годовое количество осадков (2000-2015 г.г.) (мм)

Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Нефтекумск	28,2	22,6	24,3	23,2	48,2	46,3	37,6	24,1	28,1	35,3	29,8	33,7	391,6
Ставрополь	28,2	30,3	42,9	38,0	74,5	73,2	61,4	37,5	53,9	52,7	41,8	28,6	562,9
Кисловодск	18,5	18,4	44,3	56,2	112,1	136,6	95,2	64,3	67,6	41,3	30,8	21,4	706,7
Дивное	33,2	31,7	49,9	30,9	63,4	70,5	43,6	41,5	54	53,9	37,4	34,9	544,9

Исходя из данных таблицы среднее годовое количество осадков варьирует на территории края от 391,6 мм в Нефтекумске до 706,7 мм в Кисловодске. Но в отдельные годы суммы осадков за год рознятся от средних данных количества осадков за более ранний период (таблица 2.10).

В юго-западной части края наиболее часто наблюдаются интенсивные осадки. Число дней с осадками более 20 мм в отдельные годы здесь достигает 7-9 дней в Кисловодске. Суточное количество осадков более 50 мм 14 случаев за последние 15 лет, в Кисловодске – 12 случаев, в Ставрополе – 7.

Таблица 2.10 -Сравнительный анализ данных годового количества осадков, по Ставропольскому краю за периоды 1985-2000 и 2000-2015г.г. (мм)

Станция	За период 1985-2000годы	За период 2000-2015годы	Отклонения, мм
Нефтекумск	373,0	391,6	18,0
Ставрополь	551,0	562,9	11,9
Кисловодск	641,1	706,7	65,6
Дивное	536,5	544,9	8,4

Анализируя данные по годовому количеству осадков видно, что во втором сравнительном периоде незначительное увеличение зафиксировано по станциям: Кисловодске на 65,6 мм, Дивное на 8,4 мм, Ставрополь на 11,9 мм, а

в Нефтекумске на 18,6 мм. В течение года распределение количества осадков на данной территории происходит по внутриматериковому типу умеренных широт. Максимальное количество осадков преимущественно в летний период, а минимальное в зимний, что обусловлено большим сезонными различиями влагосодержания воздуха в связи с ярко выраженным годовым ходом температуры и достаточно устойчивой антициклонической циркуляцией зимой [21, с. 50].

### 3 Опасные и неблагоприятные явления их влияние на агрокультуры

#### 3.1 Атмосферные процессы и неблагоприятные явления, влияющие на урожайность озимых культур в Ставропольском крае

Из-за сложного рельефа местности, а также геоклиматических особенностей территория Ставропольского края отличается от других регионов своей неустойчивостью погоды, и большой повторяемостью и разнообразием видов неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений. Каждый год в крае регистрируется от 80 до 160 неблагоприятных и от 12 до 42 опасных явлений погоды [1, с.66].

В Ставропольском крае в 2015 г было зарегистрировано 115 случаев неблагоприятных метеорологических явлений (НЯ), которые в свою очередь отрицательно сказывались на жизнедеятельности в крае, а в некоторых случаях нанесли материальный ущерб в различных отраслях экономики. Течение года было отмечено 29 опасных метеорологических явлений (ОЯ), повлекших за собой значительный материальный ущерб и приводящих к чрезвычайным ситуациям.

В январе преобладающее влияние на погоду в крае оказывали южные циклоны, что обусловило продолжительные оттепели, температурный режим оказался повышенным, средняя за месяц температура воздуха на  $0,7^{\circ}$ - $1,6^{\circ}$  выше климатической нормы. Резкое похолодание, вызванное перемещением к югу арктического антициклона в первой декаде, было непродолжительным, ночные минимумы составляли 9 января-  $21^{\circ}$ ... $-31^{\circ}$ . Отмечалось одно опасное явление сильный мороз  $-31^{\circ}$  в с.Красногвардейское 9 января. Неблагоприятными были усиление ветра в северной части края до 13-18 м/с, в первой декаде западного, в третьей - восточного.

Во второй половине месяца наблюдались ночные и утренние туманы и гололёд, преимущественно в восточной и южной частях края. В феврале отмечалась активная циклоническая деятельность, в результате чего погода была неустойчивой с продолжительными оттепелями и редкими, короткими

похолоданиями. В целом месяц оказался теплее обычного на 1,0 - 2,3°. В феврале было одно опасное явление погоды - сильный гололед в период 12-13 февраля в г. Ставрополе с максимальным диаметром отложения 26 мм. Неблагоприятными были ночные и утренние туманы, отмечавшиеся практически ежедневно в первой, второй и в конце третьей декады на 20-40%, территории преимущественно в восточной части края, гололедные явления (7 случаев за месяц), усиление ветра до 12-19 м/с в начале и в конце месяца (7 дней). 17 и 18 февраля в краевом центре наблюдалась непродолжительная метель.

В марте на Ставрополье наблюдалась активная деятельность южных циклонов. Лишь в середине и в конце месяца - взаимодействие южных циклонов и антициклонов с севера, результатом чего стало усиление восточного ветра. Температурный режим был повышенным, средняя месячная температура воздуха превышала многолетние значения на 1,10 - 2,1 °. Опасных метеорологических явлений в марте не было [2, с.49].

Неблагоприятными явлениями были ночные и утренние туманы, которые ухудшали видимость на автодорогах до 100-500 м, (18 дней), преимущественно в южной и восточной частях края, а также в краевом центре и усиление восточного ветра: в период 14-19 марта до 12-19 м/с, 28-31 марта до 12-20 м/с, в ночь с 28 на 29 марта в Ставрополе до 24,5-28,5 м/с по шкале Бофорта. Апрель на Ставрополье отличался быстрой сменой атмосферных процессов. Циклоны и атмосферные фронты перемещались на территорию края в основном с севера, реже с юга, с периодичностью 1-2 дня, в их тылу развивались антициклоны, сформированные в воздушной массе умеренных широт. В результате, погода была неустойчивой, ветреной и в основном прохладной. Средняя за месяц температура воздуха оказалась ниже нормы на 1,5-2,4°. Было 2 опасных явления погоды: крупный град 19 апреля в г. Георгиевске в течение 1 минуты с максимальным диаметром 25 мм; заморозки в воздухе и на поверхности почвы 21, 23 и 24 апреля до -1°...-2°, 24 апреля в г. Кисловодске на поверхности почвы до - 4°.

Из неблагоприятных явлений погоды наблюдалось усиление западного ветра до 15-18 м/с в периоды 1-5, 8, 15-20, 22,24 и 25 апреля, в основном в северной части края. 19 апреля в южной части края отмечались грозы. В мае атмосферные фронты и поступающий в их тылу воздух северных широт обусловили в первые две декады месяца дождливую и прохладную погоду. Средняя месячная температура воздуха была на 0,2-1,9° выше нормы. В мае отмечалось пять опасных явления погоды: очень сильный дождь с количеством осадков 50 мм за 11ч в с. Красногвардейском в ночь на 31 мая; сильный ливень с количеством осадков 31 мм за 40 мин. 31 мая в Кисловодске; крупный град диаметром 40 мм в Труновском и Кочубеевском районах; ураганный шквалистый ветер до 33 м/с в Левокумском и Нефтекумском районах в ночь на 31 мая; чрезвычайная пожароопасность местами в северной и восточной частях края с 28 по 31 мая.

Неблагоприятные метеорологические явления в мае: - грозы (16 дней на 10-60% территории края), шквалистое усиление ветра (надней14 приходилось 10-40% территории края) и град диаметром от 5 до 19 мм прошел в 6 районах. В Ставропольском крае июне погоду формировали преимущественно циклоны, перемещающиеся с запада на восток вдоль южных широт и связанные с ними атмосферные фронты. В результате чего практически ежедневно в крае отмечались грозовые дожди, местами сильные с градом и шквалистым усилением ветра. Температурный режим июня был повышенным, средняя месячная температура воздуха была выше климатической нормы на 1,8-3,0°.

Отмечалось 6 опасных метеорологических явлений: очень сильный дождь 72,2 мм в г. Изобильном; очень сильный дождь и в его составе сильный ливень 77 мм в г. Кисловодске; сильный ливень 30 мм за 51 мин. в с.Рощино; почвенная засуха в Петровском районе с 11 по 21 июня;суховеи в Апанасенковском и Арзгирском районах с 11 по 18 июня.

Неблагоприятными были грозы, отмечавшиеся 21 день на 30-50% территории края, град диаметром 5-15 мм (3 дня), шквалистое усиление ветра до 15-20 м/с, (4 дня). В июле, в начале месяца и во второй декаде, погоду в крае

определяли холодные атмосферные фронты, перемещающиеся периодически с северо-запада. В результате в эти периоды устанавливалась не жаркая с грозовыми дождями погода. Средняя месячная температура воздуха была выше климатической нормы на 0,9-2,1°. В июле отмечалось 3 опасных метеорологических явления: чрезвычайная пожароопасность (5 класс пожароопасности) с 17 по 31 июля; комплекс: сильный дождь с градом диаметром 10 мм и шквалом до 24 м/с в с. Балахонбовское 11 июля; почвенная засуха с 21 июля в Петровском районе; сильная жара +40°...+42° 31 июля в северной и восточной частях края. Из неблагоприятных явлений были грозы на 20-70° территории края (10 дней) и сильный ветер 15-20 м/с (7 дней).

В августе преобладал антициклональный тип погоды, было преимущественно сухо и жарко. Однако отдельные вторжения холодного воздуха к югу, где отмечалась жара, становились причиной образования мощных грозоградовых процессов, преимущественно в южной части края. Температурный режим месяца был повышенным, на 2,4-3,4° выше средних многолетних значений.

В августе было 14 опасных явлений погоды: сильная жара +40°...+42° 1 августа в восточной части края; чрезвычайная пожароопасность в большинстве районов с максимальным охватом 90% территории края; КМ Я (сильные дожди в сочетании с грозой, градом и шквалом) 3 августа в г. Минеральные Воды, 18 августа в Буденновском районе, 19 августа в Новоселицком районе; крупный град (20 мм) 18 августа в г. Благодарном и в с. Александровском; крупный град (40-50 мм) 19 августа в г. Железноводске, в г. Мин. Воды, в Минераловодском, Кировском и Предгорном районах; ураган (28,9-32,0 м/с) 18 августа в г. Благодарном, 19 августа в Нефтекумском, Курском и Кировском районах. атмосферная засуха в большинстве районов края продолжалась до 21 августа почвенная засуха в Петровском районе сохранялась до 21 августа. Неблагоприятными были грозы, град диаметром 5-15 мм, шквал скоростью 20-24 м/с, отмечавшиеся на 30-40% территории преимущественно в южной части края в периоды 3-5, 16-19 и 23 августа.



Восточный ветер усиливался до 15-19 м/с на 10% территории 8-10, 22 и 26 августа. В сентябре преобладал антициклональный тип погоды, было преимущественно сухо. Дожди отмечались лишь в период 7-16 сентября, когда по периферии обширного Европейского антициклона прослеживались малоподвижные атмосферные фронты. Месяц оказался намного теплее обычного, средняя месячная температура превысила норму на 3,8-4,6°. Из опасных явлений погоды отмечалась чрезвычайная пожароопасность. До 10 сентября она сохранялась в большинстве районов, с 10 по 16 сентября в южной и восточной частях края [3, с.185].

Неблагоприятными были грозы, отмечавшиеся 7-9, 14 и 15 сентября на 20-40% территории, усиление восточного ветра до 15-18 м/с 12, 17-19, 24 и 26-28 сентября на 10-30% территории и утренние туманы, отмечавшиеся в период 19-24 сентября преимущественно в южной и восточной частях края. В октябре погода характеризовалась чередованием тёплых южных циклонов и антициклонов, сформированных в холодной воздушной массе более северных широт. В результате температурный режим октября оказался близким к норме. Из опасных метеорологических явлений отмечалась чрезвычайная пожароопасность в северной части края в период 4-15 октября с максимальным охватом территории 60 %.

Из неблагоприятных - участились утренние туманы, которые наблюдались практически ежедневно на 10-25 % территории, преимущественно в южной части края, 13 и 14, 21 и 22 октября на 40-60 % территории, в основном по северу и в Кочубеевском районе отмечалось усиление восточного ветра до 15-17 м/с. 8 и 9 октября были отмечены первые заморозки. В ноябре, в первой и третьей декадах месяца, антициклоны, сформированные в умеренной воздушной массе, обусловили теплую, преимущественно сухую погоду. Во второй декаде были активными циклоны и атмосферные фронты, повсеместно вызывавшие дожди, местами сильные. В целом месяц оказался теплее обычного на 1,2-3,1°.

Опасных явлений на ноябрь месяц не было зафиксировано.

Зарегистрированными неблагоприятными явлениями были: утренние туманы с ухудшением видимости до 200-500 м, усиление западного ветра до 15-23 м/ в периоды 2-4, 11-13 и 17 и 18 ноября отмечавшиеся преимущественно в третьей декаде в восточной части края. В декабре преобладающими погодообразующими факторами были южные и южно-атлантические циклоны, в результате чего температурный режим повысился. Таким образом, среднемесячная температура оказалась на 2,1 - 4,5° выше климатической нормы. Но все обошлось без опасных метеорологических явлений. Неблагоприятными были: усиление западного ветра, практически повсеместно, в периоды 6-8 и 15 декабря до 15-24 м/с, 20-27 декабря до 15-26 м/с, 27 декабря в краевом центре до 28 м/с; в период 12-14 декабря отмечались утренние туманы с ухудшением видимости до 200-500 м на 20-30% территории преимущественно в восточной части края; 28 и 29 декабря - гололед с максимальным диаметром 1-9 мм; 29 и 30 декабря отмечались сильные снегопады, устанавливался снежный покров высотой 10-26 см [11, с.98].

Проведен анализ зависимости урожайности озимой пшеницы от метеоусловий различных периодов вегетации. Установлено, что решающее значение имеет влагообеспеченность растений в апреле-июне. В результате анализа изменения регионального климата показано, что имеет место потепление осенне-зимнего периода вегетации на всей территории края, в месяцы теплого периода года отмечается как потепление, так и похолодание на фоне падения влагообеспеченности территории. В целом тенденции изменения климата Ставропольского края не благоприятны для формирования урожайности озимых зерновых [18, с.33].

Беспрецедентно возросшее за последние десятилетия внимание к проблемам климата обусловлено тем, что именно климат выступает главным средообразующим фактором, оказывающим решающее влияние на результаты человеческой деятельности, а также на состояние и продуктивность природных и сельскохозяйственных экосистем. Для аграрно развитого Ставропольского края мониторинг изменений регионального климата является исключительно

важной задачей. Поскольку основной культурой растениеводства в крае является озимая пшеница, особое внимание при анализе климатических изменений следует уделить тем элементам климата и тем периодам года, которые оказывают существенное влияние на формирование ее урожайности.

Анализ урожайности озимой пшеницы в Ставропольском крае за последние 30 лет показывает ее падение на фоне довольно значительных колебаний от года к году (таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Анализ урожайности в ставропольском крае за последние 30 лет

Года сбора урожая	1978-1984	1984-1990	1990-1996	1996-2002	2002-2008
Среднее количество собранного зерна	78,3(мл/т)	74,6(мл/т)	72,5(мл/т)	65,8(мл/т)	59,4(мл/т)

В последние 30 лет можно выделить четыре периода с различными уровнями урожайности озимой пшеницы: 1984-1990 – на 3.7 мл/т ниже тренда; 1990-1996 – на 2,1 мл/т ниже тренда; 1996-2002 – на 6.7 мл/т ниже тренда; 2002-2008 – на 6,4 мл/т ниже тренда.

Известно, что формирование низкого урожая озимой пшеницы обеспечивают плохая влагообеспеченность посевов осенью и в период формирования колоса и налива зерна, перезимовка без гибели и повреждения растений, умеренный температурный фон. Любой из таких факторов как повышенный температурный режим и значительный недобор осадков осенью, повреждения в период перезимовки, низкие запасы влаги весной, и засуха в течение апреля-июня приводит к формированию урожайности значительно ниже средней или ожидаемой по тренду [25, с.26].

В неблагоприятные периоды осенью кустистость растений озимой пшеницы составляла 1-3 стебля на одно растение. К прекращению вегетации в

среднем 40 % посевов вступали в фазу кущения, 40 % были в фазах всходы и 3-й лист и 20 % - в начальных фазах развития (прорастание зерна, начало всходов). В хорошем состоянии посевы озимой пшеницы были на 26 % площадей, в удовлетворительном – на 46 %, в плохом состоянии – на 28 % площадей [25, с.26].

В периоды с благоприятными агрометеорологическими условиями кустиность озимой пшеницы осенью достигала 4-5 стеблей на одно растение. К моменту прекращения вегетации на 45 % посевных площадей отмечалась фаза кущения, на 40 % - фазы всходы и 3-й лист, на 15 % площадей у растений отмечалось прорастание зерна и единичные всходы. В среднем на 47 % площадей растения были в хорошем состоянии, на 43 % площадей – в удовлетворительном, на 10 % - в плохом. Во время перезимовки озимой пшеницы в периоды неблагоприятные для формирования высоких урожаев отмечалась гибель растений в среднем до 6 % (доля погибших растений составляла от 2 до 24 %). В зимы с благоприятными условиями для формирования высоких урожаев озимой пшеницы гибель растений была в пределах естественной – от 0.2 до 8% [30, с.117].

Как показал погодовой совместный анализ метеоусловий различных периодов вегетации и урожайности озимых культур, наиболее частой причиной снижения урожайности озимых зерновых в Ставропольском крае является недостаточное количество осадков в период весенне-летней вегетации. Помесячное и подекадное рассмотрение условий весенне-летней вегетации благоприятных и неблагоприятных периодов формирования урожайности озимой пшеницы показало, что запасы продуктивной влаги в почве в среднем по краю на период колошения и налива зерна составляли: в неблагоприятные годы в 3-ей декаде мая 78 мм (71-85 мм), во 2-ой декаде июня – 46 мм (40-52 мм); в благоприятные годы в 3-ей декаде мая 88 мм (74-103 мм), во 2-ой декаде июня – 67 мм (61-74 мм). В таблице 3.2 показаны условия весенне-летней вегетации озимой пшеницы неблагоприятного и благоприятного периодов.

Таблица 3.2- Тепло и влагообеспеченность весенне-летних периодов вегетации озимой пшеницы (1994-2008гг.)

УСЛОВИЯ	Апрель	Май	Июнь
Благоприятный период 1994-2000гг.			
Количество в % осадков от нормы	130	85	91
Средняя месячная температура по сравнению с нормой	+2.2°C	-0.1°C	+0.6мС
Неблагоприятный период 2001-2008гг.			
Количество в % осадков от нормы	104	81	78
Средняя месячная температура по сравнению с нормой	-0.4°C	+1.6°C	+3.1°C

Видно, что при более благоприятных условиях апреля, одинаковых условиях мая, 10-% недобор осадков и повышенный температурный фон июня не давали возможности формирования высокого урожая.

Так, наблюдался быстрый рост январских температур, являющихся интегральной характеристикой условий зимовки сельхозкультур: температура января за последние 30 лет средняя повысилась более чем на 2 С. Средние температуры месяцев теплого периода изменились в меньшей степени. Май похолодал на 0.2-0.5. Средняя месячная температура июня и апреля в ряде районов не изменилась, в других произошли незначительные изменения разного знака на 0.1-0.4.

В теплом периоде года максимальное потепление отмечено в октябре: от 0.9 до 1.4 по разным районам края. Активное повышение июльских и августовских температур, находящихся вне периода вегетации озимых, не оказывают влияния на их урожайность. Незначительное увеличение средних месячных температур смогло привести к целому ряду ощутимых и значимых последствий. Весна стала наступать в более ранние сроки, в то время как лето и

осень, напротив, стали наступать позже [24, с.465].

Уменьшилась продолжительность зимы, в северной части края продолжительность весны и осени увеличилась на целый месяц. Увеличились продолжительность вегетационного периода и суммы накопленных температур, но число дней со снежным покровом уменьшилось.

Для большинства культурна территории Ставропольского края наблюдался рост теплообеспеченности в среднем на 75С за 10 лет, что свидетельствует о увеличении продолжительности вегетационного периода в среднем 4-5 дней за 10 лет, а так - же о перспективе расширения посевов для более теплолюбивых сельхозкультур. Режим увлажнения территории края также несколько изменился.

Уменьшение годовых сумм осадков, отмеченное во всех агроклиматических зонах, составило от 16 мм (Рощино) до 43 мм (Изобильный). Увеличение годовой суммы осадков на остальной территории края, кроме предгорий, произошло преимущественно за счет осадков теплого периода. В холодном периоде изменения были не очень значительными и довольно однородными: повсеместное увеличение количества осадков в феврале и марте, не изменившиеся суммы осадков в январе и ощутимое только в Ставрополе и Кисловодске изменение осадков ноября-декабря [26, с.8].

Во время теплого периода отмечается повсеместное уменьшение количества осадков в июле и повышение в октябре. В апреле количество осадков уменьшилось на всей территории, кроме северо-запада, а в сентябре – везде, кроме центральных районов. В остальные месяцы теплого периода картина изменений была весьма пестрой: от + 73 % в августе в Александровском районе до -45 % в августе в Курском районе. Суммы осадков в период весенне-летней вегетации нестабильны (таблица 3.3), однако в целом за 1991-2008 гг. на территории края суммы апрельских осадков выросли на 25 %, в мае осадков выпадало несколько меньше климатической нормы (95 %), а в июне соответствовало норме.

Таблица 3.3 — Среднее по краю месячное количество осадков по сравнению климатической нормой

<b>1991-2008 гг.</b>	<b>Апрель</b>	<b>Май</b>	<b>Июнь</b>
<b>% лет с осадками ниже нормы</b>	28	44	28
<i>Количество осадков в % от нормы</i>	48-75	42-77	44-67
<b>% лет с осадками около нормы</b>	28	28	50
<i>Количество осадков в % от нормы</i>	88-115	97-113	86-113
<b>% лет с осадками выше нормы</b>	44	28	22
<i>Количество осадков в % от нормы</i>	130-280	125-160	141-195

На фоне относительно небольшого изменения средних многолетних характеристик режима осадков имеют место значительные аномалии, и близкие к климатической норме значения сумм осадков, особенно в летние месяцы все чаще являются лишь результатом сочетания длительных бездождных периодов и нескольких дней с сильными ливнями.

Урожайность озимых культур в Ставропольском крае за последние десятилетия имеет отрицательную тенденцию. В значительной степени она определяется изменением климата. Формированию низких урожаев озимых культур способствует повышение засушливости и температурного фона и опустынивания почв. Увеличение осадков в апреле снижает риск ранневесенних засух. Несмотря на сохраняющийся риск отдельных неблагоприятных явлений, тенденции изменения климата Ставрополья позволяют рассчитывать на дальнейшее ухудшение условий формирования высоких урожаев озимых культур [20, с.67].

### 3.2 Засуха в Ставропольском крае за последние пятьдесят лет

Из всех неблагоприятных явлений погоды засухи наносят наибольший

ущерб сельскому хозяйству Ставропольского края, так как из-за континентального климата около 70 % всех посевных площадей зерновых культур находятся в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения.

Засуха — сочетание процессов в почве и атмосфере, приводящее к нарушению водного баланса растений. Растение в период засухи теряет на транспирацию больше влаги, чем получает ее для возмещения этой потери. Вследствие недостатка влаги происходит иссушение корнеобитаемого слоя. Одновременно нарушается и тепловой баланс, поскольку недостаточная транспирация приводит к перегреву растений. В результате нарушения физиологических функций растения резко снижают свою продуктивность, возможны угнетение и даже гибель как отдельных органов, так и всего растения в целом. Засуху различают на почвенную, характеризующуюся отсутствием физиологически усвояемой влаги в почве, и атмосферную, обусловленную высоким значением испарения.

К возникновению почвенной засухи может привести недостаточное количество запасов влаги в почве весной при таянии снежного покрова, обусловленное малыми объемами снегозапаса, а также недостаточное количество атмосферных осадков в весенне-летний период. В таком случае растения могут испытывать недостаток влаги даже при относительно низких температурах и невысокой испаряемости [19, с.41].

Атмосферная засуха, согласно Е.А. Цубербиллер, — это сухость воздуха, сравнительно большая для данного географического района и данного времени года, вызывающая угнетение или гибель растений. Под суховеем понимают метеорологическое явление, характеризующееся высокой температурой приземного слоя воздуха, низкой относительной влажностью, и ветром, достигающим иногда значительных скоростей.

Суховой можно считать частным случаем атмосферной засухи, осложненной наличием ветра.

Воздействие сухости воздуха усиливается при помощи умеренного ветра (3 — 7 м/с), так как тот в свою очередь продувает растительность тем самым



улучшая воздухообмен и увеличивая расход влаги в посевах.

Наличие ветра при высоких температурах вызывает дополнительное усиление транспирации и испарения, в связи с чем возрастает иссушающее действие высоких температур и низкой влажности воздуха. При очень сильных суховеях суммарное испарение более может составить более 8 мм в сутки, что равноценно расходу воды 80 тонн с одного гектара. Е.А. Цубербиллер установила зависимость между интенсивностью суховея и различными сочетаниями скорости ветра и дефицита влажности воздуха (таблица 3.4)

Таблица 3.4 -Классификация суховеяных процессов 1969-2018 гг.

Характеристика процесса	V < 8 м/с	V > 8 м/с
Слабый суховея	20-29ммб	15-19ммб
Средний суховея	30-39ммб	20-29ммб
Интенсивный суховея	40-49ммб	30-39ммб
Очень интенсивный суховея	>50ммб	>40ммб

Ставропольский край районирован на 6 агроклиматических зон ( по методике Г.Т. Селянинова) из за неоднородности климатических условий. А в 1968 году эти зоны были переименованы на сельскохозяйственные [24, с.274].

Для создания нового районирования было выделено 4 зоны: крайне засушливая – овцеводческая, засушливая – зерно-овцеводческая, неустойчивого увлажнения – зерно-скотоводческая, достаточного увлажнения – прикурортная (рисунок 3.1).

В Ставропольском крае было зарегистрировано изменение климата, которое в каждом районе имеет свои особенности. Каждая из этих областей определяется структурой посевных площадей, а представленные в ней культуры по-разному реагируют на изменения в засушливости.

В период с 2009 по 2018 годовой рост температуры составил +1,2°C по сравнению с нормой. Основной прирост температуры зарегистрирован в

августе (+2,1°C), июне (+1,9°C), марте (+1,8°C) и феврале (+1,7°C). Важным ограничивающим фактором развития сельскохозяйственного производства в Ставропольском крае является влагообеспеченность почв.



Рисунок 3.1 - Зоны засушливости в ставропольском крае [10, с.157]

Из базы данных накопленных за 50-летний период с 1969 по 2018 год, разбитый на десятилетия и поделенный на четыре сельскохозяйственные зоны роста засушливости в период вегетации не отмечалось (таблица 3.5).

В периоды с 1979 по 1988 год в крайне засушливой зоне зарегистрировано максимальное значение засушливости в августе месяце (ГТК = 0,68), а в последнее десятилетие произошло снижение ГТК более чем в 2 раза – до 0,3, что полностью отвечает условиям сухого климата. Но в последнее десятилетие с 2000 по 2018 года во всех зонах в августе был отмечен рост засухи.

В августе месяце значение ГТК в остальных зонах за последнее десятилетие соответствует критериям очень засушливой зоны. Негативное влияние которое оказывает засушливость на накопление влаги для озимых культур наблюдается

именно в августе месяце из за чего культуры начинают пропадать. Максимальное ухудшение условий увлажнения за последнее десять лет приходится на апрель. Снижение ГТК в крайне засушливой зоне произошло с 1,0 до 0,57, по засушливой зоне – с 1,42 до 0,73, по зоне неустойчивого увлажнения – с 1,83 до 0,81 и по зоне достаточно увлажнения – с 2,13 до 1,3[7, с.44].

Таблица 3.5 — ГТК вегетационного периода по сельскохозяйственным зонам Ставропольского края за период 1969-2018 гг.

Периоды	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Апрель-Октябрь
<i>Крайне засушливая зона</i>								
1969-1978 гг.	0,80	0,84	0,79	0,57	0,50	0,65	0,62	0,64
1979-1988 гг.	0,91	0,65	0,96	0,80	0,68	0,44	0,64	0,71
1989-1998 гг.	1,00	0,81	1,09	0,57	0,49	0,54	0,86	0,70
1999-2008 гг.	1,00	0,93	0,83	0,45	0,42	0,61	0,86	0,67
2009-2018 гг.	<b>0,57</b>	<b>1,01</b>	<b>0,54</b>	0,64	<b>0,30</b>	0,63	0,75	0,59
<i>Засушливая зона</i>								
1969-1978 гг.	0,87	1,06	0,96	0,67	0,69	0,76	0,50	0,79
1979-1988 гг.	1,42	1,05	1,20	0,80	0,77	0,53	0,59	0,87
1989-1998 гг.	1,42	1,02	1,32	0,75	0,66	0,77	0,93	0,92
1999-2008 гг.	1,29	1,09	0,95	0,57	0,70	0,51	1,10	0,81
2009-2018 гг.	<b>0,73</b>	<b>1,34</b>	<b>0,82</b>	0,74	<b>0,51</b>	0,76	0,76	0,77
<i>Зона неустойчивого увлажнения</i>								
1969-1978 гг.	1,02	1,39	1,11	0,80	0,95	0,86	1,01	0,98
1979-1988 гг.	1,83	1,12	1,35	0,99	0,86	0,84	0,79	1,04
1989-1998 гг.	1,46	1,45	1,49	0,85	0,65	1,05	1,56	1,09
1999-2008 гг.	1,18	1,39	1,43	0,66	0,80	0,87	1,11	1,01
2009-2018 гг.	<b>0,81</b>	<b>1,71</b>	1,11	0,88	<b>0,59</b>	0,96	1,20	0,99
<i>Зона достаточного увлажнения</i>								
1969-1978 гг.	1,32	1,69	1,72	1,10	1,06	1,04	0,92	1,28
1979-1988 гг.	1,91	1,85	1,93	1,26	1,09	0,73	0,69	1,34
1989-1998 гг.	2,13	1,59	1,70	1,33	0,83	0,91	0,87	1,20
1999-2008 гг.	1,72	1,64	1,76	0,92	0,90	1,07	1,13	1,23
2009-2018 гг.	<b>1,31</b>	<b>1,98</b>	1,78	1,14	<b>0,68</b>	1,05	0,75	1,26

Выпадение осадков на территории Ставропольского края имеет неоднородный характер. Годовая сумма осадков по краю за период с 2009 по 2018 года, превысила норму в среднем на 28 мм. Количество осадков в марте увеличилось на 74%, в мае на 32% и в октябре на 23% от климатической нормы. В то же время в августе на 31%, снизилось количество осадков, а в апреле на 16%, и ноябре на 14% от климатической нормы.

Увеличение месячной засушливости в апреле отрицательно сказалось на развитии озимых культур во время возобновления весенней растительности, в

то же время в зимний период с небольшим количеством осадков может способствовать формированию неблагоприятных условий для развития культуры. В засушливой зоне в июне отмечается ухудшение условий увлажнения. Если засушливость в период наполнения зерна переходит в атмосферную или почвенную сухость, это приведет к снижению урожайности зерна.

В период с 2009 по 2018 года анализ ГТК в мае зафиксировал значительное увеличение засушливости по сравнению с другими десятилетиями рассматриваемого периода. В мае месяце условия влагообеспеченности в засушливой зоне отмечаются как неустойчиво влажные, а в сравнении с остальными зонами как избыточно влажные ( $ГТК > 1,3$ ). Анализ влажности показал, что май в течение всего вегетационного периода является самым влажным месяцем во всех климатических зонах засушливости.

Но майские ливневые осадки не всегда полностью усваиваются почвой. Однако в оставшиеся месяцы наблюдается отклонение показателей ГТК на протяжении десятилетий, из-за чего невозможно определить общую тенденцию их изменения [4, с.36].

В 2009-2018 годах из-за увеличения количества ливневых осадков 30% - (по сравнению с климатической нормой) в период с мая по июнь процессы водной эрозии развивались вследствие образования интенсивного поверхностного стока, особенно в паровых полях.

Тогда Ставропольском крае с 1981 по 1985 года была разработана и реализована система «сухого земледелия» для двух зон (засушливой и крайне засушливой), как основное средство повышения и стабилизации производства зерна. Из-за этого в данный период площадь чистых паров уже достигла 660 тыс. га, но уже с 2001 по 2005 года их количество возросло до 834,7 тыс. га и достигло экологически неблагоприятного уровня. В Ставропольском крае из-за сложившихся особенностей климата экономическая ситуация и региональные изменения показали, что необходимо снизить количество чистых паров до рассчитанного уровня в 400 тыс. га по методике И.В. Свисюкадо.

В соответствии с современными климатическими показателями данное количество чистых паров должен постоянно пересчитываться. Длительные почвенные в и атмосфере засухи в сочетании с засушливостью каждого отдельного месяца во время вегетационного периода наносят непоправимый ущерб сельскохозяйственным культурам.

Например, в крае в 1969 году из-за совокупности неблагоприятных явлений, в том числе сильных пыльных бурь, было уничтожено 758 тыс га посевов, а разрушение почвенного покрова было настолько огромным, что его невозможно было оценить. По рекомендации Г.Т. Сельянинова было принято решение использовать в качестве индикатором наступления засухи значение,  $ГТК \leq 0,6$ .

Самая продолжительная засуха, которую удалось зафиксировать составляла 5 месяцев, и возникла она в крайне засушливой и засушливой зонах. Такое явление может за 18 лет возникнуть 6 раз (таблица 3.4).

Таблица 3.4-Продолжительность засухи в (%)по сельскохозяйственным зонам Ставропольского края с2000 по 2018 года

Зона засушливости	Продолжительность засухи				
	1 месяц	2 месяца	3 месяца	4 месяца	5 месяцев
Зона достаточного увлажнения	82	16	2	0	0
Зона неустойчивого увлажнения	85	26	14	3	0
Засушливая зона	97	33	15	11	3
Крайне засушливая зона	100	45	15	17	7

Анализируя выше представленные табличные данные

продолжительности засухи в сельскохозяйственных зонах засушливости мы видим, что вероятность возникновения 1-месячной засухи высока и может превышать 80% во всех зонах. В свою очередь засухи продолжительностью в 2 месяца могут возникать с вероятностью 16-45% [5, с.18].

## Заключение

Ставропольский край простирается на юге умеренно-континентального климата. По территории Ставрополя проходит граница между Европой и Азией. Из этого следует, что климат можно характеризовать как европейский-морской и с континентальностью, как азиатский. Приходящим с Закавказья теплым воздушным массам дает преграду высокие горы Кавказа. А ледяные воздушные массы, приходящие, с севера сдерживают горы, и они медленно распространяются по степям подобно ледяным воздушным рекам.

Свойственно для Ставрополя жаркое лето и умеренно холодная зима, что обусловлено типом климата, а он в крае умеренно-континентальный.

Неоднородность климата по краю связана с подстилающей поверхностью. Например, климат горных и предгорных районов существенно отличается от жаркого, засушливого в летний период и холодного зимой климата в степной зоне.

Важнейшими климатообразующими факторами являются: радиационный режим, обуславливающий различный нагрев подстилающей поверхности, циркуляция атмосферы и физико-географическое положение территории. Годовая амплитуда экстремальных температур воздуха на востоке достигает 80 градусов, а в центральной части контраст несколько смягчается.

Характерными особенностями циркуляции атмосферы зимой являются: наличие над юго-западом Европейской территории РФ отрога Азиатского антициклона, прохождение средиземноморских и иранских циклонов, летом же продвижение субтропических областей повышенного давления и вынос тропического воздуха из Малой Азии. Весной преобладают восточные и северо-восточные ветры, а летом и осенью – западные и северо-западные, приносящие осадки.

Средняя температура января опускается до  $-5^{\circ}\text{C}$ , а в горных районах опускается до  $-10^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура июля колеблется от  $+22^{\circ}\text{C}$  до  $+25^{\circ}\text{C}$ , а в горных районах до  $+14^{\circ}\text{C}$ .

В восточной части Ставрополя амплитуда экстремальных температур воздуха в годовом ходе достигает 80 градусов, в центральной части контраст несколько смягчается.

Теплым период года считается, когда температура воздуха поднимается выше 10°C и на большей части Ставрополя он приблизительно 7 месяцев. Годовое количество осадков понижается с юга на север, а так же с запада на восток. Осадков 300– 650 мм в год. Последние заморозки иногда можно наблюдать и в первую декаду мая, но все же весна теплая и продолжительная. Вегетационный период 207-220 дней.

На лето приходится максимальное количество осадков. Летние осадки почти в 2 раза превышают количество зимних. К примеру, на востоке Ставрополя выпало 516 мм осадков летом 2010 года.

Действующих станций, проводящих метеорологические наблюдения на территории края 13. На них регистрируют ежедневно наблюдения за погодными условиями.

Основной особенностью климата ставропольского края является его разнообразие по районам. Горный климат, климат предгорий и район ставропольских высот отличается от засушливого климата степной зоны. Из засеверо-восточных ветров восточная часть края, особенно в летнее время, отличается крайней сухостью. Зимой эти ветры несут холода и бывают очень сильными. Летом в данной части края преобладает жаркая, сухая погода.

В результате выполненного исследования получены следующие основные выводы:

1. Суммарная солнечная радиация имеет хорошо выраженный сезонный ход. Средние суммарные значения солнечной радиации по краю составляют: зимой —11.6, весной — 33.5, летом — 45.1, осенью — 22.3 ккал/см<sup>2</sup>. Для данной местности обеспеченность радиацией достаточно высокое, а годовая суммарная радиация может превышать 100 ккал/см<sup>2</sup>: так в Пятигорске составляет суммарная радиация 107.6, в Ставрополе — 112.5 ккал/см<sup>2</sup> в Дивном — 113.2 ккал/см<sup>2</sup>.



2. Направление и темп изменения показателей годового хода температуры, по уравнению регрессии показал, что тренд температуры растет со скоростью роста  $+0,2^{\circ}\text{C}/10$  лет. К тому же отмечается ускорение темпов роста за последние 20 лет (1997 – 2016 гг.) рост температуры составил  $+0,34^{\circ}\text{C}/10$  лет.

3. Рост температуры в зимний период имеет свои негативные последствия например: увеличивается расход влаги на испарение, увеличивается вероятность развития болезней, улучшаются условия перезимовки для вредителей.

4. Изменившееся распределение суммарной радиации и температурного режима по широтам обуславливается значительным влиянием сложного рельефа местности, а также характером и свойствами подстилающей поверхности, а также особенностями атмосферной циркуляции.

5. График числа часов солнечного сияния на территории Ставропольского края имеет четкий выраженный годовой ход представляющий собой одновершинную кривую. Крутизна годового хода продолжительности солнечного сияния зависит от высоты местности: с увеличением альтитуды станции годовой ход сглаживается. Так в Дивном (134 м) годовой максимум превышает годовой минимум в 7.0 раз, — в 6.0, в Ставрополе (451 м) — в 4.6, в Кисловодске (943 м) — в 2.3 раза.

6. Данные за период 50 лет показали, что засуха во время вегетационного периода значительно увеличилась в августе, а также в апреле и по отдельным сельскохозяйственным районам в июне. Вероятность что возникнет засуха продолжительностью 1 месяц составляет от 84 до 100%. Более того, вероятность наиболее сильных и разрушительных засух способных продержаться от 4 до 5 месяцев колеблется в районе от 2 до 16%, и такие засухи в основном возникают в трех сельскохозяйственных зонах( неустойчивого увлажнения, засушливой и крайне засушливой).

7. Полугодовое распределение осадков в регионе основано на умеренных широтах внутри страны. Максимальное количество осадков

наблюдается летом, минимальное - зимой, что связано с большими сезонными различиями в содержании влаги в воздухе из-за выраженного годового колебания температуры и довольно стабильной антициклонической циркуляции зимой.

8. По данным по годового количества осадков видно, что во втором сравнительном периоде незначительное увеличение зафиксировано по станциям: Дивное на 8,4 мм, Ставрополь на 11,9 мм, Нефтекумск на 18,6 мм, Кисловодске на 65,6 мм.

Необходимо постоянно проводить климатический мониторинг возделываемой территории, которая активно используется для сельскохозяйственных культур.

## Список использованной литературы

1. Аджиев, А.Х. Климатологические и физико-статистические характеристики гроз на Кавказе // Нальчик Тр. ВГИ. –1999. – Вып. 90. – С. 64-70.
2. Бадахова, Г.Х. Климатология градовых процессов в Ставропольском крае // Проблемы физико-математических наук: Докл. 45-й научно-метод. конф. СГУ. – Ставрополь, 2000. – Вып. 14. – С. 48-52.
3. Бадахова, Г.Х., Кнутас, А.В. Ставропольский край: современные климатические условия. – Ставрополь: ГУП СК «Краевые сети связи», 2007. – 272 с.
4. Бадахова, Г.Х., Экба, Я.А. Градовые процессы на Ставрополье // Тез. докл. Научной конф. по результатам исследований в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды. – М. – 1996. – № 28. – С. 36-38.
5. Беспалов, Д.П., Школяр, Л.Ф., Репина, В.С. Репрезентативность метеорологических станций и методы ее оценки // Труды ГГО. - 1980.-Вып 435. - С.15-21.
6. Бюллетень «Погода. Климат. Вода». – ВМО. — Женева. – 2004. – Т. 53. – 428с.
7. Вовченко, П.Г. Погода. Земля. Человек. – Ростов-на-Дону, Ростовское книжн. Издательство, 1980. – 139 с.
8. Гораль, Г.Г., Чеповская, О.И. О некоторых термодинамических особенностях, определяющих конвективные процессы на Северном Кавказе // Нальчик Тр. ВГИ. – 1973. – Вып. 22. – С. 12-21.
9. Девятова, В.А. Некоторые характеристики слоистообразных облаков // Метеорология и гидрология . – 1973. – № 8. – С. 26-33.
10. Кобышева, Н.В., Наровлянский, Г.Я. Климатическая обработка метеорологической информации – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 364 с.
11. Ковальчук, А.Н., Наурзоков, Ю.Х., Чеповская, О.И. Некоторые

результаты исследования конфигурации и структуры градовых дорожек на Северном Кавказе // Нальчик Тр. ВГИ. – 1977. – Вып. 36. – С. 96-100.

12. Оболенский, В.Н. Курс метеорологии. – М.: Гидрометеиздат, 1944. – 684с.

13. Рекомендации по анализу результатов пространственного контроля режимной метеорологической информации. — СПб.:Гидрометиздат, 1993. – 176 с.

14. Рекомендации по расчету специализированных климатических характеристик. – СПб.: Гидрометиздат, 1997. – 117 с.

15. Романова, Е.Н., Гобарова, Е.О., Жильцова, Е.Л. Методы использования систематизированной климатической и микроклиматической информации. – СПб.:Гидрометиздат, 2000. – 159 с.

16. Сванидзе, Г.Г. Цуцкиридзе, Я.А. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. – Л.: Гидрометиздат, 1983. – 248 с.

17. Современные ландшафты Ставропольского края. - Ставрополь: Изд-во 66 СГУ, 2002. – 228 с.

18. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Ч. 2. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – С. 24-37.

19. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Ч. 3. Ветер. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – С. 38-44.

20. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Ч. 4. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – С. 61-68.

21. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Ч. 5. Облачность и атмосферные явления. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – С. 21-52.

22. Федченко, Л.М., Гораль, Г.Г., Беленцова, В.А., Мальбахова, Н.М. Опасные конвективные явления и их прогноз в условиях сложного рельефа. – М.: Гидрометеиздат, 1991. – 424 с.

23. Хромов, С.П. Основы синоптической метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1948. – 696 с.

24. Хромов, С.П., Петросянц, М.А. Метеорология и климатология. –

М.: Издво МГУ, 2006. – 528 с.

25. Шакина, Н.П., Калугина, Г.Ю., Скриптунова, Е.Н., Иванова, А.Р. Субъективный и объективный анализ атмосферных фронтов . Объективные характеристики фронтов, проведенных синоптиками // Метеорология и гидрология. – 1998. – № 7. – С. 19-30.

26. Шакина, Н.П., Скриптунова, Е.Н., Иванова, А.Р. Объективный анализ атмосферных фронтов и оценка его эффективности // Метеорология и гидрология. – 2000. – № 7. – С. 5-16.

27. Шальнев, В.А. Ландшафты Ставропольского края. - Ставрополь: СГПУ, 1995. – 214 с.

28. Шальнев, В.А. Современные проблемы моделирования ландшафта // Вестник СГУ. Естеств.науки. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 1999. – № 17. – С. 28-34.

29. Шальнев, В.А., Бутенко, Н.И., Савельева, В.В. Физическая география Ставропольского края. – Ставрополь: Ставропольсервисшкола, 2000. – 176с

30. Штульман, Н.Г. Влияние орографии на траекторию движения и характер изменения радиолокационных параметров кучево-дождевых облаков // Тр. ВГИ. – 1976. – Вып. 33. – С. 115-122.