



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 РАБОТА  
(бакалаврская работа)**

**На тему: «Оценка агрометеорологических факторов урожайности и потребления сельскохозяйственных культур»**

**Исполнитель** Иванова Кристина Константиновна

**Руководитель** кандидат географических наук, доцент

Абанников Виктор Николаевич

(фамилия, имя, отчество)

**«К защите допускаю»**

Заведующий кафедрой

(подпись)

к.ф.-м.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна

(фамилия, имя, отчество)

**«07 » 06 2023 г.**

Санкт-Петербург

2023

## **Оглавление**

Введение .....	3
1. Анализ природного потенциала, влияющего на урожайность сельскохозяйственных культур на территории Тверской области.....	5
1.1 Почвенные ресурсы.....	6
1.2. Погодные климатические факторы, влияющие на урожайность и растениеводство .....	11
1.3. Уровень потребления сельскохозяйственной продукции .....	14
2. Оценка погодно-климатического режима метеорологических характеристик .....	22
2.1 Температура воздуха .....	23
2.2. Температура почвы .....	27
2.3 Режим осадков .....	29
3. Оценка влияния агрометеорологических характеристик на урожайность сельскохозяйственных культур и динамику потребления .....	32
3.1 Тепловые ресурсы и оценка их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур .....	33
3.2 Анализ ГТК Селянинова и его связь с урожайностью .....	42
3.3 Оценка влияния урожайности на уровень потребления сельскохозяйственных культур .....	46
Заключение .....	49
Список использованной литературы.....	50
Приложение .....	52

## **Введение**

Сельское хозяйство включает в себя 2 отрасли - растениеводства и животноводства, каждая из которых также делится на ряд отраслей. В данной работе сосредотачивается внимание на растениеводстве.

Фермерское хозяйство играет важную роль в российской экономике. Рациональное использование естественных богатств, в том числе климатических условий каждой природной зоны, а также широкое развитие мелиорации земель для создания устойчивого сельскохозяйственного производства в стране имеет серьезное значение для дальнейшего развития сельского хозяйства нашей страны в ближайшие десятилетия. Учет агроклиматических условий позволяет определить соответствие климата требованиям сельскохозяйственного производства, обосновать выбор сельскохозяйственных культур для возделывания, а также выявить риски и обеспечить продовольственную безопасность страны.

Одним из основных видов агрометеорологического обеспечения являются агрометеорологические оценки и прогнозы состояния озимых культур осенью, перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав, запасов влаги в почве на начало весны, фенологического состояния посевов и т.п. Но самая важная часть - различной заблаговременности прогнозы урожайности сельскохозяйственных культур.

Агропромышленный комплекс – традиционная специализация Тверской области. В свою очередь, данный регион обладает достаточно благоприятными агроклиматическими ресурсами, благодаря которым обеспечивается производство кормовых, зерновых и льновых культур, а также овощей, например, картофеля, огурцов и капусты.

Ключевую роль в формировании урожая сельхоз культур играет климатический фактор. От него прежде всего зависит средний уровень урожайно-

сти, ее межгодовая изменчивость и пространственная структура общероссийского, а также мирового сельскохозяйственного промысла.

**Цель:** Выявление агроклиматических ресурсов для интенсификации производства сельскохозяйственной продукции в Тверской области.

Для достижения заданной цели, требуется решить следующие задачи:

- 1) Оценка природного потенциала для развития сельского хозяйства
- 2) Анализ метеорологических характеристик, формирующих агрометеорологические условия в Тверской области
- 3) Оценка агроклиматических ресурсов (тепловых и влажностных) для растениеводства
- 4) Анализ влияния агроклиматических условий на урожайность основных сельскохозяйственных культур (картофель, зерновые, овощи)
- 5) Анализ влияния урожайности на уровень потребления

**Объектом исследования** является метеорологические условия Тверской области.

**Предметом исследования** – влияние метеорологических условий на сельскохозяйственное производство.

**Структура работы:** ВКР включает в себя введение, три главы, заключение, список использованной литературы и приложение.

## 1. Анализ природного потенциала, влияющего на урожайность сельскохозяйственных культур на территории Тверской области

Северо-западное расположение Тверской области на Восточно-Европейской равнине определяет характерное для неё чередование низменностей и возвышеностей. Площадь области составляет 84 тыс. км<sup>2</sup>. Протяженность - 260 км с севера на юг и 450 км с запада на восток. Тверская область граничит с Московской, Ярославской, Вологодской, Новгородской, Смоленской и Псковской областями. Значительная протяженность в широтном и долготном направлениях по большей степени определяет разнообразие природных особенностей.

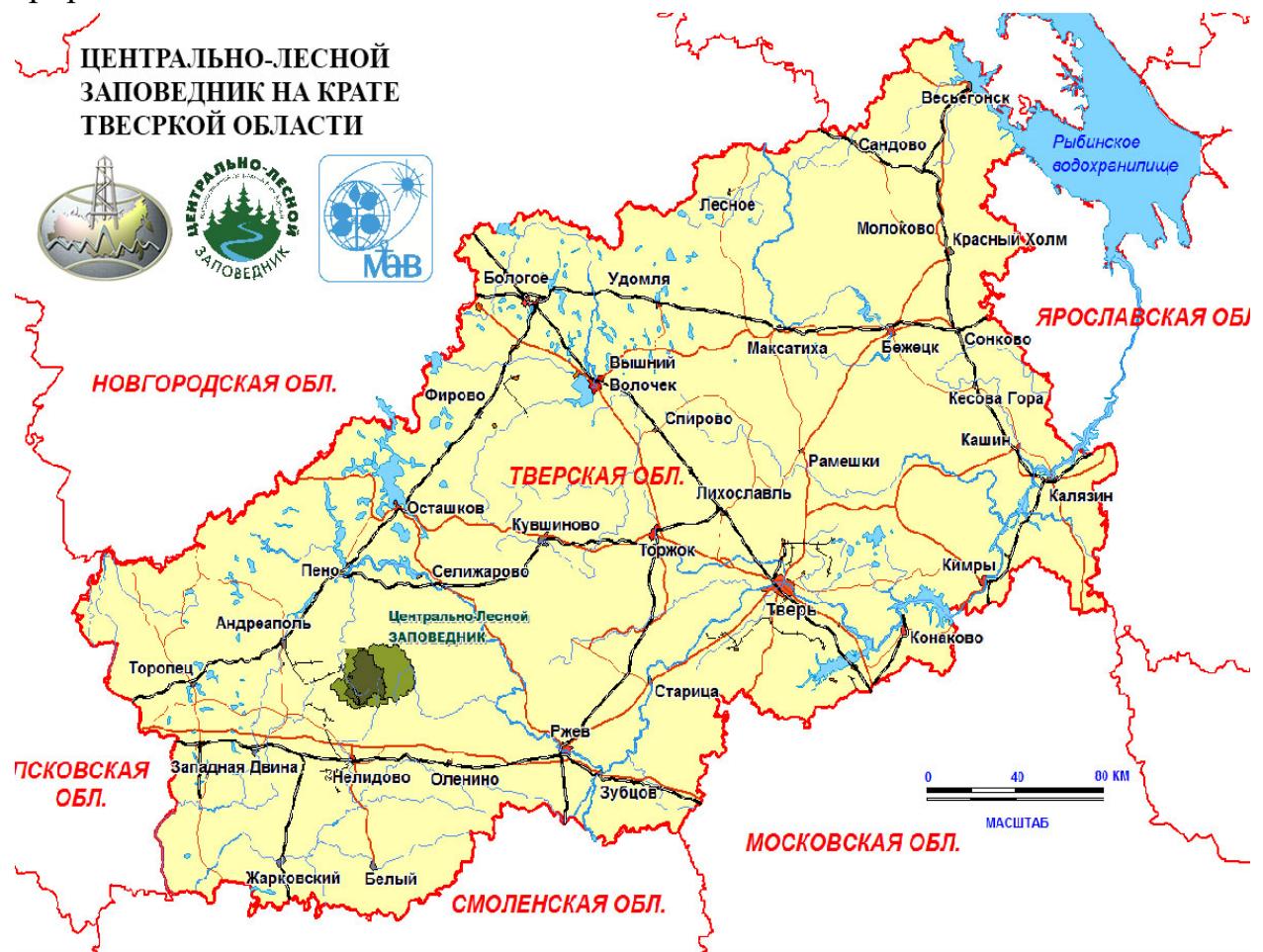


Рисунок 1.1 – Карта Тверской области

## **1.1 Почвенные ресурсы**

Почва - это верхний слой земной поверхности, отличающийся рыхлостью и постоянно меняющийся под воздействием природных и антропогенных факторов. Главное свойство почвы - её плодородие.

Плодородием называется способность почвы удовлетворять потребность в питательных элементах, воде и воздухе, обеспечивая рост и развитие растений.

Плодородие может быть:

- 1) Естественным (природным, то есть, созданным без производственной деятельности человека)
- 2) Искусственным (результатом целенаправленного вмешательства человека).

Существует классификация почв, под которой понимают распределение их по определенным свойствам и признакам. Классификация применяется при изучении и разработке способов улучшения почв.

На территории Российской Федерации выделяют следующие основные почвенные зоны:

1) Тундра (преимущественно болотистые почвы). Такие почвы залегают на Крайнем Севере и тянутся по побережью Ледовитого океана от Мурманской области до Берингова пролива. В зоне тундровых почв преобладает многолетняя мерзлота. За короткий летний период почва успевает оттаить всего не больше, чем на 30 - 40 см.

2) Таежно-лесная (здесь преобладают подзолистые и дерново-подзолистые почвы). На севере они граничат с тундровыми почвами, а на юге переходят в зону серых лесных почв. Почвы таежно-лесной зоны, формируются под влиянием растительности хвойных лесов и лугов, они имеют значительное увлажнение. Осадков в данной зоне выпадает в среднем около 500 - 650 мм, а годовая температура немногим выше нуля, испарение слабое.

- 3) Лесостепная (серые лесные почвы). Для этой зоны характерны серые лесные почвы. Они тянутся по южной границе подзолистых почв, на юге переходят в чернозёмную зону, а на севере - в таёжно-лесную.
- 4) Чернозёмная (преобладают чернозёмы, встречаются солонцы). Распространяются обширной полосой от юго-западных границ государства к предгорьям Алтая. Чернозёмы распространены в некоторых центральных областях (Воронежская, Тамбовская, Белгородская и др.), на Северном Кавказе, в Поволжье и Западной Сибири. Сформировались они в условиях богатой степной растительности на породах, содержащих в себе значительное количество извести.
- 5) Полупустынные степи (преобладают каштановые и бурые почвы). Распространены на больших участках южной и юго-восточной части страны. Начиная с побережья Азовского и Черного морей через Северный Кавказ и Поволжье каштановые почвы простираются на восток: в северную часть стран Центральной Азии.
- 6) Пустыни (серозёмы, такыры).
- 7) Влажные субтропики (краснозёмы)

Рельеф в Тверской области имеет в основном равнинный характер, имея свои особенности: на западе это – Валдайская возвышенность, на востоке Молого-Шекснинская низменность, на крайнем западе – Плоскошская низина, а в центре - Тверская моренная гряда (рис.1.2).

Регион расположен в лесной зоне, а именно в подзоне южной тайги, переходящей в широколиственные леса, черневую тайгу на северо-западе и в массивы сосновых - в северной и юго-западной частях. Леса занимают 4,6 млн га или 55% от общей площади области.

Гидрографическая сеть Тверской области богата поверхностными, подземными, и болотными водами. Чему в первую очередь способствует влажный климат, то есть превышение количества осадков над их испарением; особенности рельефа – водораздельное положение области, в сочетании при-

поднятых участков с водосборными ложбинами и котловинами, в которых концентрируется речной сток или расположены озера; геологическое строение территории области – преобладание на поверхности или на небольшой глубине плохо водонепроницаемых пород.

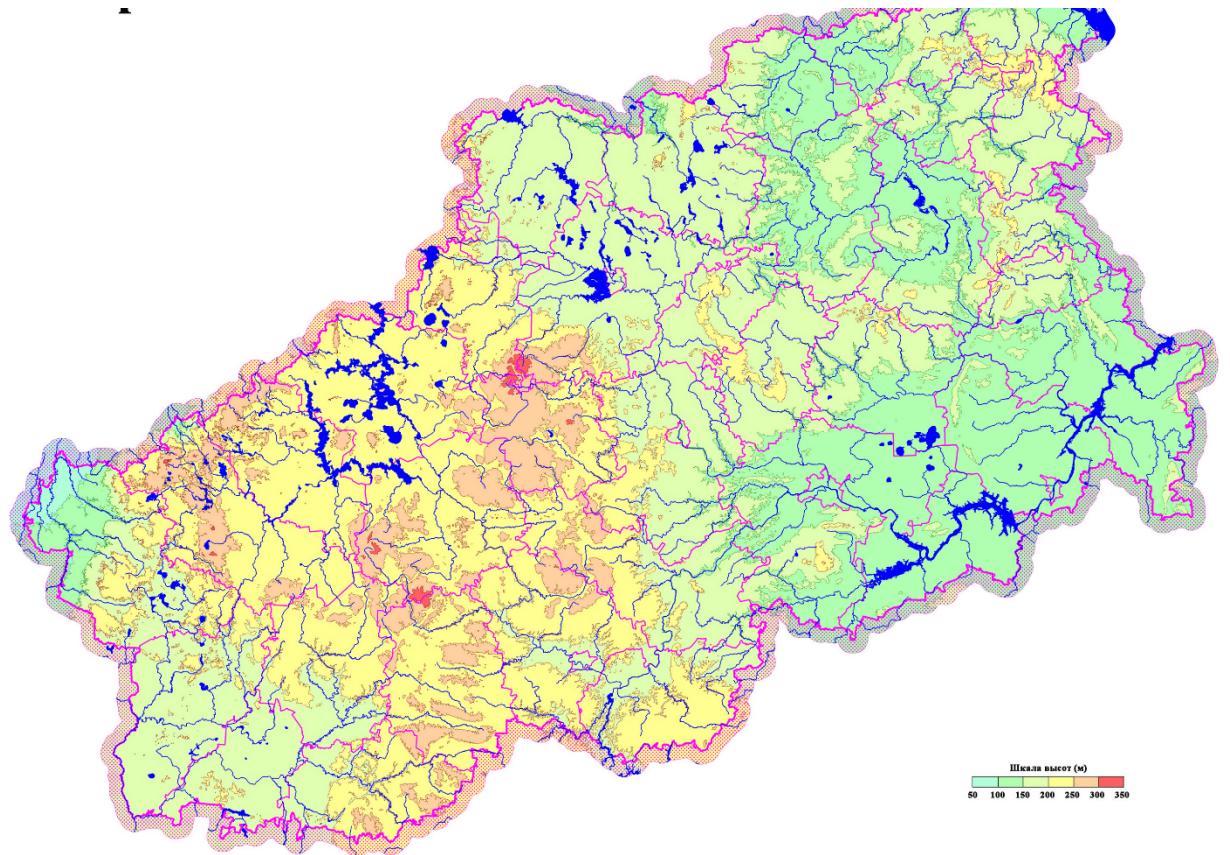


Рисунок 1.2 Рельеф Тверской области со шкалой высот

Значительную площадь в Тверской области занимают подзолистые почвы с преобладанием подтипа - дерново-подзолистые. Такие почвы обычно формируются на материнских породах под разнообразной растительностью с густым травянистым покровом. Их также можно встретить на лугах, лесных опушках и полянах. Многие площади дерново-подзолистых почв заняты под сельхоз угодья. Нередко встречаются заболоченные и торфянистые почвы. Иногда в разрезах почв можно заметить дерново-глеевую или дерново-карбонатную почву. В поймах рек в условиях периодического затопления сформировалось разнообразие аллювиальных почв (пойменные). Эти основ-

ные почвенные типы имеют разное развитие и сочетания, из-за чего общая оценка почв Тверской области имеет свои сложности.

Классические подзолистые почвы встречаются достаточно редко. Сплошных массивов они обычно не образуют, залегая частично среди дерново-подзолистых почв. Такие виды почвы формируются под сплошными хвойными или северными лесами, в холодных местностях с промывным режимом. Хорошая дренированность местности в условиях преобладания осадков над их испарением как раз обеспечивает промывной тип водного режима. Наиболее характерными свойствами подзолов являются: кислая реакция всего профиля; низкая степень насыщенности основаниями, небольшая мощность гумуса и его аккумулятивность, хорошо выраженный подзолистый горизонт, а также низкое плодородие почв.

Типичные дерновые почвы также нечасто встречаются в области. Обычно их формирование происходит под травянистой луговой растительностью на различных материнских породах. Однако, на богатых известью породах или в местах, где близко к поверхности подходят известняки, дерновый процесс проявляется ярче всего.

Иногда в местах понижения рельефа, там, где грунтовые воды залегают близко к поверхности, в почве может развиться глеевый процесс, который является главным признаком переувлажненной и заболоченной почвы. Когда процесс глея выражен достаточно сильно, выделяется особый тип почв – болотно-подзолистые, или заболоченные. Почвы этого типа распространены на плоских слабо дренированных территориях и в неглубоких понижениях, т.е. в тех местах, где наблюдается временный застой поверхностных вод или близкое залегание грунтовых вод. Формируются они под сырьими хвойными лесами с мохово-кустарничковым покровом или под сырьими смешанными лесами с мохово-травяным покровом.

Также большой объем площади Тверской области занимают болотистые почвы. Встречаются они, как правило, в наиболее сырьих местах под

влаголюбивой болотной растительностью. Такие почвы образуются в поймах рек, там, где во время половодья поверхность земли оказывается под водой. В это время речная вода всегда мутная, так как в ней много мелких илистых и песчаных крупинок, которые потом, осаждаясь на поверхности почвы, образуют слой из этих частичек. Такие осаждения происходят ежегодно, и постепенно образуют слоистую почву, которая получила название пойменной, или аллювиальной. [6]

На формирование почв и их устойчивость к различным нагрузкам и условиям большое влияние оказывает литологический состав пород. Материнскими породами, на которых расположены современные почвенные образования, являются породы ледниковых отложений четвертичного периода и представлены современными верхне-, средне- и нижнечетвертичными образованиями.

Почвенные обследования сельхозпредприятий территории показали, что площадь переувлажненных и заболоченных земель в области составляет 50% всей площади и 48% сельхозугодий.

Основными почвообразующими породами на территории Тверской области являются моренные валунные, покровные (лессовидные), флювиогляциальные (ледниковые), двучленные, аллювиальные, озерно-ледниковые и торфяные отложения.

Также существенное влияние на процесс почвообразования производит деятельность человека. В результате строительства плотин и образования водохранилищ менялся не только растительный покров, но и климат области т.к., особенностью гидротехнического строительства является непрерывность глобальных процессов, происходящих в окружающей среде.

## **1.2. Погодные климатические факторы, влияющие на урожайность и растениеводство**

Природно-климатические факторы являются первичными важнейшими факторами сельскохозяйственного производства, из-за чего фермерство имеет большую зависимость от этих факторов. Они оказывают влияние на размещение сельхоз производств, а также его отраслевую структуру. Кроме того, природные факторы через кормовую базу влияют и на размещение животноводства.

Ключевыми природными факторами размещения сельхоз угодий, а также их специализации являются: качество почвы; продолжительность безморозного периода, сумма активных температур (т.е., теплообеспеченность); суммарная солнечная радиация (обеспеченность светом полного спектра); условия увлажненности, количество осадков; повторяемость неблагоприятных метеоусловий (засуха, заморозки, ветровая и водная эрозия); водообеспеченность; топографические условия местности.

Главным же фактором при размещении растениеводческих хозяйств являются природно-климатические условия. Ведущую в структуре растениеводства роль играет зерновое хозяйство. В частности, зерновые культуры занимают более 50-ти % от всех посевных площадей страны. Основной зерновой культурой считается яровая пшеница. По периоду вегетации агрономы выделяют два основных вида: яровую и озимую пшеницу. Большая часть массивов яровой пшеницы выращивается в Западной Сибири, на Урале, а также в Поволжье. В перечисленных районах посевы яровой пшеницы имеют преобладание над посевами других культур. Озимая же пшеница условиям произрастания предъявляет относительно высокие требования, она теплолюбива и сильно страдает при заморозках.

Из технических культур большое народнохозяйственное значение имеют лён-долгунец. Культура льна-долгунца сравнительно не требовательна к теплу. Эта культура плохо переносит жару и хорошо произрастает при об-

лачной пасмурной погоде. И поэтому благодаря сравнительно малой требовательности к теплу посевы льна-долгунца размещаются во многих экономических районах России: Центральном, Северо-Западном, Северном, Волго-Вятском, Уральском, в Западной Сибири.

Картофель и овощные культуры являются ценными продовольственными продуктами. Культура картофеля отличается сравнительно малой требовательностью к теплу, в то же время высокие летние температуры южных районов отрицательно влияют на картофельные посевы и ведут к снижению урожайности. Наибольшие посевные площади близятся к крупным городам и промышленным центрам, к крахмалопаточному и спиртоводочному производствам и отчасти к зонам животноводства, особенно свиноводства сального направления. Наибольшие посевные площади картофеля находятся в Центральном, Уральском, Центрально-Черноземном, Волго-Вятском, Поволжском и Западно-Сибирском экономических районах. [8]

Выращивание овощных культур - весьма трудоёмкий процесс. Повышенные требования большинства овощных культур к плодородию почвы, к влаге и слабая сопротивляемость этих культур по отношению к сорнякам и сельскохозяйственным вредителям пробуждают проведения ряда многих агротехнических мероприятий. Следует заметить, что овощеводство в России развито повсеместно. Однако наибольшие посевы овощных культур сосредоточены в Северо-Кавказском, Центральном, Поволжском, Уральском и Центрально-Черноземном районах. Овощи также выращиваются и в северных районах.

Тверская область находится в северо-западной части России. Расположением области в средних широтах обусловлено умеренное количество солнечной радиации, поступающей на её территорию, явное преобладание в течение всего года умеренных воздушных масс, характер их циркуляции. Относительно небольшая удалённость от морей Атлантического океана оказы-

вает смягчающее воздействие на климат территории, на степень её увлажнённости и частично на почвенно-растительный покров.

Климат Тверской области является умеренно-континентальным, характеризуется переходными чертами от континентального климата восточных районов Европейской территории страны к более влажному климату северо-западных районов. Значительную роль в формировании климата играют рельеф, растительность, наличие водоемов, болот. Вытянутость области с юго-запада на северо-восток обуславливает изменение среднегодовых температур воздуха в пределах от +6°C на западе до +3°C на северо-востоке. Особенно резко это различие сказывается зимой, когда восточные и северо-восточные районы испытывают воздействие арктических масс воздуха, а западные находятся в сфере распространения морского воздуха умеренных широт. [10]

Континентальность климата в восточной части проявляется несколько сильнее, чем в западной, здесь чаще наблюдается вхождение континентальных воздушных масс, вследствие чего зима более морозная, меньше оттепелей, а лето сравнительно теплое. Переходные времена года более длительны.

В сравнении с количеством радиации, приходящей от солнца в других областях России, Тверская область получает умеренное количество тепла. Продолжительность дня в среднем изменяется от 6,5 часов до 18 часов.

Преобладающей воздушной массой над Тверской областью является континентальный воздух умеренных широт, который определяет летом тёплую погоду с температурами в среднем около 16 – 20 °C, с переменной кучевой облачностью, с небольшими скоростями ветра. Нередко при данном типе погоды в середине дня случаются ливневые осадки с грозовой активностью. Зимой континентальный воздух умеренных широт формирует умеренно-морозную, чаще без осадков погоду с температурным фоном -10-15 °C.

В Тверской области, находящейся в умеренных широтах, господствует западно-восточный перенос воздуха. Это обусловливает преобладание ветров юго-западного и западного направлений. [6]

### **1.3. Уровень потребления сельскохозяйственной продукции**

В состав агропромышленного комплекса Тверской области входят более 500 сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности, более 3000 малых форм хозяйствования, 38 молокоперерабатывающих, 23 мясоперерабатывающих, 9 льноперерабатывающих предприятий, 2 завода по выпуску сельскохозяйственных машин для льноводства, Всероссийский научно-исследовательский институт льна Россельхозакадемии, Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства Россельхозакадемии, Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель Россельхозакадемии, Тверская государственная сельскохозяйственная академия.

Малое агропромышленное предпринимательство Тверской области представлено более 3000 фермерскими хозяйствами и индивидуальными предпринимателями, 300 тыс. личными подсобными хозяйствами (дачными огородами), а также множественными сельскохозяйственными потребительскими кооперативами, которые их объединяют. Малые формы хозяйств производят от общих объемов по области 90 % картофеля, 92 % овощей, 18 % мяса, 40 % молока, 75 % яиц.

Благодаря слаженным действиям руководства региона, муниципальных образований и земледельческих организаций региона удалось преодолеть многолетнюю тенденцию к сокращению объемов посевных площадей сельхоз культур и обеспечить устойчивую динамику их роста. [1]

Агропромышленный комплекс является одним из основных секторов экономики Тверской области. Тверская область по площади сельскохозяйственных угодий (2400 тысяч га) находится на 5 месте среди других округов Центральной России.

Растениеводство в Тверской области специализируется на выращивании кормовых культур. Наряду с кормовыми культурами выращиваются зерн

новые и зернобобовые культуры, картофель, овощи открытого грунта (капуста, столовая свекла, морковь), масличные культуры (рапс, рыжик) и лен-долгунец. Растениеводство занимает примерно треть от производимой продукции и в основном обслуживает животноводство.

Традиционно считается, что Тверская область – крупный поставщик сельскохозяйственной продукции. Также важную роль играет молочно-мясное скотоводство, свиноводство и птицеводство. Более 60% от общего объема производства сельскохозяйственной продукции обеспечивают производители четырех районов – Ржевский, Калининский, Конаковский и Бежецкий.

Условия для сельскохозяйственного производства по всей территории области имеют неоднородный характер. Наиболее благоприятны они в Северо-восточной, Центральной и Юго-западной районах и менее - в Северо-западной части региона, занимающей крупную земельную площадь. Здесь самый низкий уровень освоения земли для сельскохозяйственного производства и распаханности сельхоз угодий.

В целом, можно сказать, что географическое положение и природные ресурсы Тверской области благоприятны для развития многих отраслей промышленности и сельского хозяйства.

Статистика урожайности должна объяснить причины различий и прошедших изменений в уровнях урожайности в различных районах и хозяйствах, а также вскрыть неиспользованные резервы и возможности дальнейшего ее повышения.

Уровень урожайности зависит от сложного комплекса факторов, что в конечном итоге сильно усложняет решение задачи. Факторы, определяющие урожайность, можно подразделить на две группы – природные и экономические. Природные факторы характеризуются показателями качества почв и метеоусловий. Экономические факторы есть следствие уровня развития про-

изводительных сил и производственных отношений; они проявляют себя в процессах развития земледелия.

С множеством факторов, влияющих на урожайность, связано многообразие их сочетаний. К примеру, природное плодородие почв меняется очень медленно; следовательно, это свойство является сравнительно устойчивым элементом. Поэтому такой фактор вовлекается в анализ преимущественно при составлениях таких зон, районов, предприятий. Можно отметить, что в некоторых специфических условиях могут быть исключения, например, сильная эрозия почв при отсутствии защитных мер против неблагоприятных условий. Соотношения в плодородии некоторых типов почв могут также изменяться в зависимости от метеоусловий года. Климатические условия, взятые в среднем за достаточно большой период, могут иметь очень большие изменения. В то же время метеорологические условия каждого года варьируют между собой. Районы, близкие по климату, могут резко отличаться по метеорологическим условиям в определенные годы. Наконец, уровень развития агротехники имеет общую тенденцию к повышению. Это не исключает того, что в отдельные годы или по отдельным культурам такого изменения может и не быть.

Продукция сельского хозяйства представляет сумму данных об объеме продукции растениеводства и животноводства всех сельхозпроизводителей, включая хозяйства индивидуального сектора (хозяйства населения, крестьянские хозяйства и индивидуальные предприниматели) в стоимостной оценке по фактически действовавшим ценам. Для исчисления индекса производства продукции сельского хозяйства используется показатель её объема в сопоставимых ценах предыдущего года. Индекс производства продукции сельского хозяйства является относительным показателем, характеризующим изменение объемной массы произведенных продуктов растениеводства в сравниваемых периодах.

В таблицах 1.1 - 1.5, представленных ниже, рассмотрим индексы физического объема продажи сельхоз товаров, показатели производства важнейших видов продукции по видам деятельности на жителя Тверской области, а также основные показатели сельского хозяйства (посевные площади, урожайность). [4]

Таблица 1.1 - Индексы физического объема продажи потребительских товаров (*в % к предыдущему году*)

	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Мясная продукция	108	102	106	104
Рыбная продукция	106	79	105	103
Животные жиры	105	102	98	101
Растительные масла и жиры	105	94	105	104
Маргарин	119	48	104	97
Молочная продукция	105	118	102	101
Яйца	108	125	109	101
Сахарный песок	101	97	107	104
Мука	109	100	109	105
Крупы	106	80	129	120
Макаронные изделия	119	93	111	111
Хлебобулочные изделия	105	102	108	104
Картофель	99	87	108	99
Овощи	105	90	113	107

Таблица 1.2 - Производство пищевых продуктов на 1 жителя Тверской области.

Показатель	2017	2018
Изделия хлебобулочные недлительного хранения, кг	72	71
Мясо крупного рогатого скота, свинины, баранины, конина и мясо прочих животных, кг	57	70
Изделия колбасные, вкл. колбасные изделия для детского питания, кг	15	15
Молоко обработанное, вкл. детское, кг	55	43
Масло сливочное, кг	0,8	0,9

*Основные показатели сельского хозяйства продукция сельского хозяйства.*

Таблица 1.3 - Посевные площади сельхоз культур в хозяйствах всех категорий (тыс. га)

Категория	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Вся площадь посевов	625,0	652,4	643,7	635,5	582,3	525,1	530,5	527,4	523,3
<b>Зерновые культуры - всего</b>	74,0	68,1	66,7	66,4	66,6	70,6	75,8	70,4	65,7
Озимые культуры	8,5	8,2	7,9	7,8	7,9	8,1	7,5	9,2	7,1
Яровые культуры	65,4	63,6	62,8	63,5	57,5	62,5	66,3	61,2	58,6
Пшеница яровая	9,0	8,9	8,7	9,1	8,8	9,3	9,0	13,2	12,2
Овёс	51,0	50,0	51,3	50,5	52,4	50,3	48,5	44,1	42,7

<b>Технические культуры - всего</b>	6,6	6,5	6,4	6,3	7,1	9,6	7,0	6,1	5,5
Семена льна-долгунца	6,1	6,3	6,0	6,1	6,5	7,4	6,9	4,4	4,7
<b>Картофель и овощебахчевые культуры - всего</b>	20,9	21,2	20,7	20,4	19,5	19,9	18,5	17,1	16,6
Картофель	17,7	16,9	16,7	17,5	14,0	17,2	15,2	14,8	14,3
Овощные и бахчевые культуры	4,0	4,1	4,2	4,0	4,3	4,3	4,4	2,4	2,3
Капуста всех видов	0,6	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
Огурцы	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
Помидоры	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2
<b>Силосные культуры</b>	523,5	520,5	519,3	515,5	450,5	425,0	440,5	433,9	435,4
Однолетние растения	45,0	43,4	41,1	44,2	45,2	40,0	38,5	34,6	34,5
Многолетние травы посева прошлых лет	463,8	420,5	421,5	418,6	402,5	370,0	385,1	380,9	381,1
Кукуруза на силос, зелёный корм и сенаж	1,0	1,5	1,3	1,8	2,1	1,7	2,0	2,3	3,1

Таблица 1.4 – Общий сбор и урожайность сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий.

<b>Показатель</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
<b>Зерновые культуры</b> валовой сбор, тыс. тонн	62,3	90,1	82,4	86,4	108,3	117,3	112,2	100,2	80,9	92,5	99,6
Урожайность, ц с 1 га убранной площади	11,1	13,4	13,4	12,1	12,4	16,7	13,4	14,5	12,3	17,9	15,4
<b>Льноволокно</b> валовой сбор, тыс. тонн	4,6	5,6	5,4	4,5	4,8	5,8	5,2	4,0	4,5	4,8	5,2
Урожайность, ц с 1 га убранной площади	9,0	8,9	9,1	8,3	7,4	8,0	10,2	9,7	10,6	9,5	11,2
<b>Картофель</b> валовой сбор, тыс. тонн	184,1	343,0	283,8	356,3	351,0	420,3	282,5	345,6	234,8	312,5	280,5
Урожайность, ц с 1 га убранной площади	82	152	126	152	147	182	150	119	166	206	145
<b>Овощи</b> вало- вой сбор, тыс. тонн	75,7	109,4	99,3	102,5	100,0	102,9	107,4	103,4	67,2	87,7	90,5
Урожайность, ц с 1 га убранной площади	187	261	238	242	243	242	243	231	249	235	202

Таблица 1.5 – Показатели производства основных сельхоз продуктов в хозяйствах населения (тыс. тонн)

Показатель	2010	2015	2017	2018
Картофель	94,7	134,9	60,3	89,5
Овощи	52,8	47,4	44,3	46,9
Мясо (в убойном весе)	7,8	4,4	4,7	4,5
Молоко	102,0	65,3	63,5	64,1
Яйца, млн. штук	96,1	102,9	111,7	109,4

К хозяйствам населения можно отнести личные земельные участки граждан под индивидуальное жилищное строительство, садовые и огородные земельные участки. Хозяйства населения имеют некоммерческий характер, вся продукция производится для собственного потребления.

## **2. Оценка погодно-климатического режима метеорологических характеристик**

Климатические условия - это режим погоды, характерный для данной местности в зависимости от её географического положения. Климатические условия зависят от широтного положения местности относительно климатических поясов, морей и океанов, а также высотой над уровнем моря и системой циркуляции атмосферного воздуха. Для определения всех особенностей климатических условий необходимы многолетние наблюдения и фиксация различных метеорологических характеристик.

Метеорологические характеристики - это особые показатели состояния атмосферы. Определение климатических условий и отдельных метеорологических характеристик в нашем случае необходимо прежде всего агромероприятий. Знать распределение данных характеристик важно, без них невозможно составить точный прогноз погоды.

К основным метеорологическим характеристикам относятся такие характеристики как: температура воздуха, относительная влажность, атмосферное давление, скорость и направление ветра, количество и высота облачности, количество выпадающих осадков. К другим видам метеорологических характеристик относят температуру почв, высоту снежного покрова, продолжительность солнечного сияния (продолжительность светлого времени суток). Метеорологические характеристики фиксируют на специально оборудованных метеорологических станциях. Наблюдения производятся не только у поверхности земли, но и на высоте. [12]

Физико-географическое положение Тверской области определяет большую интенсивность атмосферной циркуляции, что приводит к сильной изменчивости погоды как межгодовой, так и многолетней. Сравнительно большое влияние оказывает Атлантический океан, особенно в зимний период. Ветры с Атлантики приносят пасмурную погоду и оттепели. Климат области умеренно континентальный. Он характеризуется сравнительно теплым летом, умеренно холодной зимой с устойчивым снежным покровом и хорошо выраженными переходными сезонами.

Континентальность климата на востоке Тверской области проявляется в большей степени, чем на западной его части. Тверская область относится к зоне достаточного увлажнения., 2/3 осадков в году выпадает в виде дождя, 1/3 – в виде снега. Ливневые дожди зачастую сопровождаются грозами, а изредка - градом.

Ветровой режим характеризуется преобладанием ветром юго-западного направления в холодный период год и западного направления – в теплый период года, при этом значительно увеличивая повторяемость северо-западного и северного направлений.

## **2.1 Температура воздуха**

**Температура воздуха** – это величина, характеризующая его тепловое состояние: степень нагретости или охлаждения. Количественно она может быть выражена в градусах Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ) по стоградусной шкале или в Кельвинах (К) по абсолютной шкале.

Температура воздуха в агрометеорологии анализируется по среднемесячным значениям.

### **Средние значения и амплитуда температур.**

Климат характеризуется температурными показателями, которые рассчитываются как среднее арифметическое четырех замеров в течение суток: 01:00 ч, 07:00 ч, 13:00 ч, 19:00 ч.

Средняя годовая температура рассчитывается аналогичным способом: суммируются показатели каждого месяца и выводится среднее арифметическое.

В каждом регионе измеряют амплитуду температур, то есть максимальное и минимальное значение. Обычно учитывают значение суточной, месячной и годовой амплитуды.

Определив годовой ход температуры воздуха, можно рассчитать тепловые ресурсы региона, а также определить продолжительность вегетационного и безморозного периодов.

В России самые сильные суточные изменения температур наблюдаются весной и летом в ясную погоду. Также большой разброс показателей характерен для сухого климата (полупустыни, пустыни). Минимальная амплитуда присуща местностям с густой зеленью и вблизи водоемов.

### **Распределение температуры по городам Тверской области.**

Для анализа температуры воздуха были выбраны 4 города в разных районах Тверской области: Тверь, Торопец, Бежецк и Осташков (табл.2.1., рис.2.1)

Таблица 2.1 – Температура воздуха на метеостанциях

Станция	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<b>Тверь</b>	-7,0	-4,2	-1,2	5,5	13,1	17,3	18,5	17,6	11,3	5,5	0,0	-3,6	6,1
<b>Торопец</b>	-6,0	-3,5	-0,7	5,5	12,6	17,1	17,9	17,1	11,2	5,6	0,7	-2,5	6,3
<b>Бежецк</b>	-7,6	-5,0	-2,3	4,6	12,3	16,2	17,7	16,4	10,5	4,7	-0,6	-4,3	5,2
<b>Осташков</b>	-6,8	-4,3	-1,5	4,9	12,3	16,7	17,6	16,7	11,0	5,2	0,1	-3,3	5,7

По данным таблицы 2.1 был построен график годового хода температуры воздуха на территории Тверской области.

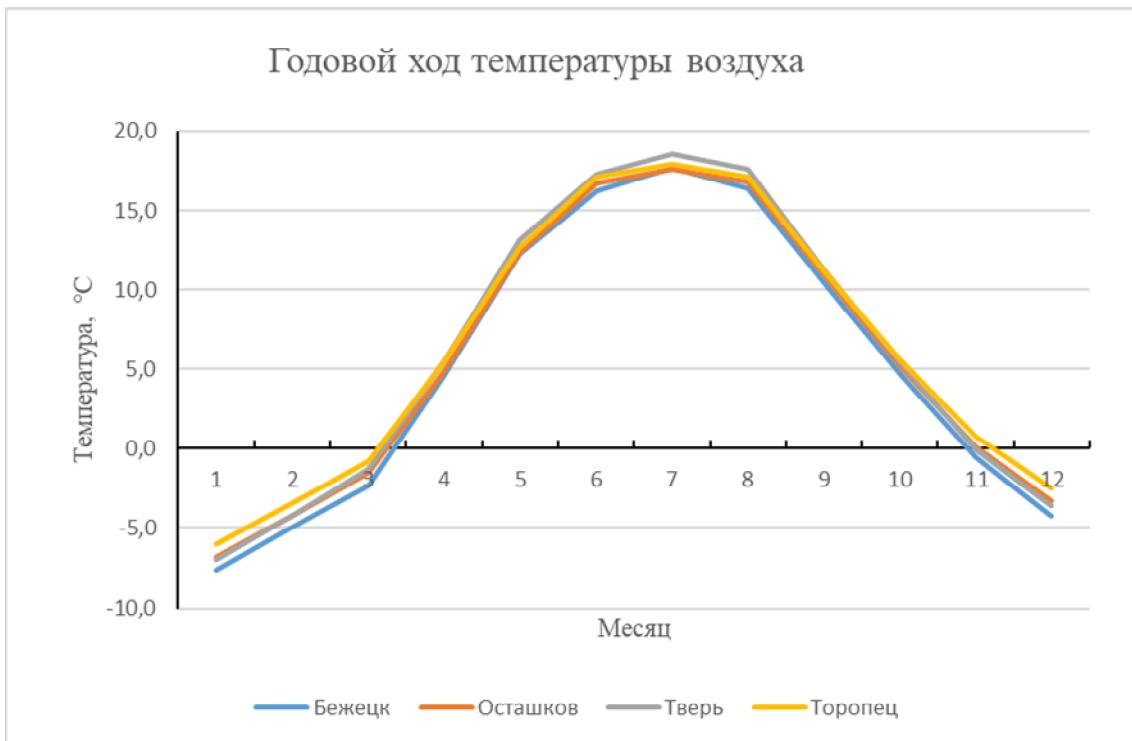


Рисунок 2.1 – Годовой ход температуры воздуха

Из рисунка видно, что значения температур на разных станциях имеют примерно одинаковые значения, в среднем отклоняясь всего на 0,5 - 1,5 °C.

В северной части рассматривался г. Осташков, в южной – Тверь, в восточной - Бежецк, а в западной - Торопец. Как видно из годового хода температуры воздуха разница среднемесячных температур между станциями не значительна как в теплый период года, так и в зимний. Но теплее всего зимой в западной части региона – г. Торопце.

Зима умеренно-холодная, наступает в декабре, переход через 0 °C может затянуться до конца марта. В этот период происходит резкий рост температуры воздуха. В середине мая она может достигать летних значений. Лето длинное и тёплое, температура воздуха с июня по август колеблется в районе 16 - 18 °C, резко падая с началом сентября.

Отдельно проанализируем температурный режим на примере г. Тверь. На рисунке 2.2 изображен годовой ход температуры по средним многолетним значениям температуры.

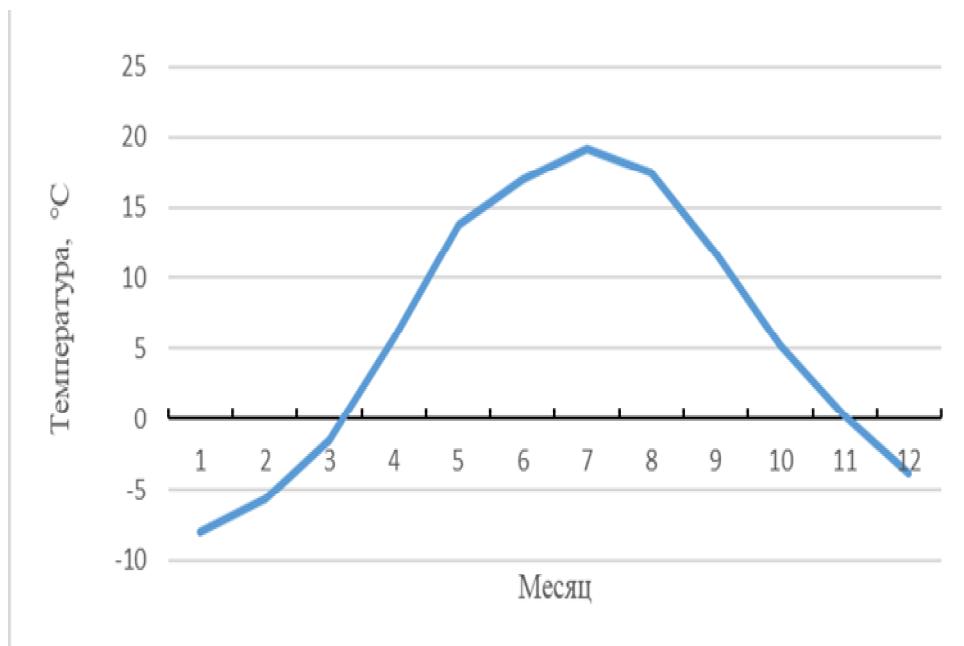


Рисунок 2.2 – Годовой ход температуры по г.Тверь

Изучив рисунок 2.2, можно сделать вывод, что переход температуры через 0 °С происходит в третьей декаде марта, а обратный – в середине ноября. При этом, минимум отмечается в январе. Максимальное значение средней месячной температуры наблюдается в июле, составляя 18,5 °С.

Следует учитывать, что благодаря умеренно-континентальному климату, среднегодовая температура имеет значение больше 0 °С, что в последствие положительно сказывается глубине промерзания почвы.

Подводя итоги, можно сказать, что интервал с мая по сентябрь является благоприятным временем для возделывания всей сельскохозяйственной культуры в Тверской области.

## **2.2. Температура почвы**

**Температура поверхности почвы** – это температура ее верхнего слоя (толщиной несколько миллиметров), свободного от растительного покрова, хорошо взрыхленного и не затеняемого от солнца.

Для измерения температуры почвы используют термометр, который кладут открыто на поверхность почвы, погружая при этом сам резервуар термометра в почву.

Для агрометеорологии большое значение имеет температура почвы на глубине узла кущения озимых культур.

Температура почвы и грунта на глубинах (почвенных горизонтах) – это температура, которая измеряется специальными термометрами и датчиками, установленными на конкретных глубинах. На метеостанциях температура почвы на глубинах 5, 10, 15, 20 см на участках без растительного покрова определяется в теплое время года термометрами ТМ-5 Савинова; на глубинах 20, 40, 80, 120, 160, 240 и 320 см – станционными вытяжными почвенно-глубинными термометрами под естественным покровом.

**Тепловым режимом почв** называется совокупность явлений поступления, перенесения, накопления и расхода тепла в почве на протяжении определенного временного периода. Основным показателем такого режима является температура почвы (на разных глубинах). Тепловой режим формируется за счет внешних факторов, таких как: солнечная радиация (радиационный баланс, который зависит от соотношения энергии солнечной радиации, поглощенной почвой, и теплового излучения); высота над уровнем моря; географическое положение (широта местности) и рельеф. Также есть внутренние факторы: тип почвы (глинистая, песчаная, чернозем и т.д.), а также свойства самого грунта: механический состав; влага в почве; наличие или отсутствие растительности на поверхности; альбедо.

Ключевой показатель теплового режима почвы — средняя температура на глубине 20 см (пахотный слой). Температурный режим на глубинах зависит от степени прогрева почвы. Условия передачи тепла на глубинах определяются следующими характеристиками:

- 1) Способность к теплопоглощению
- 2) Способность аккумуляции тепла (теплоемкости)
- 3) Способности передачи тепла (теплопроводности).

Температура почвы также имеет связь с температурой воздуха. Средняя годовая температура поверхности почвы в Тверской области равна 4°C, что можно увидеть по средним многолетним значениям температуры почвы из таблицы 2.2 и на рисунке 2.3. Наиболее низкая среднемесячная температура поверхности почвы наблюдалась в январе и феврале (-11°C), наиболее высокая - в июле (20°C). [3]

Таблица 2.2 - Средние многолетние значения температуры поверхности почвы.

Станция	Тип почвы	Месяц												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Бежецк	Подзолистая суглинистая	-12	-11	-6	4	12	18	20	17	10	4	-2	-7	4
Торжок	Подзолистая супесчаная	-11	-10	-6	3	12	18	20	17	11	4	-2	-7	4
Тверь	Подзолистая супесчаная	-11	-10	-6	4	13	18	20	18	11	4	-2	-7	4
Ржев	Подзолистая легкосулинистая	-11	-10	-5	4	13	18	19	17	11	4	-2	-6	4

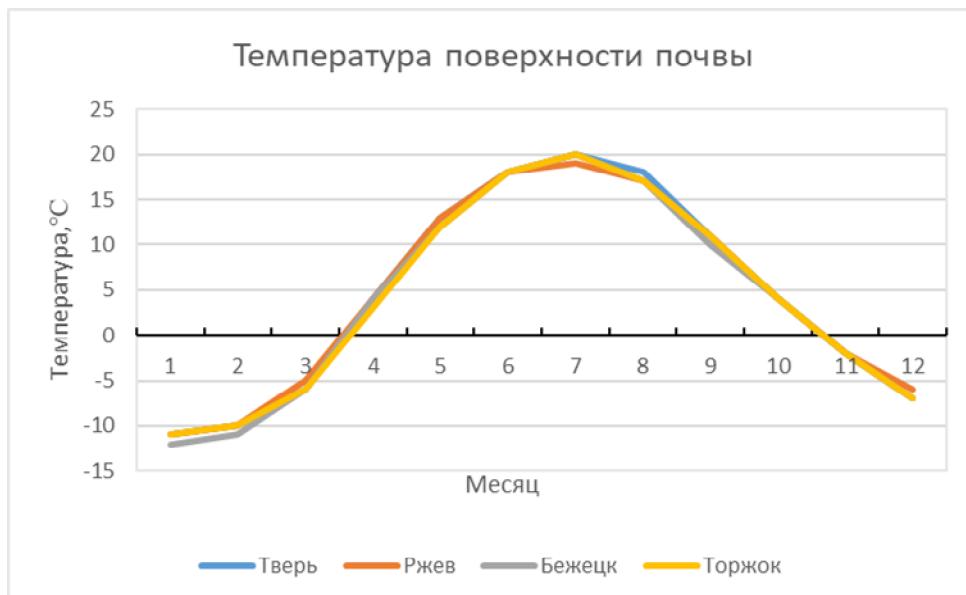


Рисунок 2.3 – Температура поверхности почвы.

Температура почвы является важнейшим показателем для высадки различных сельхоз культур, поскольку от именно от этого показателя зависит поступление влаги и минерального питания к корням, рост и дыхание растения. Ровно, как и прорастание семян большинства культурных растений зависит от температуры и влажности почвы. Формирование и возобновление узлов кущения зерновых культур, интенсивность и устойчивость кущения этих растений связаны с температурой и влажностью почвы в ее поверхностных слоях.

## 2.3 Режим осадков

**Количество осадков**, выпавших в регионе за определённое время, выраженное в мм слоя выпавшей воды, характеризует режим осадков. Твёрдые осадки также выражаются толщиной слоя воды, который они образовали бы, растаяв. Высота слоя осадков в 1 мм соответствует 1 кг воды, выпавшей на площадь 1 м<sup>2</sup>.

В Тверской области за год в среднем осадки выпадают в пределах 600 — 750 мм. Но бывает и так, что в отдельные годы количество выпадающих осадков может в значительной мере отличаться от средних показателей.

Влажность воздуха в Тверской области в целом достаточно высокая протяжении всего года и в среднем составляет около 80 %. В холодный период относительная влажность повышается до 85%, а летом наоборот уменьшается до 65 - 70%. [6]

Увлажненность почвы и влагообеспеченность растений зависят не только от количества выпавших осадков, интенсивности, их испаряемости. На них влияет и состояние подстилающей поверхности, на которую они выпадают, а также степень увлажнения самой почвы во время выпадения. Как правило, на возвышенных участках количество осадков увеличивается, а в понижениях рельефа, вблизи крупных водоемов и речных долин — уменьшается.

Большое значение имеет показатель влагообеспеченности сельскохозяйственных культур являются данные о запасах продуктивной влаги в почве (з. п. в. — это количество влаги, содержащееся в слоях почвы сверх влажности устойчивого заведания иучаствующее в создании органического вещества растений).

Чтобы анализировать режим осадков Тверской области, рассмотрим годовой ход осадков, представленных в таблице 2.3, на примере разных районов области: г. Тверь, г. Торопец, г. Бежецк и г. Осташков, а также построим график годового хода выпавших атмосферных осадков (рисунок 2.4). [5]

Таблица 2.3 - Годовой ход осадков по разным станциям

Станция	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Тверь	48	31	34,6	38,5	58,3	72,5	80,2	59,5	60,8	54,5	54,3	48,6	640,7
Торопец	64	43,2	39,5	46,7	57,4	65,5	95,1	61,2	62,6	70	67,3	66,5	738,3

<b>Бежецк</b>	42,5	27,2	27,4	36,1	49	67,9	88,4	68,5	59,5	57,9	55,3	46,9	626,2
<b>Осташков</b>	44,3	29,1	30,1	36,8	62,7	70,7	106,5	82,2	73,9	68,3	50,5	42,6	696,6

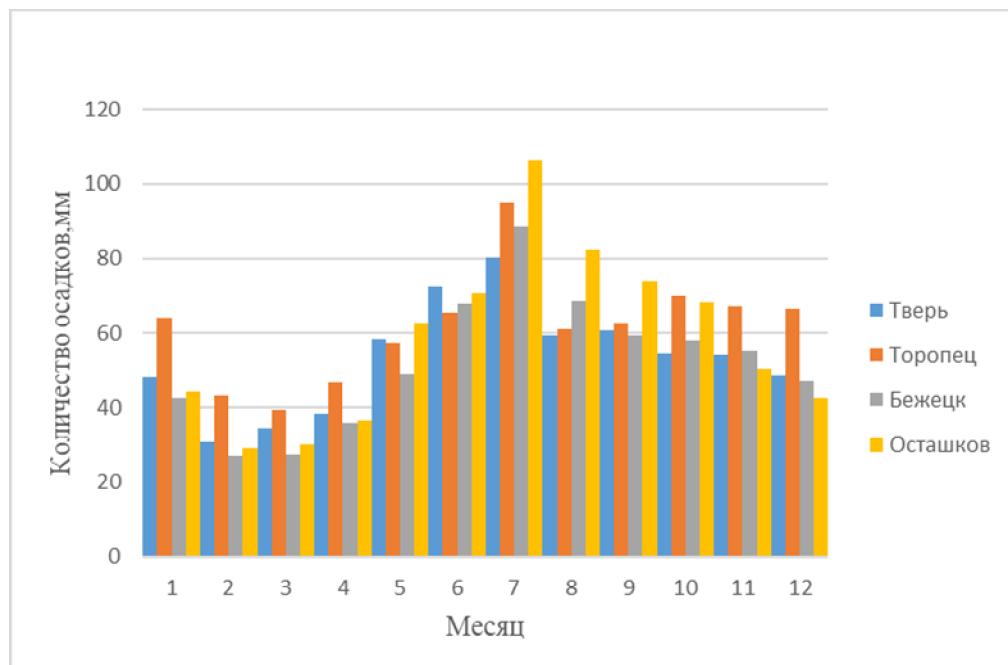


Рисунок 2.4 – Годовой ход осадков (мм) на станциях

На рисунке 2.4 показан годовой ход выпадений атмосферных осадков. По графику видно, что самое наибольшее количество осадков отмечалось в июле, тогда они в сумме составили 106,5 мм на станции Осташков, а наименьшее суммарное значение – в феврале, составив 27,2 мм на станции Бежецк.

Также, можно отметить, что большинство выпадающих осадков приходится на вегетационный период.

### **3. Оценка влияния агрометеорологических характеристик на урожайность сельскохозяйственных культур и динамику потребления**

Профессиональное использование современных достижений агрометеорологии должно играть важную роль в повышении продуктивности земледелия.

Агрометеорологические условия оказывают значительное влияние на функционирование производственных процессов в растениеводстве. Для повышения эффективности механизированного земледелия необходим учет агрометеорологических факторов на всех уровнях принятия хозяйственных решений. Так как урожайность сельскохозяйственных культур может иметь зависимость от почвенно-климатических ресурсов и погодных условий.

Основными факторами, влияющими на урожайность, являются: свет (солнечная радиация), тепло (температурный режим воздуха и почвы), влажность (режим осадков, снега), питательные элементы почвы.

Оценка агрометеорологических условий включает в себя характеристику состояния сельскохозяйственных культур, а также показывает особенности воздействие погодных условий на сельскохозяйственные процессы и их объекты.

В качестве агроклиматических показателей потребности растений в тепле за период вегетации используют, например, суммы активных и эффективных температур. К важным агроклиматическим показателям относятся также критические температуры, определяющие гибель соответствующих видов растений. К агроклиматическим показателям потребности во влаге относятся запасы продуктивной влаги в почве, различные показатели увлажнения почвы.

Данные о тепловых ресурсах области в период вегетации требуются для решения разнообразных задач сельскохозяйственного производства. К этим задачам относится: определение сроков посева и созревания; оптимизация сортов и видового состава возделываемых культур; оценка вероятности повреждения растений, вследствие влияния слишком высоких и низких температур.

### **3.1 Тепловые ресурсы и оценка их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур**

Термические характеристики являются основными ресурсами для проектирования физиологических процессов у растительных сообществ, что характерно и для сельскохозяйственных культур. В качестве тепловых ресурсов воздуха для растениеводства можно рассмотреть следующие показатели:

- 1) Даты наступления и продолжительность теплого сезона;
- 2) Даты наступления и продолжительность вегетации;
- 3) Даты наступления и продолжительность активной вегетации;
- 4) Продолжительность безморозного периода (от даты самого последнего заморозка весной до даты самого раннего заморозка осенью);
- 5) Сумма активной температуры (САТ)
- 6) Сумма эффективных температур (СЭТ).

Для почвы следует рассматривать:

Даты наступления мягкотепличного состояния пахотного слоя почвы весной;

САТ пахотного слоя почвы.

Чаще всего на практике определяют САТ. Знание о САТ позволяет определить о целесообразности различных видов сельскохозяйственных культур в разных географических условиях. [12]

Каждая сельхозкультура созревает при определенной сумме активных температур (САТ), накопленных за теплый сезон. (САТ картофеля разных сортов составляет примерно 1000-2000°C) [8]

Для подсчета количества тепла в период вегетации используют САТ воздуха выше 10 °C. Сумму активных температур можно определить следующим способом:

1. Построить график годового хода температуры, состоящий из среднемесячных значений, после чего определить вегетационный период;
2. Суммировать среднесуточные значения температуры воздуха от даты устойчивого перехода температуры через 10 °C, среднюю температуру воздуха за рассматриваемый период следует умножить на число дней в периоде.
3. В переходные периоды весной и осенью (неполные месяцы), нужно 10 °C сложить с температурой последнего дня месяца весной или первого дня месяца осенью, поделить эту сумму на два, а после домножить на количество дней до даты перехода.

Оценим тепловые ресурсы Тверской области на примере города Тверь за период 2010-2020 гг. В Таблице 3.1 представлены ежегодные значения САТ, которые были рассчитаны с помощью графиков годового хода температуры воздуха (рис. 3.1-3.11).

Таблица 3.1 - значения САТ за 2010-2020 гг.

Год	Сумма, °C
2010	2744
2011	2525
2012	2371
2013	2643

2014	2462
2015	2350
2016	2469
2017	2332
2018	2521
2019	2295
2020	2566

Из таблицы видно, что сумма активных температур за вегетационный имеет самое большое значение в 2010 году, составив 2744 °C, а наименьшее значение САТ составляло 2295°C и было рассчитано за 2019 год.

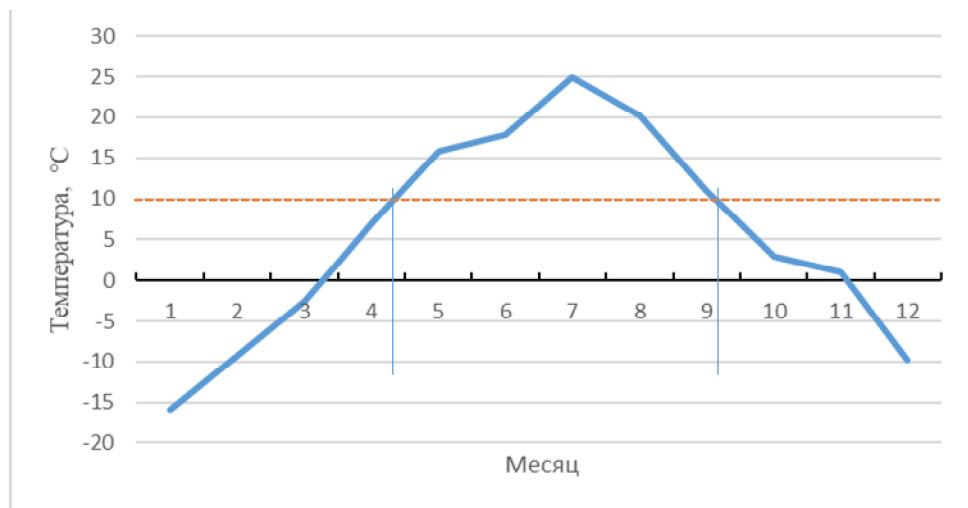


Рисунок 3.1 – Годовой ход температуры воздуха за 2010 год

Из рисунка видно, что в 2010 году, вегетация приходится на период с 28 апреля по 18 сентября. САТ за период вегетации в данном году имеет значение 2744 °C.

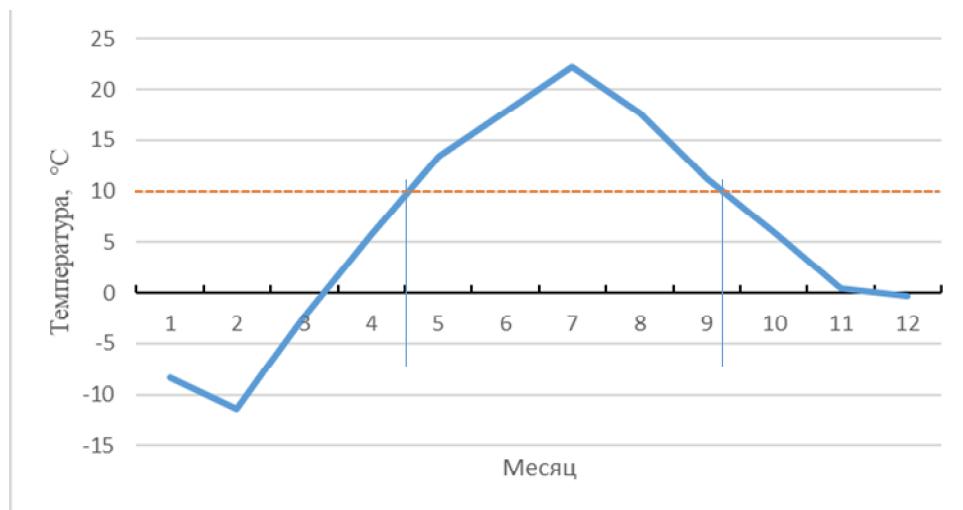


Рисунок 3.2 – Годовой ход температуры воздуха за 2011 год

Посмотрев на данный рисунок, можно отметить, что вегетационный период длится с 1 мая по 25 сентября, при этом САТ составила  $2525^{\circ}\text{C}$ .

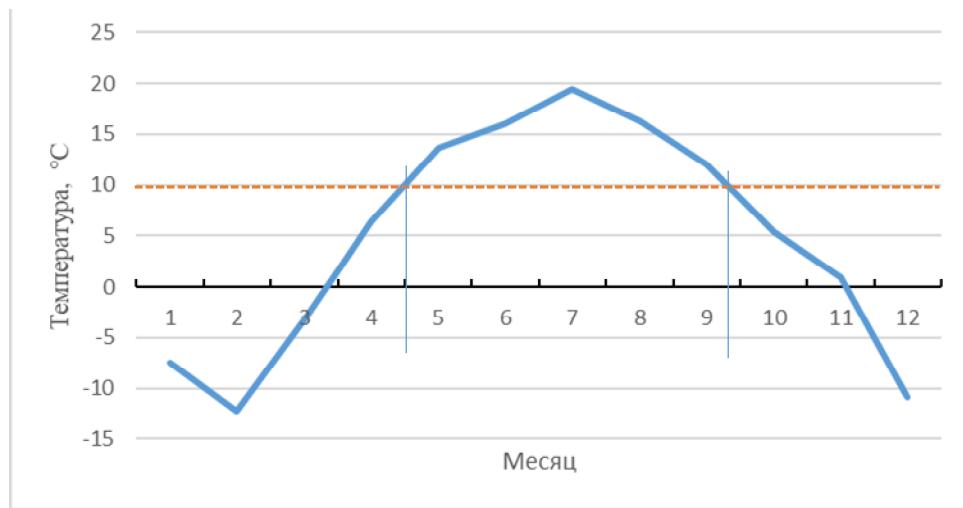


Рисунок 3.3 – Годовой ход температуры воздуха за 2012 год

Здесь можно заметить, что вегетация началась 1 мая и продолжалась до 28 сентября. Значение САТ равняется  $2371^{\circ}\text{C}$ .

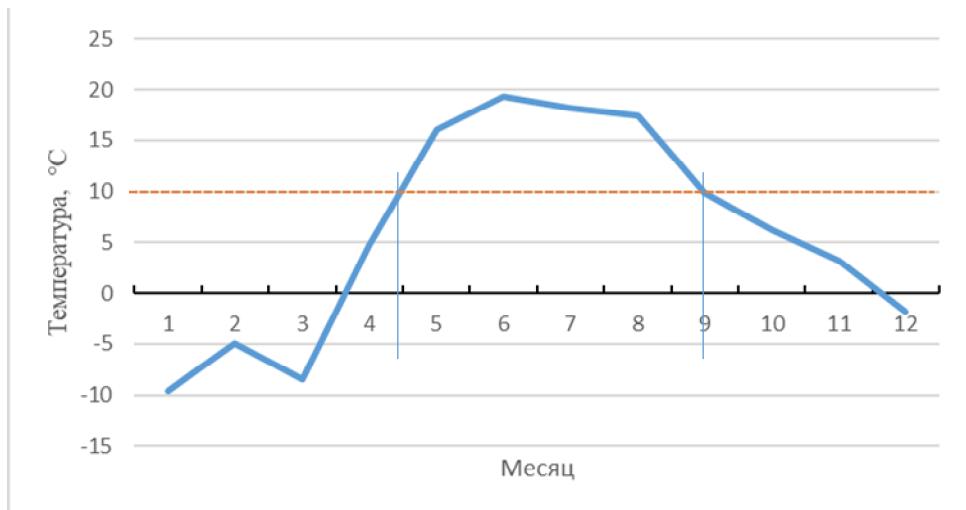


Рисунок 3.4— Годовой ход температуры воздуха за 2013 год

Вегетационный период в Твери за 2013 год отмечается с 30 апреля по 15 сентября. Показатель САТ составляет 2643 °C.

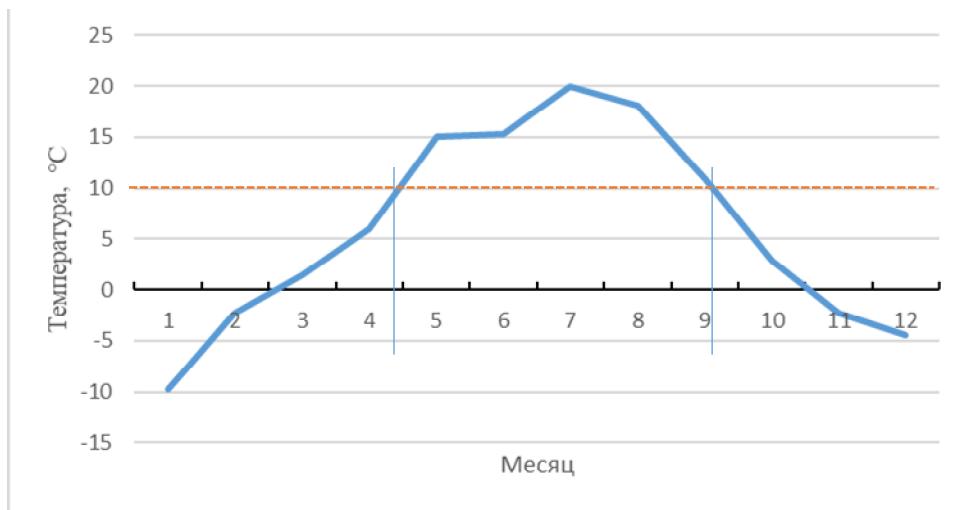


Рисунок 3.5— Годовой ход температуры воздуха за 2014 год

По данному рисунку можем отметить, что вегетационный период в 2014 году на территории Твери начался 28 апреля и закончился 25 сентября. САТ за данный промежуток составила 2462 °C.

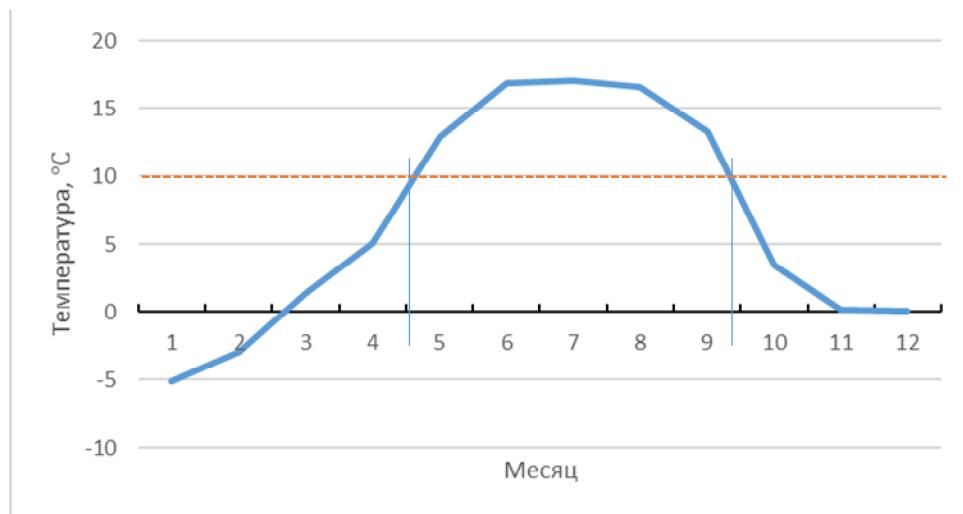


Рисунок 3.6– Годовой ход температуры воздуха за 2015 год

В 2015 году, согласно графику, вегетационный период начинается с 1 мая и продолжается по 27 сентября. САТ составила  $2350^{\circ}\text{C}$ .

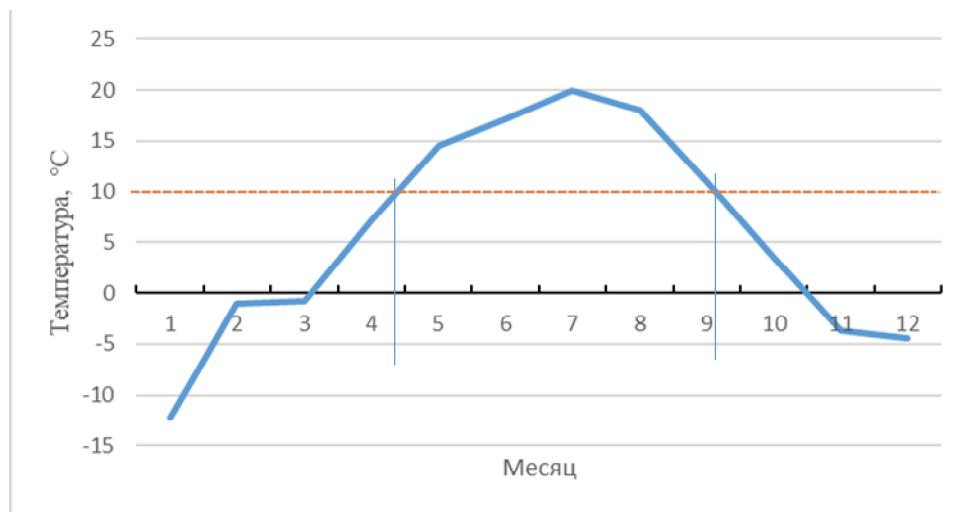


Рисунок 3.7– Годовой ход температуры воздуха за 2016 год

Анализируя рисунок, можно сказать, что вегетационный период в 2016 году приходится на промежуток с 28 апреля по 26 сентября, при этом САТ составила  $2496^{\circ}\text{C}$ .

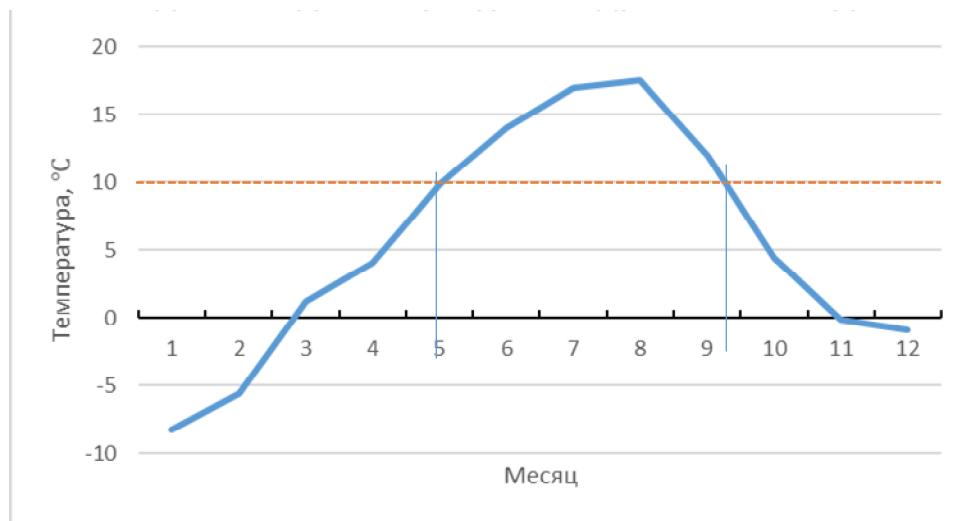


Рисунок 3.8 – Годовой ход температуры воздуха за 2017 год

Вегетационный период в Твери за 2017 год пришелся на промежуток с 15 мая по 27 сентября. Показатель САТ составил 2532 °C.

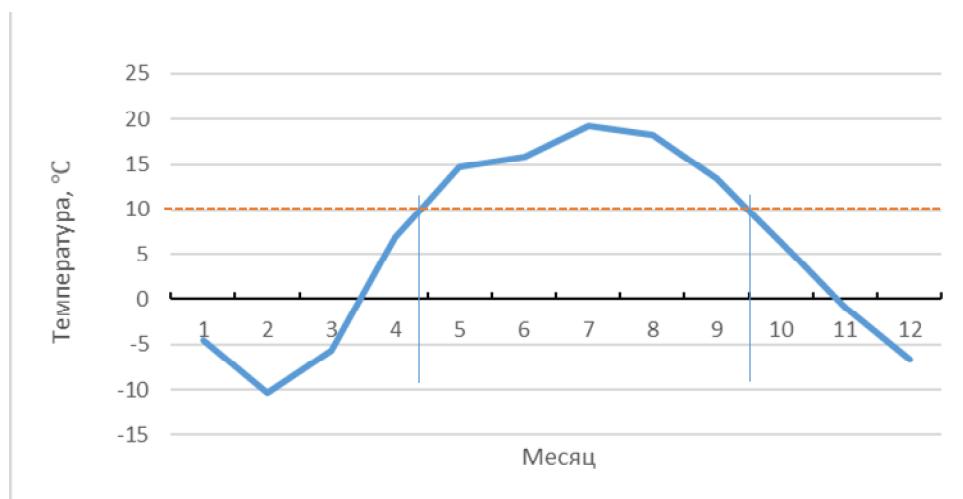


Рисунок 3.9 – Годовой ход температуры воздуха за 2018 год

На рисунке показано, что вегетация началась 28 апреля и продолжалась до 29 сентября. Значение САТ равняется 2521 °C.

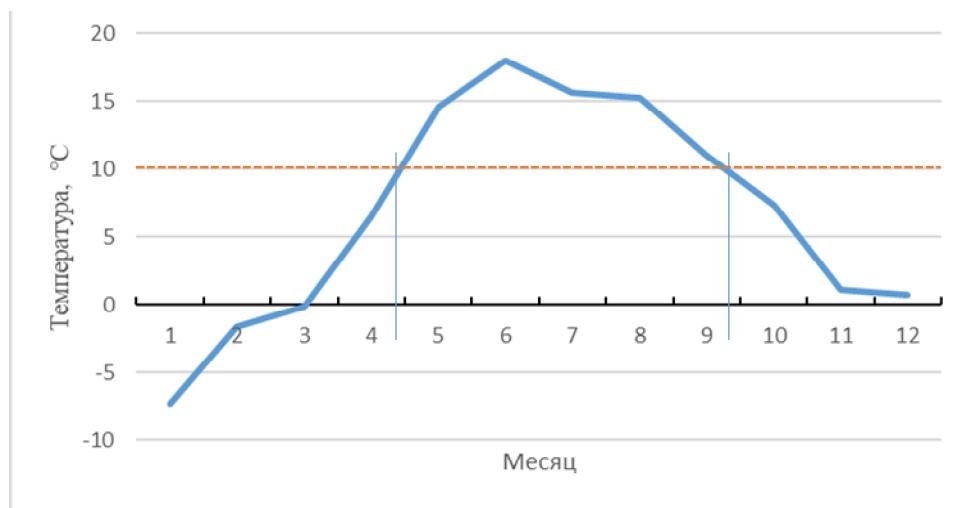


Рисунок 3.10 – Годовой ход температуры воздуха за 2029 год

В 2019 году, исходя из рисунка, вегетационный период приходится на промежуток с 29 апреля по 28 сентября. САТ составила 2295 °C.

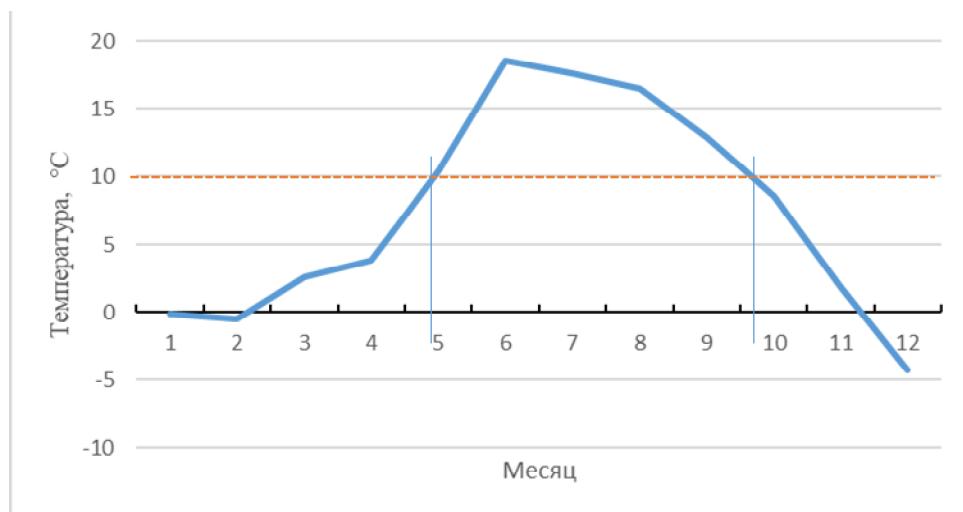


Рисунок 3.11 – Годовой ход температуры воздуха за 2020 год

График на рисунке за 2020 год показывает, что вегетационный период сместился. Это привело к тому, что вегетация сельхоз культур началась и закончилась позже (вегетационный период приходится на промежуток с 14 мая по 5 октября), чем в 2019 году. Значение САТ равняется 2566 °C.

По приведенным в таблице 3.1 данным и при помощи анализа рисунков 3.1-3.11, можно сделать вывод, что в целом регион имеет постоянные границы периода вегетации, близкие к норме, что благоприятно влияет на рост и развитие многих сельскохозяйственных культур.

Для установления наличия связей между суммой активных температур и показателями урожайности для разных культур был рассчитан коэффициент корреляции. Результаты представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Корреляционная связь САТ с урожайностью

Культура	Показатель корреляции
Картофель	-0,5
Зерновые	-0,7
Овощи	-0,4
Льноволокно	0,1

По таблице 3.2 можно заметить, что коэффициент корреляции показывает обратную связь урожайности зерновых культур, овощей и картофеля, так как имеет отрицательные значения. Например, для возделывания картофеля необходимо иметь определенную сумму активных температур. Норма составляет от 1000°C до 1600°C. САТ в Тверской области для картофеля превышает эту норму, в среднем значение равно 2472°C. При повышении температуры падает урожайность. Показатель корреляции близкий к нулю показывает, что связи нет. В виду того, что САТ формируется за счет накопления температур, то высокие значения САТ обусловлено жаркими периодами, что отрицательно сказывается на урожайности.

В процессе расчета САТ были установлены начальные даты устойчивой вегетации и по этим данным также можно определить степень влияния начала активной вегетации на урожайность. Для этого даты начала вегетации были приведены в условные дни, отсчитываемые от 1 апреля (табл.3.3).

Таблица 3.3 – Влияние даты начала активной вегетации на урожайность

Годы	Даты перехода	Условные дни от 1 апреля	Урожайность			
			Зерновые ц/га	Лен, ц/га	Картофель, ц/га	Овощи ц/га
2010	28.апр	28	11,10	9,00	82,00	187,00
2011	01.май	31	13,40	8,90	152,00	261,00
2012	01.май	31	13,40	9,10	126,00	238,00
2013	30.апр	30	12,10	8,30	152,00	242,00
2014	28.апр	28	12,40	7,40	147,00	243,00
2015	01.май	31	16,70	8,00	182,00	242,00
2016	28.апр	28	13,40	10,20	150,00	243,00
2017	15.май	45	14,50	9,70	119,00	231,00
2018	28.апр	28	12,30	10,60	166,00	249,00
2019	29.апр	29	17,90	9,50	206,00	235,00
2020	14.май	44	15,40	11,20	145,00	202,00
Коэффициенты корреляции			0,32	0,44	-0,21	-0,32

Полученные значения коэффициентов корреляции указывают на то, что у зерновых и льна урожайность может расти при поздних датах начала активной вегетации, а картофеля и овощей при ранних датах начала активной вегетации.

### 3.2 Анализ ГТК Селянинова и его связь с урожайностью

Одним из основных показателей, определяющих почвенное плодородие является режим увлажнения почвы. От него зависят: густота всходов и сохранность растений и стеблей в течение всего жизненного цикла, степень и темпы развития, динамика роста и формирование элементов продуктивности, что в конечном счете повлияет на урожайность сельскохозяйственных культур.

Одним из показателей влагообеспеченности, используемым в сельском и хозяйстве для прогнозирования является гидротермический коэффици-

ент (ГТК), предложенный Г.Т.Селяниным. Это комплексный показатель, который характеризует уровень увлажненности в зависимости от температурного режима. ГТК определяется отношением суммы осадков за период со среднесуточной температурой воздуха выше 10 °C к сумме средних суточных температур за этот же период, уменьшенный в 10 раз.

$$\text{ГТК} = \frac{\sum r}{t * 0,1} \quad (1)$$

где  $\sum r$  – сумма осадков за период со среднесуточной температурой воздуха выше 10°C, выраженная в мм.,  $\sum t$  – сумма активных температур, которые превышают 10°C. [7]

Также используется в агрогрометеорологии и агрономии для общей оценки климата и при выделении зон различной степени засушливости, а также с целью определения целесообразности выращивания тех или иных сельхозкультур.

Сопоставление классификации С.А. Сапожниковой с ГТК представлено ниже в таблице. 3.4

Таблица 3.4 – Сопоставление классификации С.А. Сапожниковой с ГТК

<b>Названия зон и подзон</b>	<b>ГТК</b>
Переувлажненная зона	1.6 и выше
Влажная зона	1.5 - 1.6
Умеренно влажная зона	1.2 – 1.5
Засушливая зона	0.4 – 1.2
Сухая зона	менее 0.4

Ниже (в таблице 3.5) представлены данные по количеству и сумме осадков за вегетационный период с 2010 по 2020 года в Тверской области.

Таблица 3.5 – Сумма осадков за вегетационный период с 2010 по 2020 г

Год	май	июнь	июль	август	сентябрь	сумма
2010	78	60	11	141	45	335
2011	36	150	57	76	68	387
2012	76	131	104	91	100	502
2013	50	60	67	24	20	221
2014	51	61	58	48	29	247
2015	91	36	125	22	62	336
2016	30	76	80	101	58	345
2017	37	123	74	34	76	344
2018	60	77	82	25	86	330
2019	32	38	51	148	43	312
2020	52	85	162	83	64	446

С помощью полученных ранее значений САТ и суммы осадков за период активной вегетации были получены значения ГТК, представленные в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Распределение ГТК за вегетационный период по Тверской области (г.Тверь).

Год	ГТК	Условия засушливости
2010	1,23	Умеренно влажная зона
2011	1,53	Влажная зона
2012	2,12	Переувлажненная зона
2013	0,84	Засушливая зона

<b>2014</b>	1,00	Засушливая зона
<b>2015</b>	1,43	Умеренно влажная зона
<b>2016</b>	1,38	Умеренно влажная зона
<b>2017</b>	1,48	Умеренно влажная зона
<b>2018</b>	1,31	Умеренно влажная зона
<b>2019</b>	1,36	Умеренно влажная зона
<b>2020</b>	1,74	Переувлажненная зона

По представленным в таблицах 3.5 и 3.6 данным, можно сделать вывод о том, что территория Тверской области, а именно город Тверь, имеет достаточный влагозапас, способствующий успешному росту, развитию сельхозкультур, а также высокому уровню урожайности. Данный регион не является засушливым, его можно считать умеренно влажным. Однако, в редких случаях (2013, 2014гг), показатель увлажненности опускался до значений ниже средних, а также в 2012 и 2020 годах превышал норму.

Для установления наличия связей между ГТК и урожайности для разных культур был рассчитан коэффициент корреляции. Результаты представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - Корреляционная связь между ГТК Селянинова с урожайностью

Культура	Показатель корреляции
Картофель	-0,1
Зерновые	0,3

Овощи	-0,1
Льноволокно	0,4

Коэффициенты, характеризующие степень увлажнения почвы ГТК, практически не влияют на урожайность овощей и картофеля, так как коэффициент корреляции равен -0,1. На урожайность овощей в Тверской области могут влиять различные факторы, такие как свет, плодородие почвы, удобрения и другие. Небольшое влияние степень увлажнения имеет на зерновые культуры и льноволокно, что видно по значениям коэффициента корреляции 0,3 и 0,4 соответственно. То есть при повышении показателя увлажнения урожайность растет.

При этом следует отметить, что чем выше уровень агротехники, культуры земледелия, организации производства, тем выше и устойчивее урожайность, меньше влияние неблагоприятных условий.

### **3.3 Оценка влияния урожайности на уровень потребления сельскохозяйственных культур**

Практика экономической деятельности показывает, что уровень потребления зависит от уровня предложений. Данный тезис, по всей видимости, можно использовать и применительно к продукции сельскохозяйственного производства, в особенности по отношению к продукции растениеводства. Как было установлено в п.3.1, урожайность продукции растениеводства сильно зависит от погодно-климатических условий, следовательно, в зависимости от метеорологических факторов будет определяться урожайность сельхозкультур, а в дальнейшем и уровень потребления.

Имея данные об урожайности сельскохозяйственных культур и сведения об уровне потребления населением продукции (табл.3.8) можно определить зависимость уровня потребления на душу населения сельхоз продукции от уровня урожайности.

Таблица 3.8 - Потребление картофеля и овощей на душу населения (в год; кг)

Год	Потребление		Урожайность	
	Картофель	Овощи	Картофель, ц/га	Овощи ц/га
2010	99	104	82	187
2011	103	114	152	261
2012	112	116	126	238
2013	115	119	152	242
2014	120	118	147	243
2015	117	103	182	242
2016	106	128	150	243
2017	104	103	119	231
2018	106	104	166	249
2019	103	99	206	235
2020	104	100	145	202
Коэффициенты корреляции	0,27	0,4		

Традиционно, для оценки степени влияния урожайности сельскохозяйственных культур на уровень потребления, воспользуемся методом корреляционно-регрессионного анализа. В результате расчета коэффициента корреляции установили, что потребление овощей в большей степени зависит от урожайности с коэффициентом корреляции 0,4, в меньшей степени потребление картофеля зависит от ее урожайности при коэффициенте корреляции 0,27.

Такое различие можно объяснить, по всей видимости, тем, что производство овощей осуществляется на территории Тверской области, а картофель при снижении урожайности поставляется из других регионов.

Продукты питания, включаемые в потребительскую корзину для основных социально демографических групп населения (трудоспособное население, пенсионеры, дети) в Тверской области и рекомендуемые рациональные нормы потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания описаны в приложении. [2]

В целом по Тверской области, проанализировав таблицу потребления и сравнив с рекомендуемыми нормами, описанными в приложении, можно сказать, что уровень потребления картошки выше положенного, а потребление других овощей ниже нормы.

## **Заключение**

В данной выпускной квалификационной работе была проведена оценка степени влияния метеорологических условий на урожайность сельскохозяйственных культур, что дало в последствии оценить влияние урожайности на уровень потребления. По полученным результатам исследований можно сделать следующие выводы.

Метеорологические характеристики, которые формируют агрометеорологические условия от года к году имеют значительные колебания.

За исследуемый период активная вегетация чаще всего начинался в конце апреля и только в 2017 и в 2020 гг. активная вегетация началась в середине мая.

Максимальные тепловые ресурсы по САТ были накоплены в 2010 г., а минимальные в 2019 г. По режиму увлажнения ( $\Gamma\text{TK}=2.12$ ) 2012 г. оказался избыточно увлажненным.

Для оценки влияния тепловых ресурсов на урожайность сельхозкультур целесообразно использовать даты начала активной вегетации.

У зерновых и льна урожайность может расти при поздних датах начала активной вегетации, а картофеля и овощей при ранних датах начала активной вегетации.

$\Gamma\text{TK}$  оказывает влияние на урожайность зерновых культур и льна. На картофель и овощные культуры практически не оказывает влияние.

Установлена зависимость уровня потребления картофеля и овощей от их урожайности – чем выше урожайность, тем выше уровень потребления.

## **Список использованной литературы**

1. Тверская область в цифрах, 2018. Статистический ежегодник. Стат.сб./Тверьстат – Тверь, 2019. - 209 с.
2. Акт министерств и ведомств "Рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания" от 19 августа 2016 г. № 614 // Российская газета.
3. Научно-прикладной справочник по климату СССР, вып 03. Гидрометиздат, 1988.
4. Федеральная служба государственной статистики Регионы России. Социально-экономические показатели - 2018 г. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://www.gks.ru/bgd/regl/B18\\_14p/Main.htm](https://www.gks.ru/bgd/regl/B18_14p/Main.htm)
5. Летопись погоды в Твери. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/27402.htm>
6. Кравченко Павел Николаевич Экологическая оценка территории тверской области в интересах сохранения редких видов *in situ* на основе каркасно-геоэкологического моделирования: дис. ... канд. географ наук: 25.00.36. Тверь, 2015. С 14-30.
7. И . В . Свисюк Агрометеорологические прогнозы, расчеты, обоснования. Ленинград: Гидрометеоиздат , 1991.
8. Левшин, А. Г. Возделывание экологически чистого картофеля раннего в двухурожайной культуре в условиях Московской области: практические рекомендации / Левшин А. Г., Гаспарян И. Н., Дыйканова М. Е. [и др.]. – Москва : РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020.– 42 с.
9. Экологическое состояние Тверской области: информационноаналитические материалы ко второму семинару «Экология в Тверском регионе: сегодня и завтра» (17 мая 2010 года) – Тверь: Тверской институт экологии и права, 2010. – 24 с.

10. А.В. Наумов Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в тверской области в 2019 году // Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области. - 2020
11. Зиль Елена Сергеевна Экономико-статистический анализ урожая и урожайности зерновых в Тверской области. Сахарово, 2003. С 10-15.
12. Агрометеорология : учебник / Л.Л. Журина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 350 с. — (Высшее образование: Бакалавриат)
13. Сборник задач и вопросов по агрометеорологии : учеб. пособие / А.П. Лосев. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 170 с. — (Высшее образование: Бакалавриат)
14. Серякова Л. П. Агрометеорология [учебное пособие]. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1978 г.

## Приложение

Таблица 1 – Рекомендуемые рациональные нормы потребления пищевых продуктов.

Наименование продуктов	кг/год/человек
Хлебные продукты (хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, мука , крупы, бобовые), в том числе:	96
Мука для выпечки хлеба и кондитерских изделий из нее	64
Ржаная	20
Пшеничная	44
Рис	7
Гречневая крупа	4
Манная крупа	2
Овсяная крупа	2
Пшеничная крупа	2
Макаронные изделия	8
Бобовые ( горох, фасоль, чечевица и др.)	3
Картофель	90
Овощи и бахчевые, в том числе:	140
Капуста белокочанная, краснокочанная, цветная и др.	40
Помидор	10
Огурцы	10
Морковь	17
Свекла	18
Лук	10
Прочие овощи ( перец сладкий, зелень, кабачки, баклажаны и др.)	20
Сахар	8
Мясопродукты, в том числе:	73
Говядина	20
Баранина	3
Свинина	18

Птица (цыплята, куры, индейка, утки, гуси и др.)	31
Рыбопродукты	22
Молоко и молокопродукты	325
Сметана, сливки с жирностью 10 - 15%	3
Масло животное	2
Творог с жирностью 0 - 18%	19
Сыр	7
Яйца (штук)	260
Масло растительное	12

Таблица 2 - Норма потребления основных продуктов питания для основных социально демографических групп населения.

Наименование про- дуктов	Объем потребления (В среднем на одного человека в год)			
	Месяц	Трудоспособное население	Пенсионеры	Дети
Хлебные продукты (хлеб и макаронные из- делия)	10,54 кг	128,4 кг	98,7 кг	78,3 кг
Картофель	8,37 кг	100,5 кг	80,0 кг	88,4 кг
Овощи и бахчевые	9,6 кг	115,2 кг	99,0 кг	113,4 кг
Фрукты свежие	5 кг	60,0 кг	45,0 кг	118,1 кг
Сахар и кондитерские изделия	1,85 кг	22,2 кг	21,2 кг	21,9 кг
Мясопродукты	4,9 кг	58,7 кг	54,0 кг	44,4 кг
Рыбопродукты	1,54 кг	19,0 кг	17,0 кг	18,6 кг
Молоко и молокопро- дукты	24,2 кг	290,8 кг	267,8 кг	359,5 кг
Яйца	17 шт	210 шт	200 шт	201 шт
Масло растительное, маргарин и др. жиры	0,95 кг	11,5 кг	9,0 кг	5,9 кг
Прочие продукты (соль, чай, специи)	0,408 кг	4,9 кг	4,1 кг	3,5 кг