

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТЫ  
(БАКАЛАВРА)**

**На тему: «Оценка агроклиматических условий территории Тамбовской  
области»**

**Исполнитель: Алексеева Дарья Дмитриевна**

Руководитель: к.г.н., доцент Абанников Виктор Николаевич

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой



Кандидат физико-математических наук, доцент

Сероухова Ольга Станиславовна

« 03 » 06 2020 г.

Санкт-Петербург

2020

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	5
1.1. Особенности атмосферной циркуляции.....	7
1.2. Радиационный режим Тамбовской области .....	8
1.3. Рельеф местности .....	10
1.4. Состояние почвенного покрова.....	13
2. КЛИМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ФОРМИРУЮЩИХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ .....	18
2.1. Продолжительность солнечного сияния .....	20
2.2. Температурный режим воздуха Тамбовской области .....	27
2.3. Температурный режим почвы Тамбовской области.....	32
2.4. Оценка условий увлажнения Тамбовской области .....	33
3. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	38
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	52
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	55
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	57

## ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство нашей страны является одной из важнейших отраслей экономики, которое постоянно сталкивается с оценкой климатологических особенностей территории.

Климатические условия в их взаимодействии с объектами и процессами сельскохозяйственного производства, помогают понять на какой территории и какие культуры благоприятнее выращивать, для достаточного обеспечения населения продовольствием. Данными вопросами занимается наука – агроклиматология.

Сельскохозяйственная оценка территории с точки зрения климатических условий дает определение ее агроклиматических ресурсов, т.е. совокупности агроклиматических условий, которые определяют урожайность культивируемых в данном регионе культур.

Агроклиматические условия – это перечень агрометеорологических величин таких как: температура воздуха и почвы, влажности воздуха и почвы, потоков лучистой энергии, облачности и т.д.) осредненных за многолетний период на определенной территории.

Благодаря этому мы получаем агроклиматическую информацию, которая находит свое применение при прогнозе урожайности сельскохозяйственных культур, оценке хода полевых работ, перезимовки и т.д.

Обосновать с научной точки зрения перспективы развития сельскохозяйственного производства, дать оценку целесообразности и возможности возделывания новых и традиционных сельскохозяйственных культур на той или иной территории, рассчитать вероятность получения определенного количества и качества сельскохозяйственных продуктов, оценить биоклиматический потенциал (сельскохозяйственный потенциал климата) среды и т. д. можно только при использовании агроклиматических сведений.

**Цель работы** – дать оценку агроклиматических условий на территории Тамбовской области и показать их влияние на урожайность в сельском хозяйстве.

Для того чтобы достичь поставленную цель необходимо решить следующие **задачи**:

1. Рассмотреть, как климат области влияет на урожайность;
2. Познакомиться с методами оценки агроклиматических условий;
3. Проанализировать изменения сумм активных температур и осадков вегетационного периода на территории Тамбовской области за последнее десятилетие;
4. Показать, как влияет солнечная радиация, температурный режим воздуха и почвы на вегетационный период;
5. Оценить условия увлажнения на территории Тамбовской области;
6. Провести оценку изменений, которые произошли за период 2008 – 2018 гг., в продолжительности периода вегетации и периода активной вегетации в метеорологических пунктах наблюдений Тамбовской области;
7. Отметить даты перехода среднесуточных температур через 0, 5 и 10<sup>0</sup> в представленных районах;
8. Рассчитать значение гидротермического коэффициента (ГТК) по отдельным пунктам области и выяснить как меняется тенденция в его изменении за последние годы.

**Объектом исследования** являются агроклиматические условия Тамбовской области.

**Предметом исследования** считаются изменения агроклиматических показателей.

В качестве исходных данных были взяты данные из Научно-прикладного справочника СССР, а данные для современной оценки агроклиматических условий в период с 1980 по 2018 гг. были найдены на официальных сайтах [r5](http://r5.ru) и [metro.ru](http://metro.ru).

# 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Территория Тамбовской области находится в центре Русской равнины, имеет площадь 3446,2 тыс. га., и занимает большую часть Окско-Донской низменности и западную часть Приволжской возвышенности, а также входит в зону Центрально-Черноземного района (рисунок 1.1).

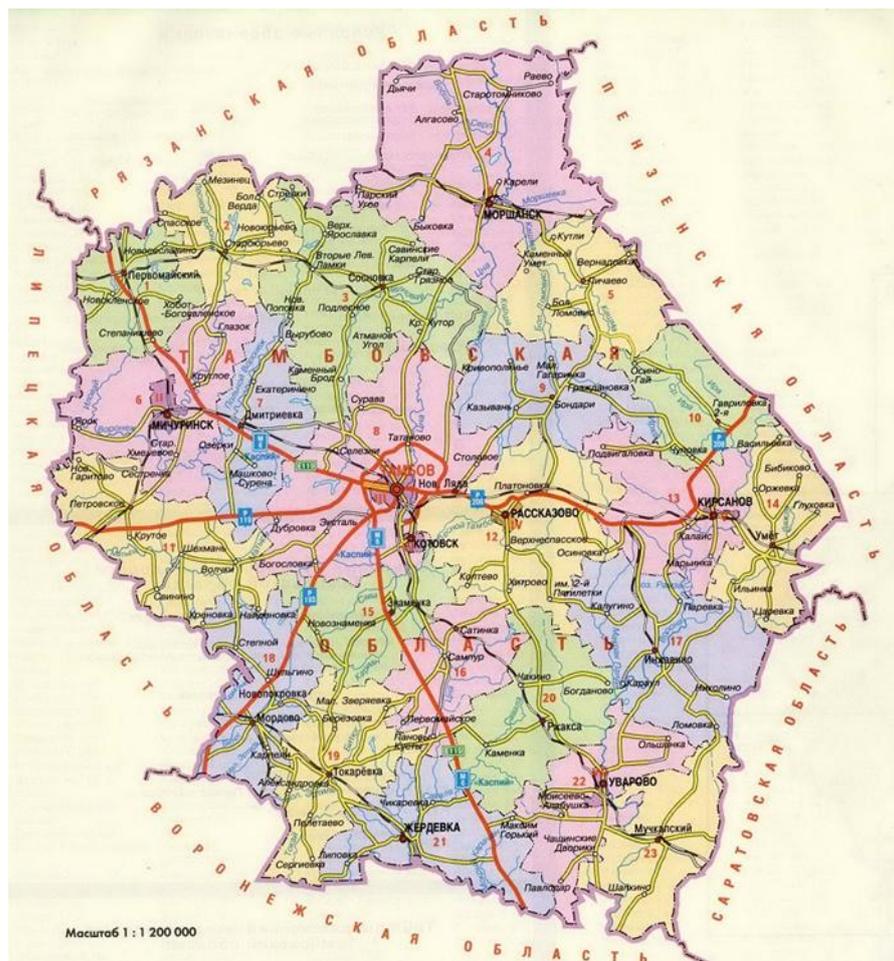


Рисунок 1.1. Административно – территориальная карта Тамбовской области

Особенности природы и ландшафтов Тамбовской области обусловлены тем, что она расположена в середине, от Тамбова по одной тысяче километров до любой из границ Русской равнины.

Координаты г. Тамбова, находящегося практически в центре области,  $41^{\circ}20'$  в.д. и  $52^{\circ}40'$  с.ш.

Расположение вдали от морей приводит к господству в Тамбовской области континентального умеренного воздуха: в июле 21 день, а в январе 20 дней, он определяет погоду. В итоге климат рассматриваемой области умеренно - континентальный.

Область относится к зоне недостаточного увлажнения. Сумма осадков в год составляет около 500-550 мм на севере и около 425-475 мм на юге области. Сумма осадков за вегетационный период составляет 50-60% от годового количества.

Число часов солнечного света в г. Тамбове совпадает с курортами Северного Кавказа. К сожалению, это же обстоятельство объясняет частую повторяемость засушливых и суховейных погод. Интенсивные суховеи с ветром более 8 м/с, дефицитом влажности воздуха 30-40 мб. бывают в течение 7-15 дней летом в 40-90% лет, особенно на юго-востоке области. Вероятность интенсивной засухи в области составляет 20-40%, а очень интенсивные засухи проявляются через 10-12 лет.

Самыми тяжелыми засушливыми годами в XX веке были 1921, 1946, 1971, 1972 и 1985 годы, когда по факту погибал весь урожай сельскохозяйственных культур. В последние десятилетия XX века и начале XXI века все чаще наблюдаются сильные отклонения климатических показателей от среднегодовых.

Расположенная между Среднерусской и Приволжской возвышенностями, Тамбовская равнина имеет вид желоба, с которого на юг быстро скатывается холодный арктический воздух. Поэтому заморозки на почве с понижением температуры до -2, -4°С возможны до середины мая и в конце сентября. Особенно легко приходят в Тамбовскую область и «горячие» сухие ветры с юго-востока, из Нижнего Поволжья.

## 1.1. Особенности атмосферной циркуляции

Чтобы понять условия образования климата в различных географических районах необходимо вместе с радиационными процессами, рассмотреть и такой важный фактор как атмосферная циркуляция воздуха. Основные воздушные течения – это механизм обмена массами холодного и теплого воздуха и, следовательно, переноса тепла и влаги, что формирует климатический режим отдельных регионов, которые сильно влияют на формирование особенностей циркуляции вод в океане.

В основном, атмосферная циркуляция оказывает большое влияние на облачность, осадки и изменения погоды. Поэтому общую циркуляцию атмосферы можно отнести к внутренним географическим факторам, которые формируют климат. Так же она относится к макромасштабным явлениям.

Сезонные изменения циркуляции атмосферы связаны с неравномерным поступлением солнечной энергии к различным полушариям в один и тот же сезон и в разные сезоны в одном и том же полушарии.

Тамбовская область относится к Европейской части России, где влияние атмосферной циркуляции играет в некоторых отношениях большую роль, чем для остальной территории России.

С Атлантического океана приходит много сформированных циклонов. Воздушные массы, встречающиеся на Русской равнине, это – континентальный полярный воздух, арктический, морской полярный, тропический. Одни из этих масс несут тепло и влагу, другие приносят с севера и востока холод. Из-за резкой разницы в тепловом балансе и температурах между средними и высокими широтами зимой циркуляция во всем северном полушарии становится особенно интенсивной.

В теплое время года на равнине погода в меньшей степени определяется переносом воздушных масс. Это можно объяснить тем, что в теплое время приток солнечной энергии очень велик и способен интенсивно

производить трансформацию воздушных масс. После ослабления контраста в температуре между средними и высокими широтами интенсивность общей циркуляции понижена и циклическая деятельность с быстрым передвижением воздушных масс и облачностью уменьшается. В теплых массах и на теплых фронтах циклонов практически не встречаются условия для образования сплошной и большой облачности, это еще больше усиливает непосредственное воздействие солнца.

Весной и осенью циркуляция атмосферы имеет свои особенности. Период, когда еще лежит снег, характеризуется зимними условиями циркуляции, а осенью возможен перенос влаги. На равнине все воздушные массы осенью попадают на поверхность с низкой температурой и, которые участвуют в циклонах, дают сплошную облачность и обложные осадки. Осенью суша быстро охлаждается, вместе с ней охлаждается и воздух, который содержит еще много влаги, благодаря этому выделяется туман.

Тамбовская область располагается немного севернее гребня высокого давления между Азорским и Сибирским максимумами (ось Воейкова). Поэтому антициклоническая погода с ясным небом и слабыми ветрами встречается здесь чаще всего. Ветер над областью, особенно зимой и весной, преобладает с юга и юго-востока. Это же направление имеют суховейные ветры весной и летом, ветры с метелью зимой. Скорость ветра в холодный период в среднем за сутки составляет 4,0–5,5 м/сек и 3,0–3,5 м/сек в теплый период года.

## 1.2. Радиационный режим Тамбовской области

Для сельскохозяйственной оценки климата следует анализировать основные факторы, а именно те, которые нужны для жизнедеятельности животных и растений – это свет, тепло и влага. Остальные метеорологические элементы лишь увеличивают, или уменьшают действие главных факторов. Например, облачность изменяет приход и спектральный

состав солнечной радиации. Из-за этого уменьшается амплитуда суточного хода температуры воздуха. А усиление ветра приводит к расходу влаги на испарение.

Поскольку сельское хозяйство является основной отраслью в Тамбовской области, роль солнечной радиации в жизни растений имеет большое значение.

Поступление солнечной радиации к растениям является одним из важнейших условий их существования. Она считается источником энергии, которую растения используют в процессе фотосинтеза для создания ими органического вещества, оказывает влияние на их развитие (формирование органов, образование урожая, продолжительность вегетации), а также влияет на ряд процессов, определяющие важные свойства растений — зимостойкость и засухоустойчивость, стойкость к полеганию и т. д.

Солнечная радиация часто определяет форму и расположение листьев у растений, их цвет и строение, а также качественный состав плодов и семян. Так, в частности, с ростом интенсивности солнечной радиации и увеличением числа безоблачных дней повышается содержание сахара в сахарной свекле, винограде, плодовых и возрастает содержание белка в зерновых. (уч. По Агрометеорологии).

Солнечная радиация – это излучение солнцем тепла и света, измеряется в ватт/см<sup>2</sup>.

Солнечная радиация распространяется по всем направлениям источника (Солнца) в виде электромагнитных волн со скоростью, близкой к 300 000 км/сек.

Солнечную радиацию подразделяют на коротковолновую и длинноволновую. Коротковолновой радиацией считается радиация в диапазоне длин волн от 0,1 до 4 мкм, длинноволновой - от 4 до 100 мкм.

Солнечная радиация, которая поступает к поверхности Земли, на 99% является коротковолновой. Коротковолновую радиацию подразделяют на:

- ультрафиолетовую (УФ), с длинами волн от 0,1 до 0,39 мкм;

- видимый свет (ВС) – 0,4 - 0,76 мкм который, в свою очередь, подразделяется на семь цветов: фиолетовый (0,390-0,455 мкм), синий (0,455-0,485 мкм), голубой (0,485-0,505 мкм), зеленый (0,505-0,575 мкм), желтый (0,575-0,585 мкм), оранжевый (0,585-0,620 мкм), красный (0,620-0,760 мкм);
- инфракрасную (ИК) - 0,76 - 4 мкм.

ВС и ИК радиация дают наибольшую энергию: на ВС приходится 47% лучистой энергии, на ИК- 44%, а на УФ - только 9% лучистой энергии.

Максимальная энергия солнечной радиации до её поступления в атмосферу располагается в области спектра с длинами волн около 0,58 мкм, т.е. в жёлто-зелёной части спектра.

Солнечная радиация главным образом поглощается поверхностью земли, которая преобразует её в тепловую энергию и нагревается. Часть этого тепла затем передаётся воздуху и идёт на его нагревание. Таким образом, поверхность земли является для атмосферы вторичным источником тепла.

### 1.3. Рельеф местности

Еще одним существенным фактором формирования климата региона является рельеф местности.

Природные комплексы являются основой агроландшафтного земледелия, которые тесно взаимосвязаны и взаимозависимы (рисунок 1.2.). К примеру, состав пород, соединяющих поверхность, определяет строение рельефа – появление оврагов в районах, сложенных суглинками, их слабое развитие на песчаных местностях, где распространены песчаные дюны, котлованы и бугры. На рельеф огромное влияние оказывает и климат. Ливни летом, резкое таяние снегов весной способствуют быстрому росту оврагов и образованию оползней. В свою очередь, рельеф и растительность особенно влияют на климат.

Изотерма + 20°С июля между Тамбовом и Кирсановым отклоняется к югу на 60 км, огибая отроги Керченско-Чембарской возвышенности. Самое большое количество осадков в области выпадает над Цнинским лесным массивом – более 500 мм.

При изменении хотя бы одного компонента природы изменяются и все остальные. Известно, что северная половина Тамбовской области до заселения была покрыта лесами более чем на 50 %. Распашка степей и вырубка лесов существенно повлияли на изменение и климата, и рельефа, и почв, а также на увлажнение территории. Осадков стало выпадать на 10-15 % меньше, участились случаи таких явлений, как ливни и сильные ветра, на водоразделах резко уменьшилось количество озёр и болот, уровень грунтовых вод понизился; стали стремительно расти овраги и т. д.

Так как взаимодействие между компонентами природы было всегда и происходит сейчас, на любой территории мы наблюдаем не случайный набор форм рельефа, почв, видов растений и животных, а единый комплекс приспособленных друг к другу элементов природы, который называется природным территориальным комплексом, или ландшафтом. Ландшафты отличаются по строению и размерам. Природная зона является одним из самых крупных и сложных.

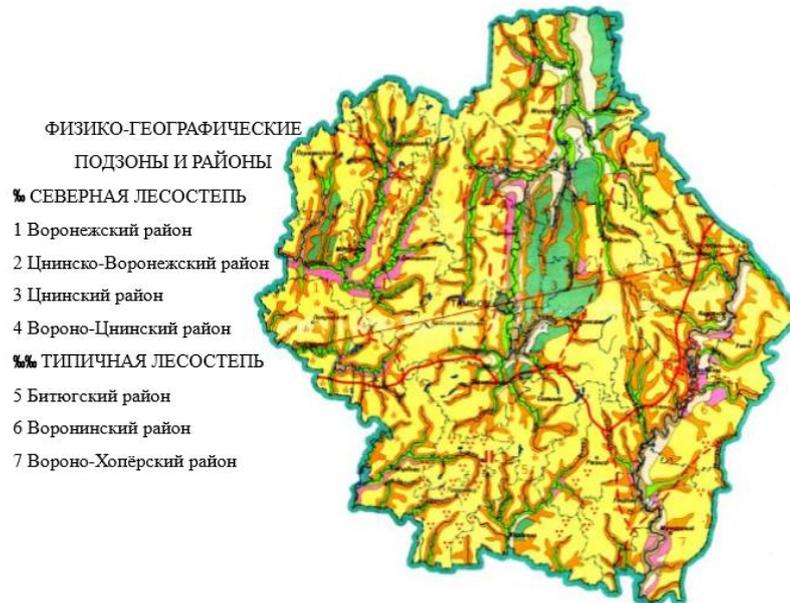


Рисунок 1.2. Природные комплексы Тамбовской области

Тамбовская область находится в пределах лесостепной зоны умеренного пояса. Для неё характерно широкое распространение эрозионных форм рельефа, практически равное количество выпадающих осадков и влаги, которая испаряется с поверхности открытых водоёмов (нейтральное увлажнение), совместное произрастание лесов и степей по водоразделам на серых лесных почвах, чернозёмах выщелоченных и типичных.

На юге лесостепная зона граничит со степной зоной, на севере с зоной смешанных лесов. Как уже было отмечено, область протянулась с севера на юг на 245 км, поэтому природа северных и южных её частей отличается как по климату, так и по растительности.

Южная половина области относится к подзоне типичной лесостепи, северная к подзоне лесостепи. Подзоны имеют вид широких полос, которые проходят через всю область с запада на восток. Граница между ними протянулась от Мичуринска до Тамбова и далее на восток, немного севернее Кирсанова.

Западные, восточные и центральные части подзоны немного отличаются по природе, они связаны, первоначально, с историей

формирования ландшафтных территорий, а также с разным геологическим строением рельефа. Например, восток подзоны северной лесостепи располагается на пологих склонах западной части Приволжской возвышенности с высотами до 200-220 м над уровнем моря, где близко к поверхности находятся меловые пески и глины.

Запад подзоны имеет высоту примерно 160 м с плоской поверхностью. Девонские известняки, скрывающиеся долинами рек Иловый и Воронеж, перекрыты четвертичными и неогеновыми песками и глинами, а также водно-ледниковыми. Такие различия внутри подзон дают возможность выделить более мелкие ландшафты – физико-географические районы.

#### 1.4. Состояние почвенного покрова

Высокая интенсивность использования земель, воздействие климатических и техногенных факторов привели к деградации почвенного и растительного покрова.

Среди таких процессов на территории Тамбовского района были выявлены водная эрозия, ветровая эрозия, наличие солонцеватых комплексов, а также подтопление.

Нарушение почвенного покрова связано с разработкой общераспространённых полезных ископаемых.

Земли сельскохозяйственного назначения Тамбовской области, считаются экологически благоприятными, а производимая на них продукция признана – экологически чистой. [кн. Тамбовский район...]

В Тамбовской области преобладают чернозёмные почвы. Они приходятся на 96,1 % общей площади сельскохозяйственных площадей, в том числе типичных чернозёмов - 28,6 %, выщелоченных - 62,8 % (рисунок 1.3.).

В Тамбовском районе распространены выщелоченные и типичные чернозёмы, серые лесные и оподзоленные почвы, лугово-черноземные и пойменные почвы.

Выщелоченные чернозёмы – это самые распространённые почвы, занимающие 56% сельскохозяйственных угодий. Мощность гумусового горизонта в этих почвах составляет 50-70 см, содержание гумуса в пахотном слое – 6,0-8,5%. В летнее время эти высоко плодородные почвы мало обеспечены азотом, фосфором и калием. Внесение в них минеральных и органических удобрений значительно повышает урожайность.

Типичные чернозёмы распространены незначительно, в основном в южной части района. Общая мощность гумусового слоя достигает 80 – 100 см, количество гумуса в пахотном слое – 9,0-13%. При постоянной распашке этих почв их структура ухудшается и плодородие снижается. Внесение фосфорных удобрений особенно эффективно для улучшения качества почв. Плодородие типичных чернозёмов обуславливается недостатком влаги, особенно в летнее время.

Серые лесные почвы встречаются под широколиственными лесами, а также под пашней, где рос лес. Мощность гумусового горизонта варьируется от 25 до 60 см, содержание гумуса до 2-3,5%. В процессе эволюции серые лесные почвы превращаются в оподзоленные чернозёмы, которые частями встречаются в северо-восточной части территории.

Особенности пойменных почв связаны с резкой сменой увлажнения при незначительном изменении высоты над руслом реки. На поймах рек можно встретить луговые черноземовидные почвы, по высоким поймам – зональные подтипы чернозёмов.

Таблица 1.1. – Структура почвенного покрова сельскохозяйственных угодий Тамбовской области

Почвы	С/х угодья , тыс.га.	Уд. Вес к общей площади , %	В том числе (в тыс.га)				
			пашн я	Сенокос ы	Пастбищ а	Много- летние насаждени я	Залеж ь
Черноземы типичные	721,6	28,65	699,1	0,9	17,3	4,3	-
Черноземы выщелоченны е и оподзоленные	1580,3	62,75	1259, 0	70,3	186,9	17,7	60,4
Черноземы солонцеватые	9,2	0,37	3,6	0,4	5,3	-	-
Лугово- черноземные	104,5	4,15	18,1	24,7	39,6	2,2	19,9
Лугово- черноземные солонцеватые	4,8	0,19	-	2,3	2,5	-	-
Серые лесные	59,0	2,14	-	1,7	17,7	1,7	22,9
Темно-серые лесные	6,9	0,27	-	-	-	-	6,9
Луговые	3,1	0,12	-	1,5	1,6	-	-
Солоди	1,8	0,07	1,5	0,3	1,4	-	-
Лугово- болотные	10,8	0,43	-	5,7	5,1	-	-
Болотно- низинные и пойменные	21,4	0,86	-	12,4	9,0	0,1	-

В практике полевого исследования почв указываются: тип, подтип, род, вид, разновидность и разряд почвы. Помимо того, в описании должно быть указано культурное состояние почвы (слабо-, средне-, сильноокультуренная,

осушенная, орошаемая), ее использование (лес, залежь, луг) растительность, эродированность и др.

В почвенном покрове сельскохозяйственных угодий Тамбовской области преобладают черноземы выщелоченные и оподзоленные (62,75 %), из которых пашня составляет 50,0 сенокосы – 2,8, пастбища – 7,4, многолетние насаждения – 0,7, залежь – 2,55 %. Черноземы типичные составляют 28,65 %, из них: пашня – 27,7, пастбища – 0,92, многолетние насаждения – 0,02, сенокосы – 0,01%. Лугово-черноземные и серые лесные почвы располагаются, в большинстве случаев, под сенокосами и пастбищами, из которых под залежью почти 50 %.

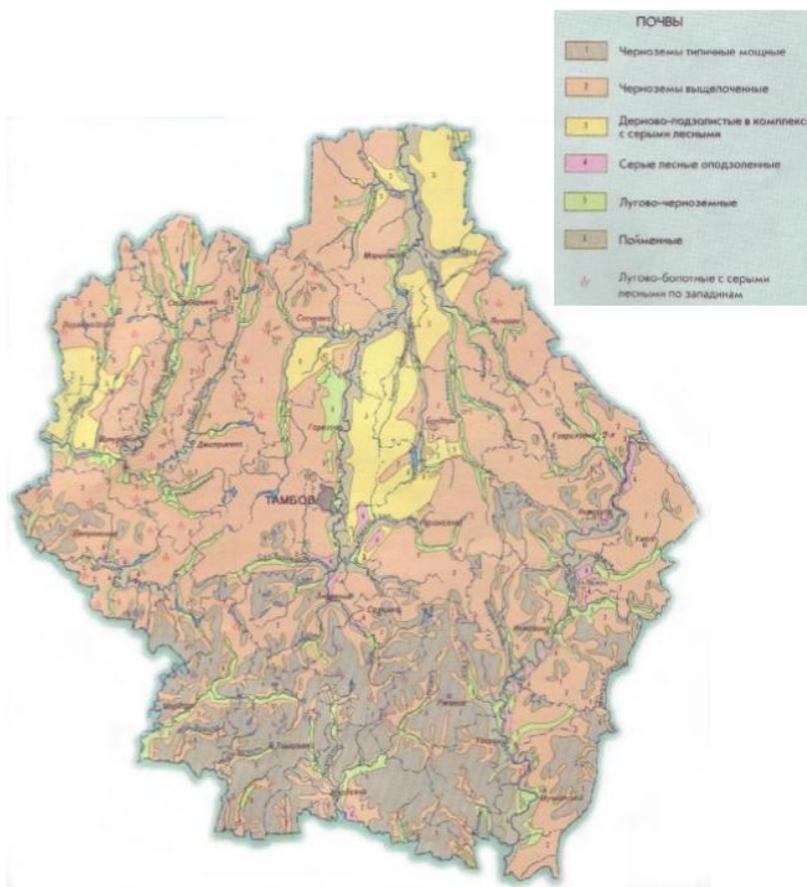


Рисунок 1.3. Почвенная карта Тамбовской области

Возможность внедрения новых земель в сельскохозяйственное использование невелики. Для этого необходимо бережно относиться к земле и

заботится о сохранении и повышении её плодородия, так как на данный момент практически нет земель, которые не нуждались бы в агроулучшении.

## 2. КЛИМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ФОРМИРУЮЩИХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Жизнь растений протекает при непрерывном взаимодействии с окружающей средой, представляющей собой комплекс метеорологических (климатических), гидрологических, почвенных, биотических (связанных с влиянием других растений или микроорганизмов) условий и факторов, определяемых деятельностью человека.

Совокупность окружающих растения внешних факторов называется условиями среды. Не все элементы среды влияют на жизнь растений.

Метеорологические и гидрологические элементы непосредственно или косвенно влияют на рост и развитие<sup>1</sup> растительных организмов. Основные элементы, определяющие процессы роста и развития растений, обычно называют факторами жизни. [Агрометеорология 10].

В данной работе рассмотрено три основных агроклиматических показателя: свет, тепло и влага.

Свет – является источником энергии для всех живых организмов на земле. Оценивая значение света в жизни растений, обычно различают три аспекта этой проблемы: влияние спектрального состава, интенсивности и продолжительности освещения.

Все важнейшие физиологические процессы (проращивание семян, фотосинтез, синтез пигментов, фотопериодизм и пр.) определяются в основном световой частью солнечного спектра. Среди указанных процессов наибольшее значение имеет фотосинтез.

Тепло – один из основных факторов жизни. Давно известно, что температуры воздуха и почвы определяют жизненные процессы, происходящие в растениях. Биофизические и биохимические реакции в организме растений протекают тем быстрее, чем выше температура (разумеется, до определенного уровня). Температура воздуха и почвы

определяет темпы развития растений и длительность периода вегетации; также она является и одним из факторов роста.

В многочисленных работах биологов и агрометеорологов были получены зависимости скорости развития растений от среднесуточных температур воздуха, выявлены пределы температур вредные для растений. Показано, что на рост и развитие растений большое влияние оказывает суточная амплитуда колебаний температуры: чем она больше, тем в целом быстрее идет процесс развития и роста. Величина амплитуды колебаний температуры воздуха влияет также на качество урожая.

Растениям для нормального роста и развития необходимо определенное сочетание дневных и ночных температур. Поскольку потребность в тепле у различных растений и их сортов меняется в больших пределах и сами ресурсы тепла изменчивы в пространстве и времени, в агроклиматологии учету тепла отводится первостепенное место.

Влага также является одним из факторов жизни. Она имеет большое значение для развития растений, однако больше всего от нее зависят рост и величина урожая.

Избыточное или недостаточное количество влаги сильно сказывается на растениях, так как в обоих случаях растения не могут полностью использовать ресурсы тепла для накопления своей массы и создания необходимого урожая. Так, при малом количестве влаги растения могут использовать только часть термических ресурсов, которая обеспечена этой влагой. Большое количество влаги в почве не дает теплу приносить пользу растениям, и оно начинает расходоваться на непродуктивное испарение с поверхности почвы.

Ресурсы влаги очень изменчивы как по территории, так и во времени. Поэтому всестороннее изучение их для сельскохозяйственного производства имеет большое значение.

## 2.1. Продолжительность солнечного сияния

Одним из внешних факторов, который формирует климат нашей планеты, является излучение Солнца. Изменение солнечной радиации в течении года и многолетнего периода оказывает значительное влияние на климатические показатели, такие как температура и влажность воздуха, атмосферное давление, осадки и скорость ветра. В отдельных регионах на формирование климата влияние солнечной радиации имеет свои особенности в связи с особенностями подстилающей поверхности и составом атмосферного воздуха. [из книги по Агроклиматологии с.16 и Агрометеорологии с.10]

Оценка радиационных факторов формирования климата была произведена на примере Тамбовской области, а именно по г. Тамбов. Исследуемый регион располагается в широтном диапазоне:  $52,4^{\circ}$  с. ш. В ходе работы планировались быть проанализированными радиационные условия Тамбовской области и их динамика в течение года и за 35-летний период, а также выявлена связь радиационных показателей (суммарная, прямая, рассеянная радиации и радиационный баланс) с климатическими (температура и влажность воздуха, температура почвы). Но процессе поиска данных, оказалось, что в Тамбовской области не проводится измерение суммарной радиации, и многолетние данные во всех возможных источниках отсутствуют, в работе представлены только многолетние значения следующих характеристик: продолжительность солнечного сияния, ее среднее квадратичное отклонение, среднее значение в день с солнцем, число дней без солнца и суточный ход продолжительности солнечного сияния.

Средняя многолетняя продолжительность солнечного сияния по месяцам и за год получена путем подсчета за период наблюдений с 1931 по 1980 гг.

Среднее квадратичное отклонение месячных и годовых значение продолжительности солнечного сияния характеризует изменчивость

солнечного сияния от года к году, т.е. расстояние годовых данных относительно средней многолетней.

Кроме средней многолетней продолжительности солнечного сияния, которая была вычислена за весь однородный ряд наблюдений, на примере станции г. Тамбов составлены и приведены ниже разности между средними значениями по двум полным 30-летиям: 1931-1960 гг. – 30-летие, предлагаемое в настоящее время ВМО в качестве периода для определения климатологической нормы и 1951-1980 гг. – последнее 30-летие периода, по которому проводится осреднение для справочника СССР (Таблица 2.1). Также для современной оценки были взяты осредненные данные продолжительности солнечного сияния. Данные с сайта [meteo.ru](http://meteo.ru) по г. Тамбову за 1980-2015гг. И сделан анализ изменения данного параметра за 84 года наблюдений (Таблица 2.2).

Таблица 2.1. Характеристики продолжительности и суточный ход (ч) солнечного сияния

Месяц	Продолжительность, ч	Среднее квадратичное отклонение, ч	Отношение к наблюдавшейся продолжительности к возможной, %	Средняя продолжительность за день с солнцем, ч	Число дней без солнца
Январь	53	27	21	3,5	16
Февраль	85	39	30	5,0	11
Март	128	38	35	6,1	10
Апрель	191	48	46	7,3	4
Май	266	48	54	9,2	2
Июнь	294	40	58	10,1	1
Июль	286	43	56	9,5	1
Август	258	40	56	8,6	1

Сентябрь	185	36	48	6,6	2
Октябрь	98	35	30	4,7	10
Ноябрь	52	26	20	3,5	16
Декабрь	31	15	13	3,1	21
Год	1928	136	43	7,1	95

В Тамбове наибольшая величина солнечного сияния достигала 294 часа, минимальная - 52 часа. Число дней без солнца составляет 95 часов, что составляет 26 % от годового хода. Наибольшее число дней без солнца наблюдается зимой в декабре – 21 день. Летом их число значительно уменьшается и в июне-августе дней без солнца практически не бывает.

Таблица 2.2. Продолжительность солнечного сияния Тамбов, часы

Станция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год, ч
Тамбов	46	80	151	201	276	280	297	244	164	89	44	36	1909

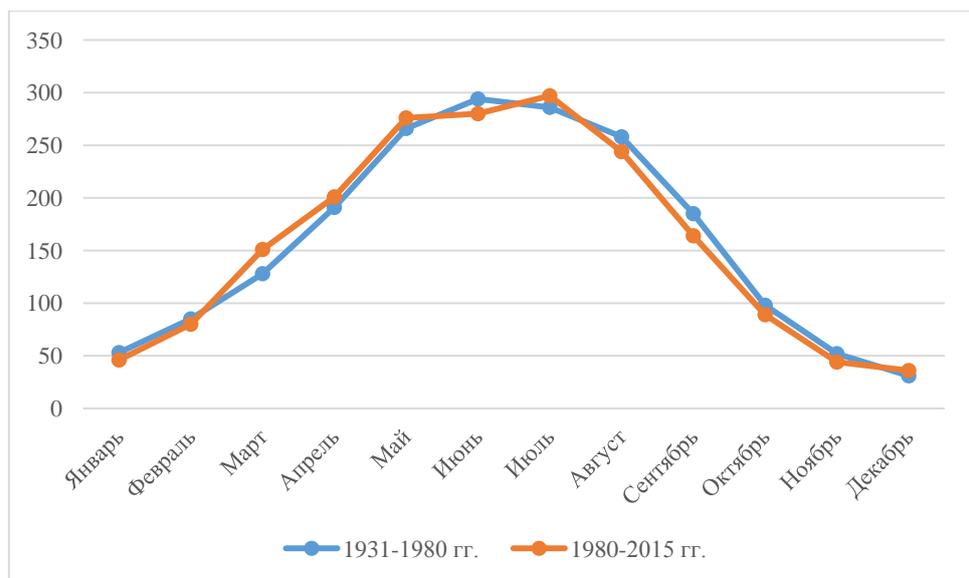


Рисунок 2.1. Продолжительность солнечного сияния г. Тамбов

Продолжительность солнечного сияния на той или иной территории находится в определенной зависимости от широты места, времени года, физико-географических условий, а также от особенностей атмосферной циркуляции. Из графика можно увидеть (рисунок 2.1), что лишь в период с августа по ноябрь наблюдается некоторое уменьшение продолжительности солнечного сияния с 1980-2015 гг. В течение года за период 1980-2015 гг. солнечное сияние в Тамбове наблюдается в среднем 1909 часов, что составляет 21 % всего времени в году, а с 1931-1980 гг. – 1928 часов. В основном изменения не большие и в среднем за год разница в продолжительности солнечного сияния составила 19 ч между рассматриваемыми периодами. Линия характеризующая период с 1931-1980 гг. более равномерная, число дней постепенно увеличивается, дойдя до своего максимума в июне месяце (294 ч), а затем постепенно снижается. А в период с 1980-2015 гг. линия не равномерная, и число часов солнечного сияния по месяцам то увеличивается, то уменьшается. В общем, количество солнечных дней в Тамбове, такое же как на курортных районах, но это повышает риск засушливых и суховейных периодов. Лето достаточно засушливое, с ясным небом. Из-за недостаточного увлажнения и интенсивного солнечного сияния область находится в опасной зоне. Сильные засухи встречаются раз в 10-12 лет, что приводит к гибели практически всего урожая.

Все важнейшие физиологические процессы (прорастание семян, фотосинтез, синтез пигментов, фотопериодизм и пр.) определяются в основном световой частью солнечного спектра. Среди указанных процессов наибольшее значение имеет фотосинтез. Часть спектра солнечного света, непосредственно участвующую в фотосинтезе, называют фотосинтетически активной радиацией (ФАР). [уч. По Агроклиматологии ]

ФАР является важнейшим агроклиматическим показателем. Для обеспечения высокой урожайности важно понимать значимость данного показателя, уметь оценивать и рассчитывать по определённым методикам.

Ниже для наглядности приведены методы расчета фотоактивной радиации (ФАР).

Прямая солнечная радиация  $S$  – это часть лучистой энергии Солнца, которая поступает к Земле в виде параллельных лучей от видимого диска Солнца.

Поток прямой солнечной радиации направленный на горизонтальную поверхность называется инсоляцией  $S'$ . Вычисляется по формуле:

$$S' = S \cdot \sin h\Theta, \quad (2.1)$$

где  $h\Theta$  — высота Солнца над горизонтом.

Рассеянная солнечная радиация  $D$  – это часть солнечной радиации, которая после отражения от облаков и рассеивания атмосферой поступает на горизонтальную поверхность.

Суммарной радиация  $Q$  – это совокупность прямой и рассеянной солнечной радиации, которая поступает в естественных условиях на горизонтальную поверхность, находится по формуле:

$$Q = S' + D \text{ или } Q = S \sin h\Theta + D. \quad (2.2)$$

Отраженная радиация  $R_k$  – это часть солнечной радиации, которая отражена от поверхности Земли.

В Международной системе единиц (СИ) энергетическая освещенность радиации измеряется в Вт/м<sup>2</sup>, а для сумм радиации используют Дж/(м<sup>2</sup>·ч), Дж/(м<sup>2</sup>·сут) и т.д. Соотношение между единицами равно:

$$\begin{aligned} 1,0 \text{ кал/ (см}^2 \cdot \text{мин)} &= 698 \text{ Дж/ (м}^2 \cdot \text{с)} = 698 \text{ Вт/м}^2; 1 \text{ кал/см}^2 = \\ &= 4,19 \cdot 10^4 \text{ Дж/м}^2; 1 \text{ ккал/см}^2 = 4,19 \cdot 10^4 \text{ кДж/м}^2. \end{aligned}$$

Отражательная способность поверхности, или альбедо  $A_k$ , вычисляется по формуле:

$$A_k = R_k / Q \cdot 100\%. \quad (2.3)$$

Альбедо выражается в процентах или в долях единицы (с точностью до сотых).

Поглощенной солнечной радиацией называется часть суммарной радиации, поглощенная земной поверхностью.

Радиационный баланс деятельного слоя, или остаточная радиация – это разность между приходящими к деятельному слою Земли и уходящими от него потоками лучистой энергии.

Уравнение радиационного баланса представлено в виде:

$$B = S' + D - R_k - E_{\text{эф}} \text{ или } B = Q(1 - A_k) - E_{\text{эф}}, \quad (2.4)$$

где  $B$  — радиационный баланс;  $E_{\text{эф}}$  — эффективное излучение (разность между собственным излучением Земли и встречным излучением атмосферы).

Радиационный баланс можно вычислить по измеренным значениям  $S'$ ,  $D$ ,  $A_k$  и  $E_{\text{эф}}$  или измерить балансомером.

В процессе фотосинтеза растений используется часть солнечной радиации, находящаяся в интервале длин волн 0,38–0,71 мкм.

Эта радиация называется фотосинтетически активной радиацией (ФАР). Наиболее интенсивно листья растений поглощают сине-фиолетовые (0,40–0,48 мкм) и оранжево-красные лучи (0,65–0,69 мкм).

По современным данным, количество ФАР ( $Q_{\text{ФАР}}$ ) примерно составляет 52% приходящей суммарной радиации  $Q$ :

$$Q_{\text{ФАР}} = 0,52Q. \quad (2.5)$$

Для определения часовых, дневных и месячных сумм ФАР по соответствующим суммам прямой и рассеянной радиации используют формулу Росса и Томинга:

$$\Sigma Q_{\text{ФАР}} = 0,43\Sigma S' + 0,57\Sigma D. \quad (2.6)$$

Значения QФАР могут быть определены по климатическим справочникам и атласам. Для нужных нам пунктов данные приведены в табл.2.3.

Таблица 2.3. Месячные суммы суммарной ФАР (МДж/(м<sup>2</sup>·мес)) для пунктов Тамбовской области (по данным Х.А. Молдау, Ю.К. Росса и др.)

Станция	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Вегетационный период	
									t>5°C	t>10°C
Мичуринск	162	194	246	301	298	262	166	76	1453	1238

Данные по г. Мичуринск были обнаружены в одной из задач сборника задач и вопросов по агрометеорологии, А.П. Лосева

Для характеристики количества солнечной радиации, которая используется растениями, ввели понятие коэффициента использования ФАР, под которым понимают отношение части ФАР, затраченной на фотосинтез и образование биомассы за период вегетации, к количеству ФАР, приходящейся в данном районе за тот же период:

$$KQ = \Sigma Q'_{\text{ФАР}} / \Sigma Q_{\text{ФАР}} \quad (2.7)$$

где KQ — коэффициент использования ФАР или коэффициент полезного действия (КПД) солнечной радиации; Q'ФАР — сумма ФАР, затрачиваемая на фотосинтез; QФАР — сумма ФАР за период вегетации

растений. [Литература: Сборник задач и вопросов по агрометеорологии, А.П. Лосев.]

## 2.2. Температурный режим воздуха Тамбовской области

На интенсивность и направленность физиологических и биологических процессов, рост и, в конечном счете, продуктивность растений значительное влияние оказывает тепловой режим среды обитания. Большое влияние на развитие корневой системы, на активность почвенных микроорганизмов и усвоение растениями фосфатов и нитратов оказывает температура почвы. Высокая температура почвы и воздуха (выше 20°C) в период формирования цветков в колосе яровой пшеницы при недостатке почвенной влаги снижает урожай на 30-40%. С увеличением температуры скорость развития растений становится пропорциональна возрастанию температуры, но только до определенных значений. Далее при ее повышении скорость развития растений замедляется, а затем наступает их угнетение и гибель.

С помощью графиков суточного и годового хода температуры воздуха в агрометеорологии можно решить ряд практических задач. По суточному графику можно проанализировать состояние теплового режима, определить амплитуды температуры воздуха и экстремумы, а также время наступления заморозков.

По годовому ходу температуры воздуха можно рассчитать ресурсы тепла, определить продолжительность вегетационного и безморозного периодов, годовой минимум и максимум температуры воздуха и по ним вычислить амплитуду годового хода температуры воздуха.

Средняя годовая температура воздуха на территории Тамбовской области меняется от 6,9°C в Тамбове до 7,1°C – Моршанск. Среднемесячная температура воздуха принимает свой максимум в июле (21,9°C), а минимум - в январе (-9,4°C). В области умеренный климат, нет холодной зимы и аномально жаркого лета. Средняя за июль температура воздуха по области

составляет 21,6-21,9°C, а средняя за январь - минус 8,8- минус 9,4°C. В целом, температура воздуха на территории всей области имеет схожие значения. (таблица 2.4).

Таблица 2.4. Средняя месячная и годовая температура воздуха, С

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Тамбов	-9,4	-7,0	-1,8	8,0	16,1	18,8	21,6	20,1	13,7	6,4	0,5	-4,2	6,9
Мичуринск	-8,8	-6,4	-1,5	8,5	16,5	19,1	21,7	20,3	13,6	6,3	0,2	-4,2	7,1
Моршанск	-9,0	-6,8	-2	8,4	16,9	19,3	21,9	20,6	13,5	5,9	-0,1	-4	7,1
Жердевка	-8,9	-6,7	-1,9	8,3	16,7	19,3	21,8	20,3	13,7	6,0	0,0	-4,3	7,0

Для наглядности годового хода температуры воздуха, был построен график среднемесячных температур на территории Тамбовской области. По графику четко видно, что значения температур в основном отклоняются на 0,1 – 0,6 °С. Были взяты 4 станции в разных частях области. В северной части рассматривался г. Моршанск, южной – Жердевка, в центральной части области г. Тамбов, а в западной г. Мичуринск. Как видно из годового хода температуры воздуха разница среднемесячных температур не значительна как в теплый период года, так и в зимний (Рисунок 2.3).

Зима умеренно-холодная, наступает в декабре, она может затянуться до конца марта. Весна короткая. Обычно в конце апреля — начале мая температура уже достигает летних значений. Лето длинное и тёплое, температура воздуха часто колеблется в районе 18-22°C.

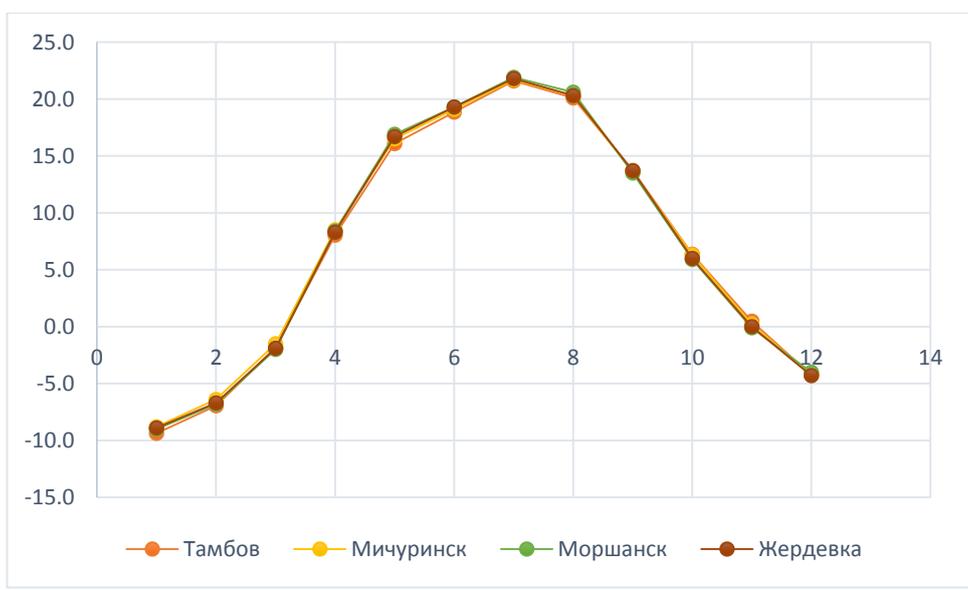


Рисунок 2.2. Годовой ход средних месячных температур воздуха

Сезонные различия в изменении климата очень важны. Одним из основных климатических показателей является температура приземного воздуха. Температурные отклонения от средних значений рассчитаны и проанализированы для оценки изменений температуры. Аномалии рассчитывались как отклонения от полученных средних многолетних значений температуры, рассчитанных за период 1980 - 2018 гг. Также посчитаны 5-летние сглаживания анализируемых показателей и построена линия тренда.

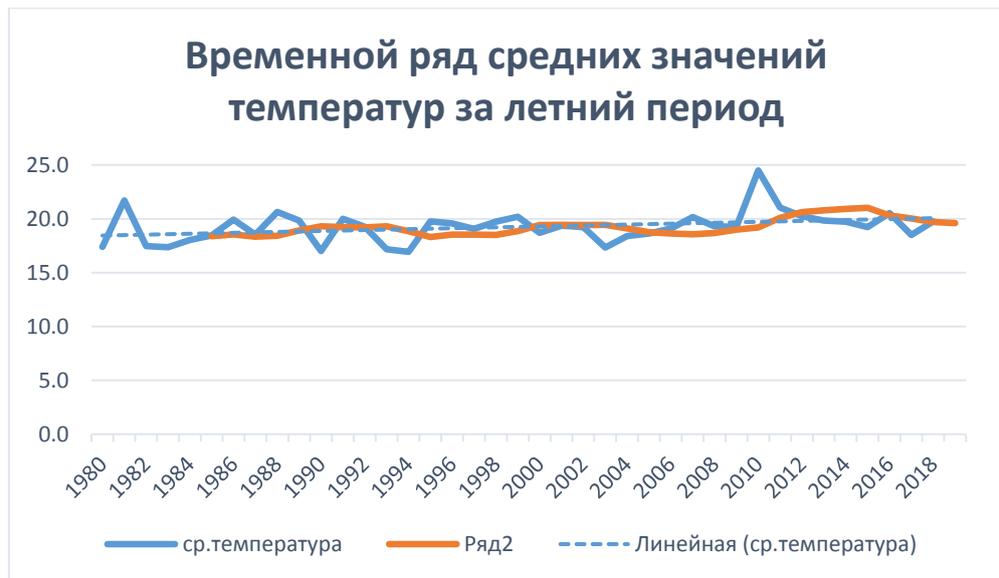
Рассмотрим каждый сезон года подробнее на примере города Тамбова. При анализе временного ряда аномалий средних значений температур зимнего сезона (Рисунок 2.3), (а) температурный ряд то повышается, то понижается в пределах от  $-3^{\circ}\text{C}$  до  $-11^{\circ}\text{C}$ . На графике, на котором представлено изменение температуры в весенний сезон за период с 1980 – 2018 гг. (Рисунок 2.3., б), можно отметить повышение температуры воздуха. На (Рисунок 2.3., в) за анализируемый период в целом заметного роста температуры воздуха не наблюдается. Рассматривая осенний период (Рисунок 2.3., г), можно отметить, что температура медленно повышается. (Приложение 1).



а)



б)



в)



г)

Рисунок 2.3. Временной ряд средних значений температур, осредненных по территории г. Тамбов Тамбовской области за период 1980-2018 гг. (по сезонам):

а – зимний, б – весенний, в – летний, г – осенний

При рассмотрении временных рядов средних значений температур в зимний и весенний сезоны наблюдается устойчивое повышение температуры. Максимальная скорость потепления наблюдается в зимний

сезон, в меньшей степени – в весенний сезон. Повышение температуры осеннего и летнего сезонов практически не отмечается.

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что главную роль в повышении температуры играет зимний сезон, а изменение летнего и осеннего сезонов практически не наблюдается.

### 2.3. Температурный режим почвы Тамбовской области

Данные для анализа термического режима были взяты из Научно-прикладного справочника по климату СССР.

Приведены данные за период с 1947-1980 гг. или за имеющийся период (указанного предела) наблюдений по ртутным термометрам, которые устанавливаются летом на поверхности почвы, освобожденной от растительности (оголенной поверхности), и зимой на поверхности снега.

Таблица 2.4. Средняя месячная и годовая температура (0°С) поверхности почвы.

Станция	Тип почвы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Тамбов	Чернозем	-11	-10	-5	7	18	24	24	22	14	5	-2	-7	7
Мичуринск	Суглинистый чернозем	-11	-11	-5	8	18	24	24	22	14	5	-2	-7	7
Моршанск	Чернозем	-12	-11	-4	8	18	23	24	22	14	5	-2	-7	6
Жердевка	Чернозем	-10	-10	-4	8	19	24	25	22	15	6	-1	-6	7

Статистическая ошибка расчета средней месячной температуры поверхности почвы составляет 0,3 – 0,8 °С.

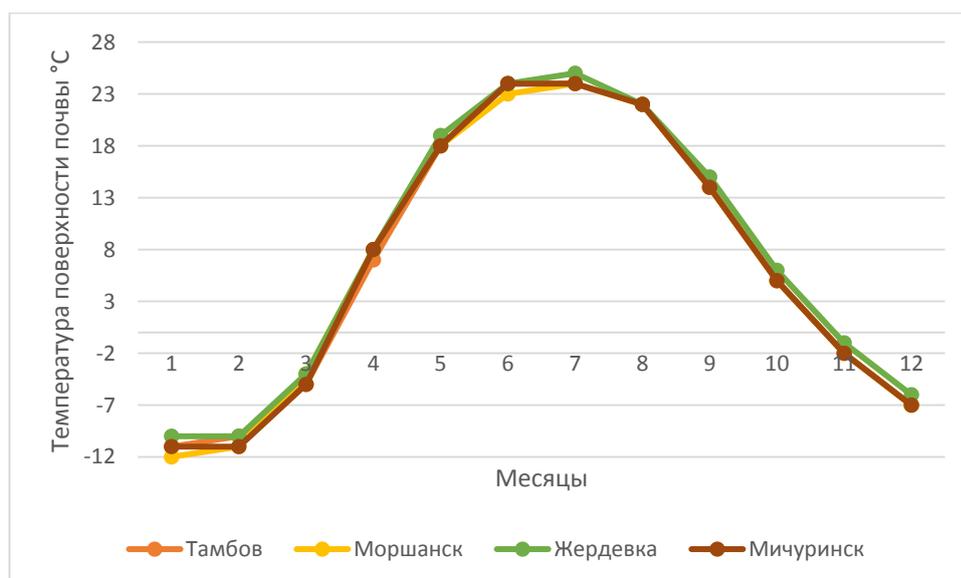


Рисунок 2.4. Средняя месячная и годовая температура (°C) поверхности почвы

Средняя месячная температура поверхности почвы имеет отрицательные значения пять месяцев в году. Наибольшая средняя месячная температура наблюдается в июле (25°C), а наименьшая в январе (-12°C). Зимой средняя месячная температура поверхности почвы не сильно отличается от температуры воздуха, но и летом разрыв не сильно увеличивается. Термический режим почвы имеет важное значение, для характеристики климата. Он представлен средними значениями температур на поверхности почвы и на различных глубинах.

График позволяет сделать вывод о сроке прогревания почвы на поверхности земли.

Благодаря (Рисунку 2.4) видно, что вегетационный период в Тамбове, Мичуринске, Моршанске и Жердевке приходится на месяц с апреля по октябрь. Средняя месячная температура почвы в этих городах составила 17°C.

#### 2.4. Оценка условий увлажнения Тамбовской области

Влажность воздуха - один из элементов увлажнения. Данные по влажности нужны для изучения условий испарения, а также чтобы охарактеризовать чрезмерное увлажнение и засуху. Водяной пар является нестабильной частью атмосферы, и его содержание сильно варьируется в зависимости от физических и географических условий района, времени года и характеристик атмосферной циркуляции. О влажности воздуха можно судить по величине упругости водяного пара, относительной влажности воздуха и не достатку насыщения воздуха водяным паром. Относительная влажность воздуха характеризуется степенью насыщения воздуха водяным паром. Сведения об относительной влажности по мешены в таблице ниже.

В качестве показателя обеспеченности влагой используют количество выпавших осадков, выраженное в миллиметрах слоя воды. Средняя годовая сумма осадков по Тамбовской области за анализируемый период с 1980 по 2018 года составила 531 мм. В северном районе области (г. Моршанск) сумма осадков составляет около 561 мм, в центральном (г. Тамбов)– 518 мм, в южном (Жердевка) – 484 мм, а в западном (г. Мичуринск) – 561 мм. За исследуемый период суммы осадков за теплый период (от даты перехода температуры воздуха через 0°C были отмечены в центральном и северном районе области – 385-403 мм, на юге и юго-западе 380-390 мм (около 71-75 % от годового количества). За холодный период года осадков выпадает в среднем по области от 115 мм, в центре до 111 мм, на севере до 126 мм, на юге – 104 мм, а на западе 188 мм, что около 19-23 % от годового количества (приложение 2).

Среднемесячное распределение осадков для региона, рассчитанное для анализируемого периода, показано на рисунке 2.5., и в таблице 2.5. Как видно из рисунка 2.5. Распределение осадков в Тамбовской области неравномерно в течение года.

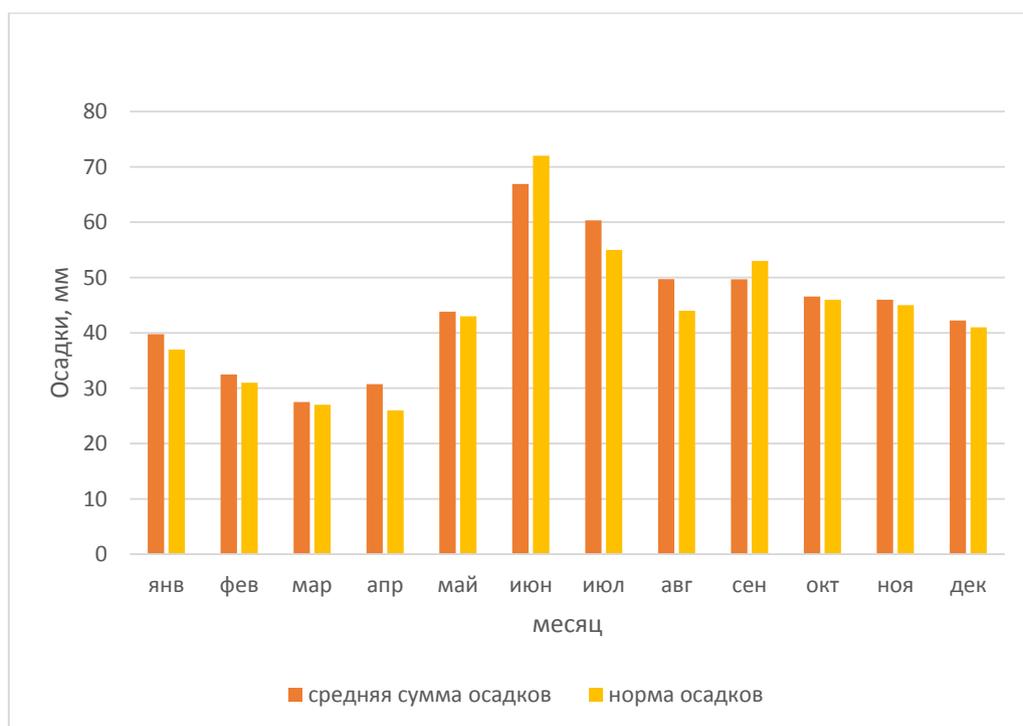


Рисунок 2.5. Средние месячные суммы осадков Тамбовской области

Зимой максимальное количество осадков в осредненных данных приходится на декабрь – 41 мм, весной отмечается в мае – 44 мм, летом на июнь – 72 мм и осенью на сентябре – 50 мм.

Минимальное количество осадков зимой было в феврале – 33 мм, весной в марте – 27 мм, летом в августе – 50 мм и осенью в ноябре – 46 мм.

Таблица 2.5. Средняя по области сумма осадков (мм) по месяцам за период 1980-2018 гг.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Среднее количество осадков за 1980-2018 гг.	40	33	27	31	44	67	60	50	50	47	46	42
норма осадков	37	31	27	26	43	72	55	44	53	46	45	41
% от нормы осадков	108	106	100	119	102	93	109	114	94	102	102	102

За период с 1980 по 2018 гг., количество осадков в отличии от нормы увеличилось во все месяцы наблюдений кроме июня и сентября. Наибольшее увеличение осадков по области было отмечено в апреле на 19 % по сравнению с нормой и в августе на 14 %. В июне произошло уменьшение количества осадков на 7 % от нормы, а также в сентябре на 6 %.

Если принять во внимание распределение осадков по годам, то наибольшее количество осадков за наблюдаемый период выпадало в 2016 (от 801 до 814 мм, что на 155-158 % выше нормы), больше всего их выпало на западе (г. Мичуринск). Наименьшее количество осадков выпало в 1986, 1996, 2010, 2014 гг. (от 303 до 371 мм, что 58-71 % от нормы), в основном в южном районе области. В общем по области самым засушливым можно считать 2014 год (рисунок 2.6).

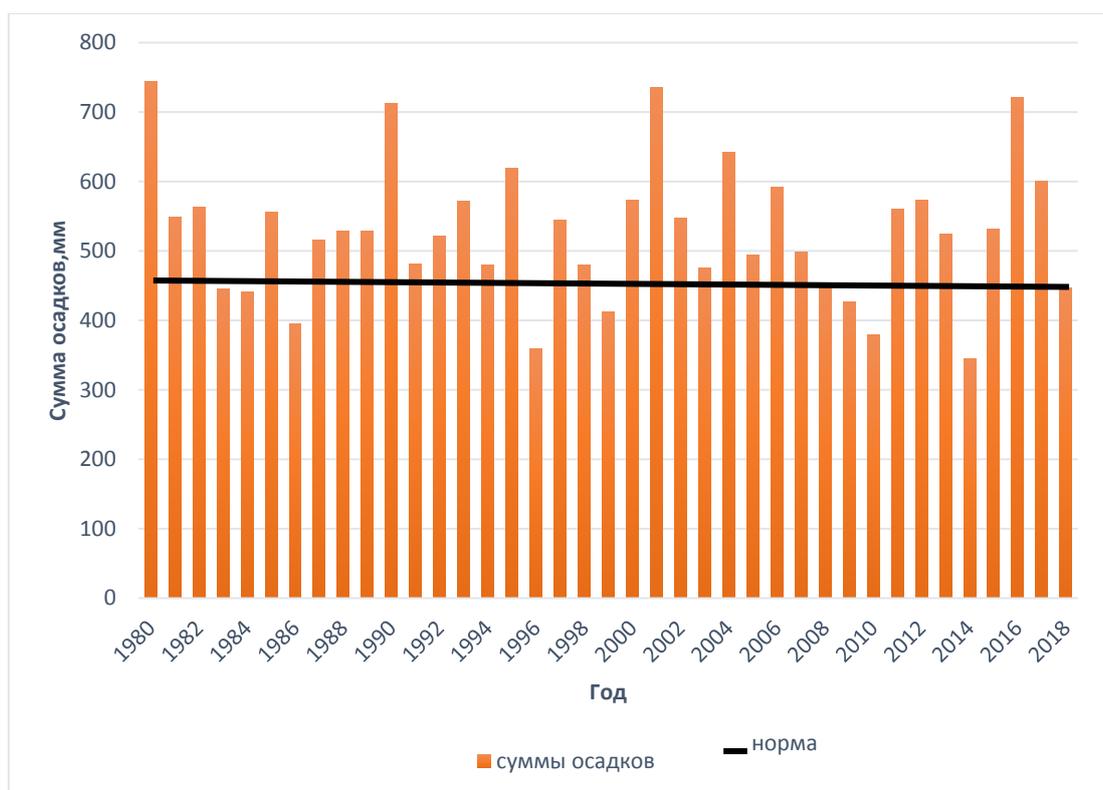


Рисунок 2. 6. Распределение сумм осадков (мм) за период 1980-2018

гг.



### 3. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Для условия произрастания различных культур важнейшую роль играет увлажнение сельскохозяйственных полей. Режим влажности почвы обуславливается рельефом местности и непрерывно меняется. В одной области при одинаковом выпадении атмосферных осадков влажность почвы различных сельскохозяйственных угодий может отличаться друг от друга. Это можно объяснить тем, что увлажнение почвы зависит от количества выпадающих осадков, их продолжительности, интенсивности, испаряемости и от характера подстилающей поверхности. На определенной территории растения по-разному расходуют запасы влаги из почвенного слоя в различные периоды своего развития.

Показателем обеспеченности влагой вегетационного периода можно считать количество выпавших осадков, которые выражаются в миллиметрах слоя воды. В период активной вегетации растений сумма осадков по области в среднем составляет 220-250 мм. Однако изменчивость довольно значительная. Летом в среднем выпадает от 100 до 150 мм осадков, что обеспечивает достаточное увлажнение сельскохозяйственных угодий. Самая большая потребность растений во влаге наблюдается в период интенсивного роста вегетационного периода и формирования репродуктивных органов. Для ранних зерновых культур весомое значение имеют осадки в первой половине лета. Следовательно, эффективными осадками можно считать те, которые обеспечивают непрерывное водоснабжение растений. Количество выпадающих осадков за вегетационный период не совсем достоверно характеризует обеспеченность влагой территории. Осадки, которые выпадают в период активной вегетации, создают условия влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, которые оцениваются ГТК.

ГТК – Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова показывает уровень влагообеспеченности или влагодефицита территории. Этот показатель часто используют в агрометеорологии для общей оценки климата и выделения зон различного уровня влагообеспеченности для определения целесообразности выращивания тех или иных сельхоз культур.

Также ГТК позволяет оценить интенсивность засухи.

С.А. Сапожниковой предложены следующие пределы ГТК для оценки увлажнения территории. При ГТК от 0,81 до 1,0 – засуха слабая, от 0,80 до 0,61 – средняя, от 0,60 до 0,31 – сильная, менее 0,30 – очень сильная. Условия увлажнения могут быть избыточно влажными при  $ГТК > 2$ , засушливыми при  $ГТК < 1$  и сухими при  $ГТК < 0,5$  [3]. (указать учебник)

На основе данных, представленных сайтом [gp5](http://gp5.ru) и [metro.ru](http://metro.ru) по Тамбовской области, о суммах активных температур, осадках за период активной вегетации, дат устойчивого перехода средних суточных температур через 0, 5 и 10<sup>0</sup> основных метеопостов, расположенных в следующих населенных пунктах: Тамбов, Мичуринск, Моршанск и Жердевка был рассчитан ГТК (приложение 3).

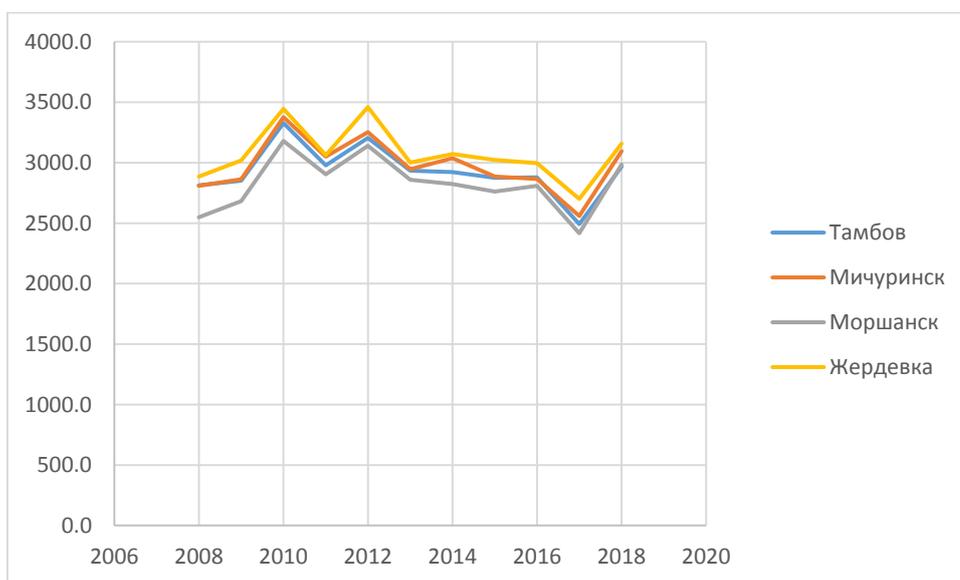
Показатель ГТК рассчитывался по следующей формуле:

$$ГТК = \frac{R}{\sum t \times 0,1} \quad (3.1)$$

где R – сумма осадков в миллиметрах за период с температурами выше +10<sup>0</sup>С;  $\sum t$  – сумма температур в градусах <sup>0</sup>С за период активной вегетации.

На рисунке 3.1(приложение 3) представлена межгодовая динамика сумм активных температур по основным пунктам Тамбовкой области. На всех метеостанциях максимум теплообеспеченности периода активной вегетации приходится на 2010 и 2012 года. Период активной вегетации характеризуется устойчивым переход температуры атмосферного воздуха через +10<sup>0</sup>С. Самые высокие суммы активных температур были зафиксированы в 2012 году во всех районах. Начиная с 2013 года ход

начинает постепенно снижаться. В 2017 году можно наблюдать резкое падение суммы температур в каждом пункте наблюдения.

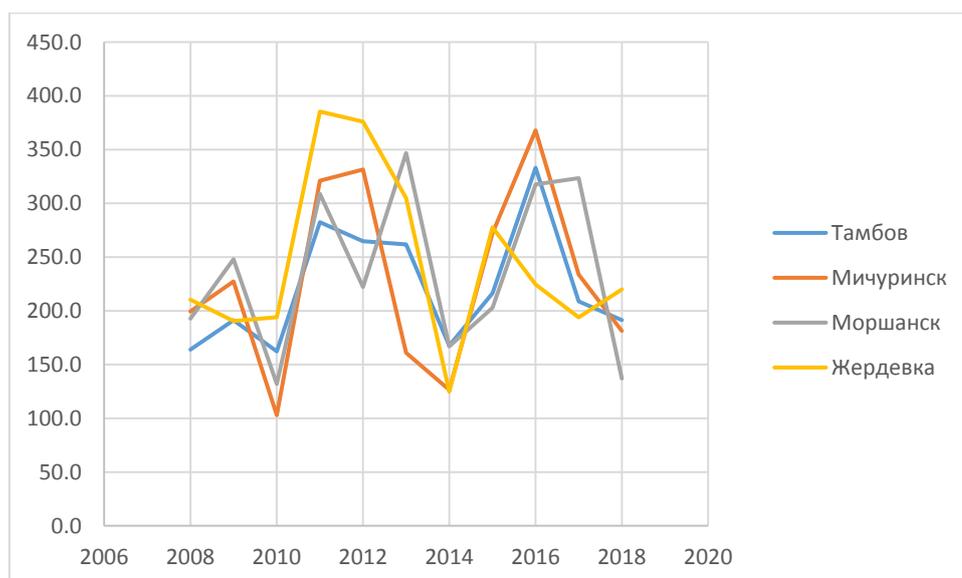


**Рисунок 3.1.** Сумма активных температур выше 10<sup>0</sup>С в основных метеорологических пунктах наблюдений Тамбовской области

Еще одной важной характеристикой для обеспечения урожая сельскохозяйственных культур считаются осадки в период вегетации. Они изменяются более резко по сравнению с суммами активных температур как от года к году, так и от пункта к пункту (рисунок 3.2). (Приложение 3).

Для произрастания растений очень важно количество осадков в период активной вегетации. Наибольшее количество выпало в пункте Жердевка в 2011 году и было равно 385 мм. Наименьшее количество осадков наблюдалось в Мичуринске – всего 103 мм. В 2010 и 2014 году был отмечен резкий спад количества осадков во всех районах по сравнению с другими годами наблюдений.

Результаты расчёта показателя ГТК представлены в таблице 3.1.



**Рисунок 3.2.** Сумма осадков за период активной вегетации в основных метеорологических пунктах наблюдений Тамбовской области

**Таблица 3.1.** Показатель ГТК Тамбовской области

Года \ Пункты	Тамбов	Мичуринск	Моршанск	Жердевка
2008	0,58	0,71	0,76	0,73
2009	0,67	0,79	0,92	0,63
2010	0,49	0,30	0,42	0,56
2011	0,95	1,05	1,06	1,26
2012	0,83	1,02	0,71	1,09
2013	0,89	0,55	1,21	1,02
2014	0,57	0,42	0,59	0,41
2015	0,75	0,94	0,73	0,92
2016	1,16	1,28	1,13	0,75
2017	0,84	0,91	1,34	0,72

2018	0,65	0,59	0,46	0,70
Ср. значение	0,76	0,78	0,85	0,80
Ср. значение Для Тамбовской области	0,80			

Среднее значение ГТК за 10 лет (2008-2018 гг.) изменялось от 0,76 (Тамбов) до 0,85 (Моршанск).

Средняя многолетняя величина ГТК (за период с температурой выше 10°C) в Тамбовской области исследования составляет 0,8, что говорит о хорошей увлажненности территории. Это говорит о том, что период активной вегетации, в основном, протекает в увлажненных условиях, и коэффициент увлажнения в среднем несколько повысился.

Условия увлажнения вегетационного периода в отдельные годы могут быть лучше (влажные) или хуже (сухие) средних многолетних. Самыми засушливыми за исследуемый период были 2010, 2014 и 2018 годы, когда значения ГТК колебались в среднем по области от 0,44 до 0,60, т.е. в 27 % лет из наблюдалась сильная засуха.

Хорошо увлажненными были 2011, и 2016 года, т.е. в 18% лет засуха не наблюдалась. Среднее областное ГТК в эти годы превышало 1,0 (приложение 4, рисунок 3.3).



Рисунок 3.3. Средние значения ГТК Тамбовской области за период с 2008-2018 гг.

На территории Тамбовской области ГТК в течение вегетационного периода изменяется от 0,80 до 1,08 в течение года; достигнет своего максимального значения в сентябре. В течение трех месяцев (май - июль) территория Тамбовской области имеет оптимальное увлажнение, а в августе влажность уже недостаточная. Во время сбора технических культур (сентябрь) на территории области наблюдается повышенная и чрезмерная влажность, что затрудняет сбор урожая в некоторые годы.

Вегетационный период – это устойчивый переход (10 суток) среднесуточных температур через 5°C. В таких условиях растение начинает увеличиваться в размере, меняет форму, а также происходит образование новых клеток.

Период активной вегетации – это переход среднесуточных температур через 10°C. Растения в этот период начинают цвести и плодоносить.

На рисунке 3.4 – 3.8 (приложение 5) показаны соотношения между продолжительностью периода вегетации (переход ср. сут. температуры через 5°C) и периода активной вегетации (переход ср. сут. температуры через 10°C).

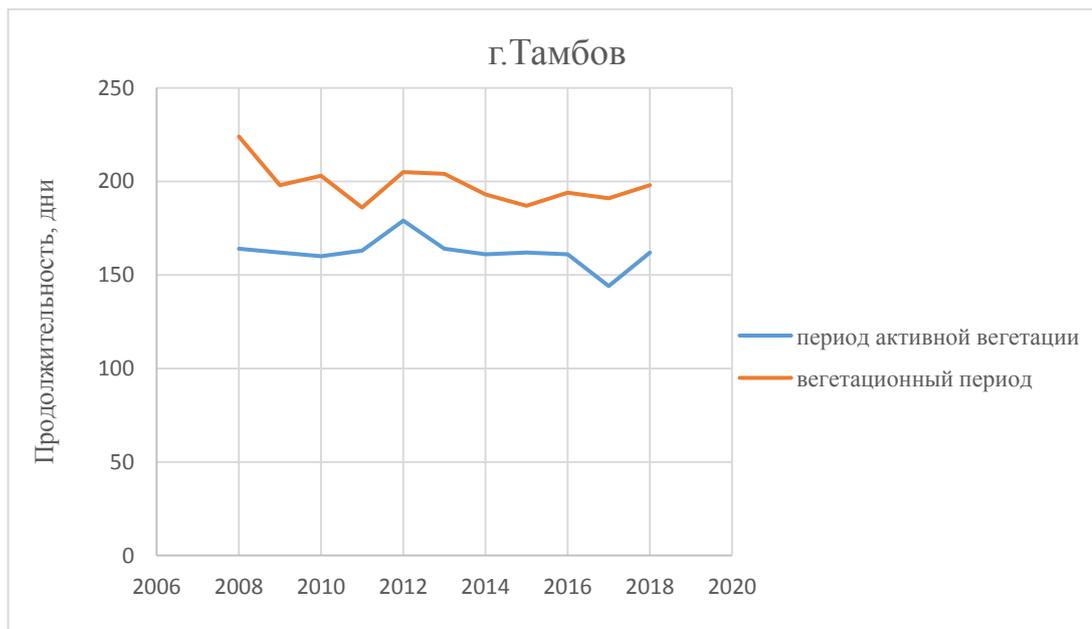


Рисунок 3.4. Продолжительность вегетационного периода и периода активной вегетации в Тамбове

Из графика видно, что неблагоприятным был 2013 год, т.к. происходит уменьшение вегетационного периода и увеличение продолжительности активной вегетации, такой ход температур опасен не стабильными переходами и приводит к тому, что высок риск поздневесенних и раннеосенних заморозков. Самый длительный вегетационный период в Тамбове был отмечен в 2008 году и длился 224 дня. Самый короткий был в 2011 году и составил 186 дней. Средняя продолжительность периода вегетации продлилась 198 дней, а периода активной вегетации – 162 дня.

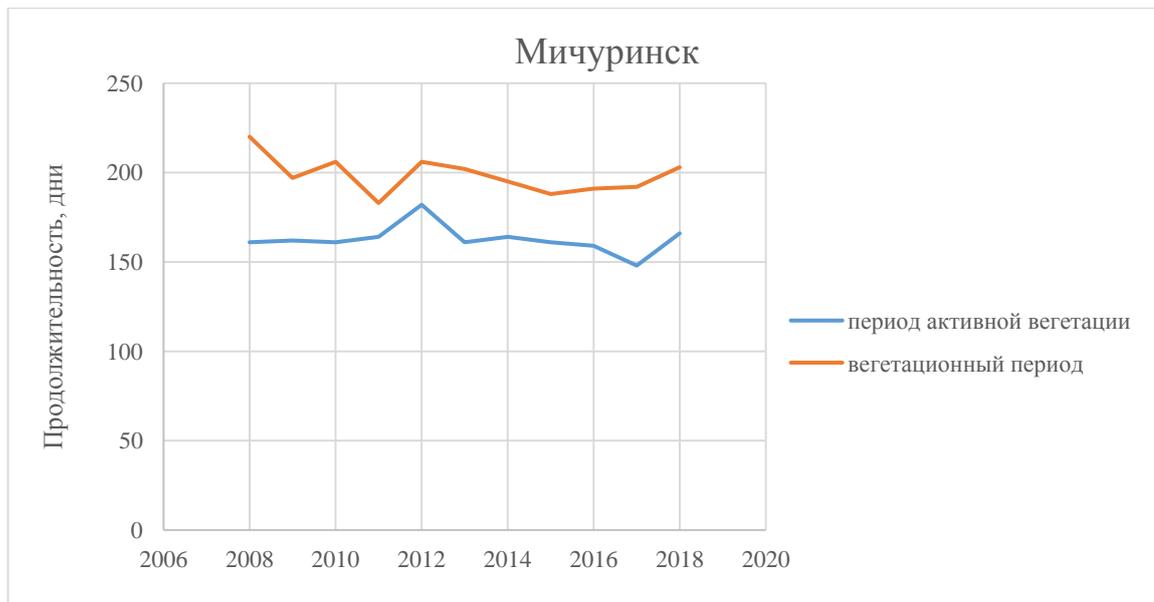


Рисунок 3.5. Продолжительность вегетационного периода и периода активной вегетации в Мичуринске

В наблюдаемый период в Мичуринске можно отметить, что в 2008 году был самый длительный период вегетации – 220 дня, а в 2011 самый короткий вегетационный период – 183 дня. Период активной вегетации также имеет абсолютный максимум в 2012 году – 182 дня, и минимум в 2017 году – 148 дней. Неблагоприятными для сельского хозяйства были 2010-2011 года: для них было характерно уменьшение продолжительности вегетационного периода и увеличение периода активной вегетации.

Аналогично предыдущим пунктам в Моршанске к неблагоприятным периодам можно отнести 2010 - 2011 годы, которым было свойственно уменьшение вегетационного периода и увеличение периода активной вегетации. В Моршанске самый длительный вегетационный период наблюдался в 2008 году и составил 214 дней, а самый короткий был в 2011 году – 185 дней. Самый продолжительный период активной вегетации – 179 дней в 2012 году, а самый краткосрочный – 144 дня в 2017 году.

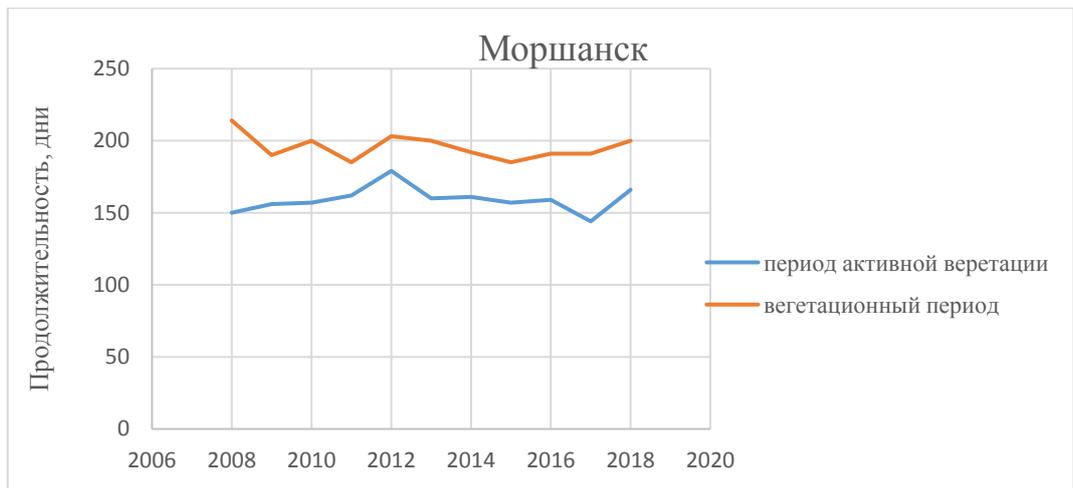


Рисунок 3.6. Продолжительность вегетационного периода и периода активной вегетации в Моршанске

Для Моршанска 2017 год был не благоприятным: происходит увеличение вегетационного периода и сокращение периода активной вегетации. 2009 год характеризовался уменьшением вегетационного периода и повышением продолжительности периода активной вегетации.



Рисунок 3.7. Продолжительность вегетационного периода и периода активной вегетации в Жердевке

В Жердевке (рисунок 3.7) самый непродолжительный вегетационный период составил 187 дней в 2011 и 2015 годах, в противовес им – 2010 год

(224 дня). Период активной вегетации в 2012 году самый продолжительный – 190 дней, а в 2017 году самым краткосрочным – 152 дня.

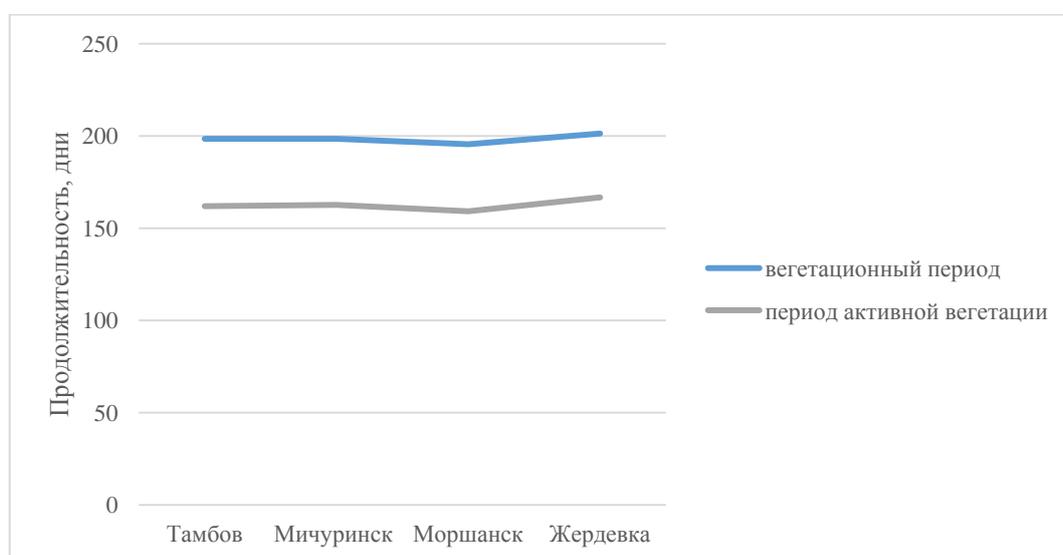


Рисунок 3.8. Средняя продолжительность вегетационного периода и периода активной вегетации в основных метеорологических пунктах наблюдений Тамбовской области

На рисунке 3.8 представлены осреднённые за исследуемый период продолжительности вегетационных периодов по всем пунктам наблюдений Тамбовской области. Наибольшей продолжительностью периода активной вегетации и вегетационного периода отличается центр, запад и юг (юго-запад) области – Тамбов, Мичуринск и Жердевка.

За исследуемое десятилетие можно сделать вывод о том, что во всех изучаемых пунктах средняя продолжительность вегетационного периода и периода активной вегетации увеличились. Начало и продолжительность вегетационного периода зависит от начала наступления весны и её характера.

В общем, климат Тамбовского района благоприятен для осуществления всех видов хозяйственной деятельности: зимой преобладает слабо- и умеренно морозная погода, во второй половине зимы много солнечных тихих дней. К середине мая устанавливается комфортная температура 15°C и держится выше этого уровня до начала сентября.

Затяжные весны не характерны для Тамбовской области. Среднесуточная температура раньше обычных сроков не переходит через  $0^{\circ}$ , повышение температур идет равномерно, период вегетации (переход через  $5^{\circ}$ ) наступает в основном в конце марта, а период активной вегетации начинается в апреле (переход через  $10^{\circ}$ ).

В последние годы во всех пунктах отмечена общая тенденция: длительный период от начала весны до начала периода вегетации и стремительный (в несколько дней) переход к периоду активной вегетации (рисунок 3.9-3.13). Это усложняет ведение сева теплолюбивых культур.

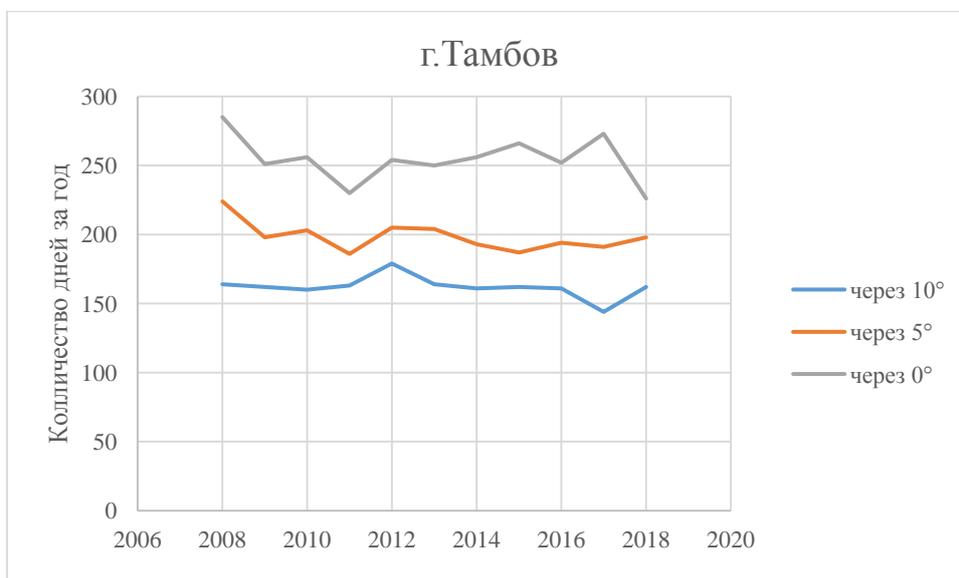


Рисунок 3.9. Переход среднесуточных температур через  $0^{\circ}$ ,  $5^{\circ}$  и  $10^{\circ}$  в Тамбове

Для сельского хозяйства важна не только продолжительность в днях периодов вегетации и активной вегетации, но и соотношение между этими периодами. Анализируя начало периодов наступления весны, периодов вегетации и активной вегетации в Тамбове можно сделать вывод о том, что 2014, 2015 и 2017 годы были не благоприятны для роста озимых культур, т.к. в эти годы переход температуры от  $0$  к  $5^{\circ}\text{C}$  происходил дольше обычного, что характерно для затяжной весны. Такая весна опасна для озимых культур тем, что могут вызывать перепревание, вымокание, вымерзание посевов.

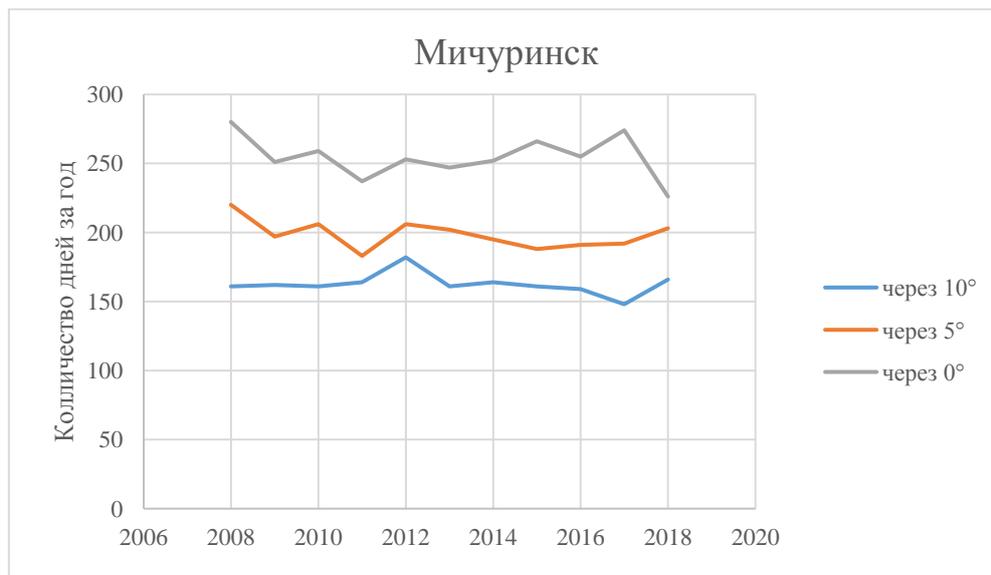


Рисунок 3.10. Переход среднесуточных температур через 0<sup>0</sup>, 5<sup>0</sup> и 10<sup>0</sup> в Мичуринске

Затяжная весна в Мичуринске была характерна для 2015 - 2016 годов. 2015-2016 годы характеризовались длительной весной, но переход температур через 5<sup>0</sup> и 10<sup>0</sup> произошёл намного быстрее, чем через 0<sup>0</sup> и 5<sup>0</sup>. В 2018 году так же произошёл резкий скачок температур между 0 и 5<sup>0</sup>С, что чревато возвращением заморозков.

В Моршанске урон сельскому хозяйству нанесли климатические условия весны 2018 года. В этот год период вегетации наступил очень стремительно: за пару дней температура из нейтральных перешла в положительные - +5<sup>0</sup>С. Такие условия опасны для озимых культур, они не успели пройти фазы созревания, относящиеся к определённым температурным режимам.

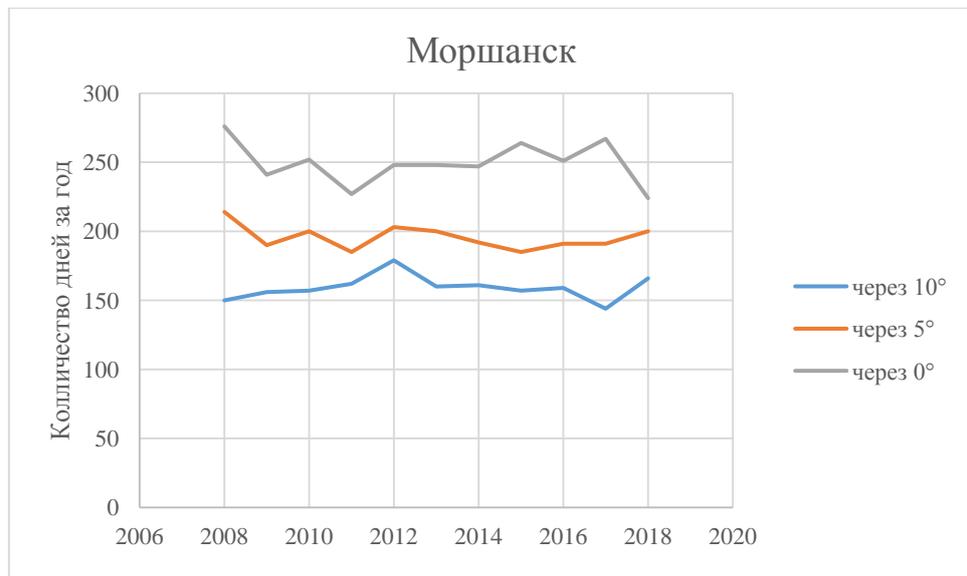


Рисунок 3.11. Переход среднесуточных температур через 0<sup>0</sup>, 5<sup>0</sup> и 10<sup>0</sup> в Моршанске

Например, у озимой пшеницы зерно прорастает при температуре 1 - 2<sup>0</sup>С, а процесс ассимиляции активизируется при температурах 3 - 4<sup>0</sup>С. Длительные затяжные вёсны, которые были отмечены для 2015-2017 годов.



Рисунок 3.12. Переход среднесуточных температур через 0<sup>0</sup>, 5<sup>0</sup> и 10<sup>0</sup> в Жердевке

В Жердевке затяжные вёсны были характерны для 2015 и 2016 годов, а быстрая весна наступила – в 2018. Быстрым был переход от 5 к 10<sup>0</sup>С в 2013,2014 и 2015 году.

Анализируя все даты наступления перехода температур через 0<sup>0</sup>, 5<sup>0</sup> и 10<sup>0</sup> во всех пунктах, можно сделать вывод, что за 2010-2018 гг. период активной вегетации наступал довольно рано, что нельзя сказать о периоде вегетации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы была достигнута поставленная цель и проведены исследования влияния агроклиматических условий по выбранным показателям на территории Тамбовской области, из которых можно сделать следующие выводы:

1. Проанализированы основные физико-географические особенности исследуемой территории, а именно, влияние атмосферной циркуляции, радиационного режима, рельефа местности и состояния почвенного покрова;
2. Территория Тамбовской области имеет благоприятную экологическую обстановку, богатые природные ресурсы и комфортные климатические условия в центральной части России, что способствует развитию сельского хозяйства;
3. В процессе работы было установлено, что Тамбовская область является агропромышленным регионом. Хотя с развитием промышленного производства агропромышленный комплекс и сельское хозяйство теряют свои позиции, но в настоящее время они всё равно остаются ведущими секторами экономики области;
4. Проведен анализ агроклиматических показателей – продолжительность солнечного сияния, температурный режим воздуха и почвы, а также условий увлажнения территории;
5. Среднемесячная температура воздуха достигает своего максимума в июле ( $21,9^{\circ}\text{C}$ ), а минимума в январе ( $-9,4^{\circ}\text{C}$ ). В области умеренный климат, нет холодной зимы и аномально жаркого лета, но благодаря большой продолжительности солнечного сияния лето достаточно засушливое из-за недостаточного увлажнения и интенсивного солнечного сияния область находится в опасной зоне. Сильные

засухи встречаются раз в 10-12 лет, что может привести к гибели практически всего урожая;

6. Для расчета уровня влагообеспеченности был использован гидротермический коэффициент (ГТК). Условия которого бывают избыточно влажными ГТК>2, засушливыми ГТК <1 и сухими ГТК <0,5;
7. Среднее значение ГТК за 10 лет (2008-2018 гг.) изменялось от 0,76 (Тамбов) до 0,85 (Моршанск);
8. Средняя многолетняя величина ГТК (за период с температурой выше 10°C) в Тамбовской области исследования составляет 0,8, что говорит о средней увлажненности территории. Это говорит о том, что период активной вегетации, в основном, протекает в увлажненных условиях, и коэффициент увлажнения в среднем несколько повысился;
9. В общем анализе дат перехода через 0, 5 и 10°C всех анализируемых периодов приводит к следующим выводам – в последние годы во всех пунктах отмечена общая тенденция: длительный период от начала весны до начала периода вегетации и стремительный (в несколько дней) переход к периоду активной вегетации. Это усложняет ведение сева теплолюбивых культур;

В заключении всего можно отметить, что Тамбовская область является благоприятной для выращивания сельскохозяйственных культур. Но в последние десятилетия двадцатого века и в начале XXI века все чаще наблюдаются значительные отклонения климатических показателей от среднемноголетних. Эти изменения становятся стабильными и влияют на другие компоненты природы, тем самым изменяя общую ситуацию в области. Территория Тамбовской области относится к теплому и засушливому агроклиматическому району, который характерен для южных областей. Такие агроклиматические условия позволяют выращивать в

области теплолюбивые сельскохозяйственные культуры такие как, зерновые, зернобобовые, сахарную свеклу и подсолнечник.

Но современные изменения привели к нестабильности условий произрастания сельскохозяйственных культур, из-за увеличения повторяемости опасных явлений. Неблагоприятные тенденции в сельском хозяйстве Тамбовской области отразились в основном на формировании экстремальных значений метеорологических параметров в летний период, что увеличивает вероятность возникновения засух.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сборник задач и вопросов по агрометеорологии: учеб. пособие / А.П. Лосев. — М.: ИНФРА-М, 2018. — 170 с.
2. Журина Л.Л. Агрометеорология: учебник / Л.Л. Журина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2019. — 350 с.
3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Тамбовской области в 2018 году / Администрация Тамбовской области; Управление по охране окружающей среды и природопользованию Тамбовской области. — Тамбов, 2019. — 209 с.
4. Солнечная радиация и формирование урожая: учеб. Пособие / Х.Г. Тооминг – Гидрометеоиздат, 1977 г. 26 с.
5. Л. П. Серякова. Агрометеорология, учебное пособие. Ленинград, 1978
6. Н. И. Синицина, И. А. Гольцберг, Э. А. Струнников. Агроклиматология. Гидрометеоиздат, 1973
7. Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. Учебное пособие. - СПб, изд. РГГМУ, 2006 - 84 с.
8. С.Н. Дудник, М.Е. Буковский, Н.А. Галушкина. Климатические региональные сезонные изменения на территории Тамбовской области. Университет им. В.И. Вернадского. №3(47), 2013.
9. А. П. Лосев. Практикум по агрометеорологическому обеспечению растениеводства. Санкт-Петербург Гидрометеоиздат, 1994
10. Авторский коллектив ОАО «Гипрогор». Тамбовский район. 2 том. Материалы по обоснованию.

11. Юмашев Н.П., Трунов И.А. Почвы Тамбовской области. – Мичуринск – Научоград РФ.: Изд-во Мичурин. гос. агр. ун-та 2006 – 216 с.
12. М. Е. Буковский, С. Н. Дудник, А. Г. Шалагина, В. Н. Щетинин. Многолетняя динамика увлажнения территории Тамбовской области. // Университет им. В. И. Вернадского. № 2(64). 2017.
13. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 28. Раздел 2. Солнечное сияние. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 93-94 с.
14. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 28. Раздел 2. Температура почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 133 с.
15. Интернет: <http://meteo.ru/>
16. Интернет: <https://rp5.ru/>
17. Интернет: <https://ab-centre.ru/> Сельское хозяйство Тамбовской области.
18. Интернет: <http://www.geol.vsu.ru/> Лекция № 2. Атмосферная циркуляция и климатообразование. Климатообразование. Общая циркуляция атмосферы. Классификация климата.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

(Приложение 1)

## Температура воздуха г. Тамбов с 1980-2018 гг.

Тамбов	Год	Январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	Август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
27947	1980	-12,2	-9,9	-7,5	6,2	11,2	18,1	18,7	15,4	12,5	4,7	-1,8	-3,6
27947	1981	-5,9	-5,3	-4,4	3,2	14,6	21,6	23,5	20,0	12,4	7,5	-0,9	-3,0
27947	1982	-7,4	-10,1	-1,8	6,1	12,9	15,0	19,0	18,4	13,4	4,1	0,3	-1,7
27947	1983	-4,6	-5,0	-3,5	12,1	15,3	15,7	19,0	17,4	13,0	5,8	-2,3	-3,9
27947	1984	-5,5	-12,5	-3,1	7,5	19,2	17,9	19,9	16,3	14,1	6,2	-2,7	-10,7
27947	1985	-10,0	-12,9	-6,5	6,0	16,0	16,7	17,8	20,9	11,4	5,2	-2,2	-7,2
27947	1986	-6,9	-15,6	-2,3	10,7	14,1	20,5	19,4	19,9	10,7	5,1	-3,1	-8,1
27947	1987	-17,4	-8,9	-7,6	2,1	15,1	19,8	18,9	16,9	10,2	3,3	-4,3	-8,5
27947	1988	-8,8	-8,8	-1,9	6,0	15,2	20,9	22,7	18,3	12,0	5,7	-6,4	-7,8
27947	1989	-3,9	-2,1	-0,1	8,4	14,0	21,3	19,5	18,7	14,1	6,3	-2,0	-4,6
27947	1990	-6,7	-1,0	2,6	9,6	12,0	15,4	19,0	16,6	10,7	5,7	0,8	-5,0
27947	1991	-5,8	-8,1	-4,2	8,4		21,2	20,4	18,4	12,7	9,0	-1,6	-6,9
27947	1992	-5,4	-7,2	-0,3	6,6	13,3	18,9	19,3	19,6	13,5	3,8	-0,9	-6,3
27947	1993	-5,1	-6,8	-3,0	6,4	15,6	15,8	18,5	17,2	8,9	5,3	-9,6	-4,8
27947	1994	-4,0	-13,8	-5,1	8,4	12,3	15,6	18,0	17,2	16,8	6,5	-2,0	-10,2
27947	1995	-7,0	-2,2	-0,7	11,4	16,4	21,5	19,9	17,9	14,0	6,6	-0,5	-8,6
27947	1996	-12,8	-10,8	-5,6	5,9	18,5	18,3	21,0	19,4	11,7	6,0	3,2	-8,7
27947	1997	-9,8	-7,3	-1,8	5,7	13,4	20,0	19,4	17,8	9,9	4,9	-1,0	-9,1
27947	1998	-8,2	-8,8	-1,3	4,8	15,0	20,4	21,4	17,4	12,4	6,5	-7,4	-8,5
27947	1999	-4,5	-5,5	-3,1	9,8	10,2	20,3	22,7	17,6	12,3	7,0	-5,5	-2,2
27947	2000	-7,9	-4,2	-1,6	11,1	10,3	16,7	20,5	18,9	10,9	6,4	-1,6	-2,5
27947	2001	-3,7	-6,1	-1,3	11,0	13,1	16,5	23,6	18,0	12,8	4,4	0,6	-11,6
27947	2002	-7,0	-1,0	2,6	7,3	12,7	17,2	22,9	17,6	13,6	4,7	0,1	-14,1
27947	2003	-7,4	-11,6	-6,6	4,9	15,7	13,7	20,1	18,2	12,3	6,4	0,9	-3,6
27947	2004	-5,1	-7,1	0,7	5,6	13,3	16,5	19,4	19,3	13,8	6,3	0,0	-3,7
27947	2005	-3,7	-9,6	-7,1	7,6	16,9	17,3	19,6	19,0	14,0	6,8	0,7	-4,2
27947	2006	-13,8	-14,9	-4,4	6,6	13,8	19,5	18,2	19,6	13,5	7,4	0,2	-0,3
27947	2007	-1,0	-10,1	2,6	6,0	16,6	18,0	19,9	22,6	13,9	7,7	-2,1	-6,9
27947	2008	-10,1	-4,3	3,1	11,1	13,5	16,5	20,7	20,7	12,5	9,0	2,3	-4,1
27947	2009	-7,6	-5,5	-1,8	5,8	14,3	19,5	21,5	16,8	15,8	8,1	1,5	-7,5
27947	2010	-18,1	-8,5	-2,9	8,3	17,7	22,1	26,8	24,6	14,2	4,2	4,6	-4,5
27947	2011	-10,1	-13,4	-5,0	6,0	16,2	19,4	23,9	19,8	13,1	6,6	-2,3	-1,6
27947	2012	-8,4	-13,3	-4,4	11,0	17,5	19,4	21,5	19,8	13,3	9,3	2,0	-6,6
27947	2013	-7,7	-5,6	-5,2	8,1	18,6	20,2	19,6	19,7	11,7	6,5	4,2	-3,1
27947	2014	-10,0	-4,9	0,7	7,4	18,1	17,3	21,0	20,9	13,1	4,6	-3,0	-4,4
27947	2015	-6,9	-4,6	-0,4	6,8	16,3	20,3	19,8	17,6	15,6	3,7	0,9	-0,8
27947	2016	-9,8	-0,6	1,3	9,8	14,5	18,8	21,6	21,2	11,6	5,2	-2,2	-7,5
27947	2017	-7,9	-6,8	2,0	7,0	12,9	15,9	19,6	20,0	13,8	5,4	-0,2	-0,3
27947	2018	-6,5	-9,0	-7,4	7,1	17,3	17,9	21,5	19,9	16,2	7,4	-2,5	-6,3

Средние значения температур по сезонам с 1980-2018 гг.

Тамбов	Год	ср. за зиму	ср. за весну	ср. за лето	ср. за осень
27947	1980	-8,6	3,3	17,4	5,1
27947	1981	-4,7	4,5	21,7	6,3
27947	1982	-6,4	5,7	17,5	5,9
27947	1983	-4,5	8,0	17,4	5,5
27947	1984	-9,6	7,9	18,0	5,9
27947	1985	-10,0	5,2	18,5	4,8
27947	1986	-10,2	7,5	19,9	4,2
27947	1987	-11,6	3,2	18,5	3,1
27947	1988	-8,5	6,4	20,6	3,8
27947	1989	-3,5	7,4	19,8	6,1
27947	1990	-4,2	8,1	17,0	5,7
27947	1991	-6,9	2,1	20,0	6,7
27947	1992	-6,3	6,5	19,3	5,5
27947	1993	-5,6	6,3	17,2	1,5
27947	1994	-9,3	5,2	16,9	7,1
27947	1995	-5,9	9,0	19,8	6,7
27947	1996	-10,8	6,3	19,6	7,0
27947	1997	-8,7	5,8	19,1	4,6
27947	1998	-8,5	6,2	19,7	3,8
27947	1999	-4,1	5,6	20,2	4,6
27947	2000	-4,9	6,6	18,7	5,2
27947	2001	-7,1	7,6	19,4	5,9
27947	2002	-7,4	7,5	19,2	6,1
27947	2003	-7,5	4,7	17,3	6,5
27947	2004	-5,3	6,5	18,4	6,7
27947	2005	-5,8	5,8	18,6	7,2
27947	2006	-9,7	5,3	19,1	7,0
27947	2007	-6,0	8,4	20,2	6,5
27947	2008	-6,2	9,2	19,3	7,9
27947	2009	-6,9	6,1	19,3	8,5
27947	2010	-10,4	7,7	24,5	7,7
27947	2011	-8,4	5,7	21,0	5,8
27947	2012	-9,4	8,0	20,2	8,2
27947	2013	-5,5	7,2	19,8	7,5
27947	2014	-6,4	8,7	19,7	4,9
27947	2015	-4,1	7,6	19,2	6,7
27947	2016	-6,0	8,5	20,5	4,9
27947	2017	-5,0	7,3	18,5	6,3
27947	2018	-7,3	5,7	19,8	7,0

## (Приложение 2)

Среднее месячное и годовое количество осадков в мм на территории  
Тамбовской области с 1980 по 2018 годы

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма за год
Тамбов	38	31	27	29	44	69	58	47	50	46	44	41	524
Мичуринск	41	34	26	33	47	69	68	58	50	50	47	43	568
Моршанск	44	36	31	31	45	68	65	52	48	49	51	46	566
Жердевка	36	29	25	29	39	62	51	41	51	41	43	39	486
Среднее значение по области	40	33	27	31	44	67	60	50	50	47	46	42	536
Норма осадков	37	31	27	26	43	72	55	44	53	46	45	41	520
% от нормы	108	106	100	119	102	93	109	114	94	102	102	102	104

## (Приложение 3)

Тамбов	Сум. акт темп	Сум. осадков	Кол. дней
2008	2813,4	163,9	164,0
2009	2851,0	191,2	162,0
2010	3327,8	162,3	160,0
2011	2978,3	282,5	163,0
2012	3204,6	264,8	179,0
2013	2933,9	261,8	164,0
2014	2922,7	167,7	161,0
2015	2874,8	216,3	162,0
2016	2878,5	333,1	161,0
2017	2491,8	208,8	144,0
2018	2966,8	191,4	162,0

Мичуринск	Сум. акт темп	Сум. ос	Кол. дней
2008	2809,4	199,4	161,0
2009	2863,0	227,4	162,0
2010	3376,4	102,9	161,0
2011	3050,3	321,1	164,0

2012	3252,6	331,4	182,0
2013	2947,0	161,0	161,0
2014	3037,1	126,5	164,0
2015	2885,5	272,2	161,0
2016	2866,1	367,8	159,0
2017	2560,1	233,8	148,0
2018	3095,3	181,3	166,0

Моршанск	Сум. темп	Сум. ос	Кол. Дней
2008	2549,2	192,7	150,0
2009	2682,2	248,0	156,0
2010	3179,9	132,0	157,0
2011	2904,3	308,9	162,0
2012	3141,0	222,2	179,0
2013	2859,6	346,7	160,0
2014	2823,4	166,9	161,0
2015	2762,1	202,8	157,0
2016	2809,6	317,6	159,0
2017	2416,6	323,5	144,0
2018	2984,7	137,1	166,0

Жердевка	Сум. тем	Сум. ос	Кол. дней
2008	2885,5	210,4	166,0
2009	3019,4	190,5	168,0
2010	3445,2	194,1	163,0
2011	3062,8	385,4	165,0
2012	3460,4	376,0	190,0
2013	3001,9	304,9	164,0
2014	3071,6	124,7	167,0
2015	3023,1	277,7	167,0
2016	2997,0	224,5	163,0
2017	2700,2	194,0	152,0
2018	3157,4	219,9	169,0

(Приложение 4)

Значения ГТК по Тамбовской области за период 2008-2018 гг.

ГТК	Тамбов	Мичуринск	Моршанск	Жержевка	Ср. зн. за год
2008	0,58	0,71	0,76	0,73	0,69

2009	0,67	0,79	0,92	0,63	0,76
2010	0,49	0,30	0,42	0,56	0,44
2011	0,95	1,05	1,06	1,26	1,08
2012	0,83	1,02	0,71	1,09	0,91
2013	0,89	0,55	1,21	1,02	0,92
2014	0,57	0,42	0,59	0,41	0,50
2015	0,75	0,94	0,73	0,92	0,84
2016	1,16	1,28	1,13	0,75	1,08
2017	0,84	0,91	1,34	0,72	0,95
2018	0,65	0,59	0,46	0,70	0,60
Ср. зн. по ГО	0,80				
Ср. зн. По пунктам	0,76	0,78	0,85	0,80	

(Приложение 5)

Тамбов	>10	>5	>0	Жердевка	>10	>5	>0
2008	164	224	285	2008	166	224	294
2009	162	198	251	2009	168	199	253
2010	160	203	256	2010	163	205	260
2011	163	186	230	2011	165	187	234
2012	179	205	254	2012	190	212	257
2013	164	204	250	2013	164	203	251
2014	161	193	256	2014	167	198	250
2015	162	187	266	2015	167	187	265
2016	161	194	252	2016	163	200	259
2017	144	191	273	2017	152	199	278
2018	162	198	226	2018	169	201	226

Мичуринск	>10	>5	>0	Моршанск	>10	>5	>0
2008	161	220	280	2008	150	214	276
2009	162	197	251	2009	156	190	241
2010	161	206	259	2010	157	200	252
2011	164	183	237	2011	162	185	227
2012	182	206	253	2012	179	203	248
2013	161	202	247	2013	160	200	248
2014	164	195	252	2014	161	192	247
2015	161	188	266	2015	157	185	264
2016	159	191	255	2016	159	191	251

2017	148	192	274	2017	144	191	267
2018	166	203	226	2018	166	200	224