



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

филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

На тему «Оценка условий увлажнения на территории Волгоградской области
(1983-2013 гг.)»

Исполнитель Киреева Н.П.

Руководитель кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Цай С.Н.

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай С.Н.

«19» июля 2016 г.

Филиал Российского государственного гидрометеорологического университета в г. Туапсе	
НОРМОКОНТРОЛЬ ПРОЙДЕН	
«05» июля	2016 г.
подпись С	расшифровка подписи

Туапсе
2016



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

филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

На тему «Оценка условий увлажнения на территории Волгоградской области
(1983-2013 гг.)»

Исполнитель Киреева Н.П.

Руководитель кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Цай С.Н.

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай С.Н.

« ____ » _____ 2016 г.

Туапсе
2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1 Физико-географическая характеристика и климатические особенности Волгоградской области	6
1.1 Физико-географическая характеристика Волгоградской области	6
1.2 Климатические особенности Волгоградской области.....	12
Глава 2 Методика оценки ресурсов влаги	16
2.1 Роль воды в жизни растений и методы оценки ресурсов влаги	16
2.2 Исходный материал и методы его обработки.....	28
Глава 3 Оценка условий увлажнения Волгоградской области	31
3.1 По осадкам	31
3.2 По показателям увлажнения	35
3.3 По запасам продуктивной влаги под культурами	41
Заключение	46
Список использованной литературы	48
Приложения.....	51

Введение

Тепло и влага являются основными факторами в жизни растений. Несмотря на усовершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур влияние климатических факторов на объём и качество урожая остаётся важным во многих природно-климатических зонах Российской Федерации. Климатические ресурсы во многом определяют особенности агротехники (сроки посева, нормы высева, глубина заделки семян, особенности применения удобрений и фунгицидов, микроэлементов, регуляторов роста растений и другие).

Изучение природных ресурсов той или иной территории, анализ их влияния на рост и развитие сельскохозяйственных растений необходимо как для разработки агротехнических приемов возделывания новых сортов, так и для поиска путей повышения эффективности использования гидротермических и энергетических факторов климата. Связь климатических условий территории с потребностями сельскохозяйственных культур учитывается при разработке мероприятий, направленных на более полное и эффективное использование биоклиматических ресурсов при формировании урожая. После оценки и учёта имеющихся естественных ресурсов необходимо определить, какие селекционные подходы позволяют повысить их эффективное использование.

Сведения о термических и водных ресурсах определённой территории необходимы для решения различных вопросов сельскохозяйственного производства. Они используются для определения сроков сева различных культур, подсчёта количества тепла и влаги, накапливаемых в данном месте за разные отрезки времени, для оценки обеспеченности растений теплом и водой, для агроклиматического районирования, для эффективного использования земельных ресурсов. Поэтому необходим правильный учёт термических и водных ресурсов территории, что особенно актуально в настоящее время для повышения культуры сельскохозяйственного производства.

Волгоградская область - является благоприятным субъектом Российской Федерации в отношении агроклиматических ресурсов. Тем не менее, на её территории наблюдаются и неблагоприятные агроклиматические явления, которые снижают сельскохозяйственный потенциал природной среды. К ним в частности относятся суховеи, засушливые явления, недостаточная влагообеспеченность сельскохозяйственных культур.

Актуальность исследований связана с тем, что уровень урожайности всех сельскохозяйственных культур находится в большой зависимости от условий увлажнения территории.

Объект исследований - территория Волгоградской области.

Предмет исследований - наиболее распространенные показатели влагообеспеченности: осадки, гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова, показатель увлажнения Д.И. Шашко (Md), испаряемость, запасы продуктивной влаги в почве.

Цель исследований – на основании обработки многолетних данных, оценить условия увлажнения распространенных показателей влагообеспеченности.

Определены следующие **задачи**:

- рассмотреть физико-географическую характеристику Волгоградской области;
- рассмотреть климатические особенности Волгоградской области;
- описать роль воды в жизни растений и методы оценки ресурсов влаги;
- обобщить данные методики оценки условий увлажнения и обработки исходного материала;
- оценить условия увлажнения Волгоградской области по осадкам, гидротермическому коэффициенту (ГТК) Г.Т. Селянинова, показателю увлажнения Д.И. Шашко (Md), испаряемости, запасам продуктивной влаги в почве.

Структура работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения,

списка использованной литературы и приложений. Во введении обосновывается актуальность темы, сформулированы цель и задачи работы.

В первой главе рассматриваются физико-географическое положение, рельеф, растительность, почвы и гидрографическая сеть, описаны климатические особенности по сезонам года, неблагоприятные явления погоды рассматриваемой территории.

Во второй главе дано описание роли воды в жизни растений и методов оценки ресурсов влаги, а также перечислены метеорологические и агрометеорологические данные, использованные в процессе подготовки работы, описаны методы обработки материалов.

В третьей главе представлен анализ условий влагообеспеченности за рассматриваемый период применительно к территории и сельскохозяйственным культурам.

В заключении приведены основные результаты и выводы работы.

Информационное и методическое обеспечение. Работа выполнена на основе анализа материалов наблюдений метеорологических станций: Волгоград, Даниловка, Палласовка, Серафимович, Урюпинск и Фролово за период с 1983 по 2013 годы, данным агроклиматических ресурсов и литературы, опубликованной по теме.

Исходные данные были получены в отделе агрометеорологических прогнозов и агрометеорологии ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС».

Общий объем работы составляет 50 машинописных страниц. Включает 7 таблиц, 10 рисунков, 13 приложений. Список литературы представлен 26 наименованиями.

Глава 1 Физико-географическая характеристика и климатические особенности Волгоградской области

1.1 Физико-географическая характеристика Волгоградской области

Волгоградская область расположена на юго-востоке Европейской части России, в районе Нижнего Поволжья и среднего течения Дона, в зоне степей и полупустынь. С севера на юг и запада на восток её территория протянулась более чем на 400 км. Общая площадь области составляет 114,1 тысяч квадратных километров (рис. 1).

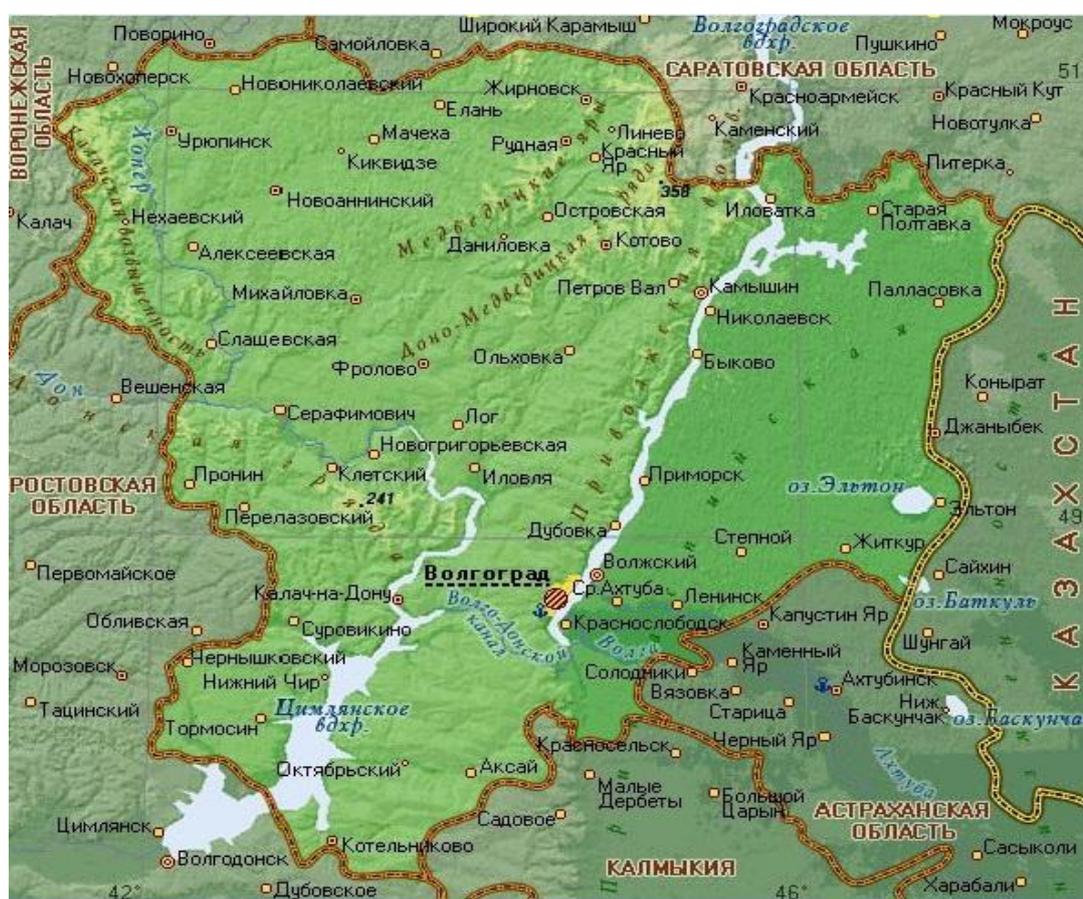


Рис. 1. Физическая карта Волгоградской области [14, с. 3]

Рельеф области неоднороден. Река Волга делит территорию области на две различные по рельефу части: возвышенное правобережье и низменное плоское Заволжье. Самая высокая отметка 358 м (в Котовском районе).

Правобережье представляет собой всхолмленную равнину, расчлененную

речными долинами, оврагами и балками. Вдоль правого берега Волги протянулась Приволжская возвышенность. Большую часть склона занимает Доно-Медведицкая гряда.

К югу от Волгограда находится возвышенность Ергени. Она крутым уступом обрывается на восток и полого спускается на запад, переходя в Донскую равнину.

На территорию правобережья заходят юго-восточные отроги, Средне-Русской возвышенности, образуя Донскую гряду и Калачскую возвышенность.

Донская гряда расположена между Доном и его правым притоком Чиром. Она представляет равнину, в северной части холмистую. Гряда вплотную подходит к Дону, где образует его высокие берега, густо расчлененные оврагами и балками.

Калачская возвышенность занимает правобережье Хопра; её склон, обращенный к реке, также сильно изрезан балками и оврагами.

Овраги весьма распространены на правобережье. Образованию их способствуют рыхлые легко размываемые породы, слагающие поверхность, летние ливни, весеннее снеготаяние, образующие бурные потоки, и очень малая заселенность территории. Меньшую часть правобережья занимают низменности. Между Калачской возвышенностью и Медведицкими ярами находится Хоперско-Бузулукская низменность.

Пространство между Волгой и возвышенностью Ергени занимает Сарпинская низменность. Это плоская равнина, по которой вдоль Ергеней тянется длинная ложбина, заполненная цепочкой Сарпинских озер.

В пойме Дона распространены заливные луга, леса. Над поймой местами возвышаются большие песчаные массивы – Арчедино-Донские, Голубинские и Цимлянские пески. Ниже города Калача пойма затоплена Цимлянским водохранилищем [1, с. 4].

Левобережье Волгоградской области занято Прикаспийской низменностью. На поверхности много неглубоких впадин. Местами над

плоской поверхностью низменности поднимаются невысокие холмы, как, например Приволжская песчаная гряда.

На западе Прикаспийской низменности широкой полосой протянулась долина Волги. Пространство между главным руслом Волги и её рукавом Ахтубой занимает Волго-Ахтубинская пойма. Это зеленый оазис среди пустынных пространств Прикаспийской низменности, один из благоприятных в климатическом отношении [5, с. 3].

В широких долинах Волги и Дона созданы крупные водохранилища.

На территории области протекают крупные реки – Волга и Дон, принадлежащие Каспийскому и Азово-Черноморскому бассейнам. Водораздел между ними проходит по Приволжской возвышенности и Ергеням.

Волга протекает по области своим нижним течением. Справа в неё впадают небольшие речки - Камышинка, Балыклейка, Дубовка, Царица, а слева Еруслан.

Дон на своем пути принимает притоки: слева – Хопер, Медведицу, Иловлю, Донскую Царицу, Мышковку, Аксай, Курмоярский Аксай, а справа – Чир, Цимлу.

Реки бассейна Дона относятся к Восточно-Европейскому типу, который характеризуется высоким весенним половодьем и преимущественно низким состоянием уровня в остальное время года. Летне-осенние паводки, как правило, незначительные. Зимние же паводки в отдельные годы в периоды значительных оттепелей нередко превышают весеннее половодье.

Весеннее половодье обусловлено таянием снега и начинается в середине марта – начале апреля, за 3-5 дней до вскрытия. Продолжительность половодья на реках Медведица, Хопер, Иловля, Чир составляет 1,5-2 месяца, на остальных более мелких реках – от 0,5 до 1 месяца. Вскрытие реки, как правило, сопровождается весенним ледоходом. Продолжительность ледохода от 2 до 10 дней. Нередко на крутых излучинах рек и у мостов ледоход сопровождается заторами льда, вызывающими резкий подъем уровня. В период весеннего

половодья вода выходит на пойму, затопляя обширные пространства.

В середине мая-начале июня наступает мелководная летняя межень, переходящая в зимнюю межень.

Летом мелкие реки сильно мелеют, нередко превращаясь в ряд разобщённых водоемов. Русло рек, как правило, зарастает водной растительностью.

Ледообразование на реках обычно начинается в середине ноября, ледостав устанавливается в конце ноября-начале декабря. В тёплые зимы ледостав неустойчив, особенно по югу области. Нередко наблюдается вскрытие рек ото льда в феврале и реже в январе.

Естественный режим большинства рек искажается влиянием гидротехнических сооружений.

Сток Волги полностью зарегулирован. Расходы воды в верхней части Волгоградского водохранилища определяются попусками из Куйбышевского водохранилища.

Весеннее половодье на Волге начинается в середине апреля и заканчивается в середине июня, переходя в летнюю межень. В период межени уровни имеют суточный ход, обусловленный сбросами из Куйбышевского водохранилища. В зимний период сбросы увеличиваются, кроме этого некоторый подъем уровня вызывается подпором от ледовых образований.

Ледообразование начинается в начале декабря, очищение реки ото льда происходит в середине и в конце апреля. Вскрытие сопровождается весенним ледоходом, продолжительность которого достигает 10-15 дней.

Речная сеть области в последние годы подверглась большому преобразованию. На Дону и Волге созданы гидростанции и водохранилища, а Волго-Донской судоходный канал соединил между собой Волгу и Дон, отчего намного возросло хозяйственное значение.

Вдоль Ергеней расположены Сарпинское озеро (Сарпа, Цаца и др.). На Прикаспийской низменности имеются солёные озёра, наиболее крупные из них

– Эльтон, Боткуль, Горькосолёное. Широко распространены искусственные и естественные лиманы.

В области создано много прудов они служат источниками орошения полей, обводнения пастбищ, водоснабжения [5, с. 16].

Территория Волгоградской области с учётом физико-географического положения, особенностей почвенно-климатических условий делится на четыре агроклиматических зоны: степная, сухостепная, пустынная и полупустынная (рис. 2).

В Волгоградской области распространены черноземные, каштановые почвы степей и светло каштановые полупустынные почвы, на фоне которых отдельными пятнами встречаются солончаки. По долинам рек развиты пойменные почвы [11, с. 7].



Рис. 2. Карта агроклиматических зон Волгоградской области [4, с. 7]

Чернозёмные почвы распространены на северо-западе степной зоны. Занимают они более 25 % всей территории области [1, с. 5].

Около 42 % площади занимают тёмно каштановые и каштановые почвы. Они распространены в правобережье Дона, в Медведицко-Волжском междуречье и частично заходят на Прикаспийскую низменность.

В полупустынной зоне господствуют светло каштановые почвы. Занимают они около 31 % площади.

Солонцы распространены пятнами среди каштановых и светло каштановых почв. Особенно много их в Прикаспийской низменности.

Солончаки распространены главным образом на Прикаспийской низменности и, особенно в районе солёных озёр. Для земледелия они малоблагоприятны и могут быть использованы лишь после рассоления.

С созданием Волгоградского водохранилища открылись большие перспективы освоения земель полупустынной зоны.

По долинам рек в степной и полупустынной зонах развиты плодородные пойменные почвы. Ежегодно после половодья на них отлагается ил, богатый питательными веществами. Эти почвы используются под огороды, бахчу, садово-ягодные культуры, луга, дающие хорошее сено.

В связи с созданием Волгоградского водохранилища стало возможным избавить пойму от губительного затопления весной и отдавать ей воду по мере надобности для освоения земель.

Крупных лесных массивов по территории области нет. Леса встречаются узкими лентами только по берегам и долинам рек [1, с. 6].

Степи распаханы и превращены в сельскохозяйственные угодья. Естественная травянистая растительность сохранилась лишь по склонам речных долин. В степной зоне преобладает типчаково-ковыльная растительность, на чернозёмных почвах – разнотравье. В полупустынной зоне господствуют полынно-злаковые травы.

В области интенсивно развито сельское хозяйство. Ведущими отраслями

являются зерновое хозяйство и животноводство. На полях области возделываются зерновые, технические и кормовые культуры. Основные из них озимая и яровая пшеница; распространены также посевы ячменя, проса, кукурузы, гороха, подсолнечника, горчицы. Кроме того, выращиваются бахчевые, овощные культуры и картофель. Сады и виноградники занимают в области незначительные площади, всего 0,2 % пахотных земель.

1.2 Климатические особенности Волгоградской области

Характеристика сезонов года. Географическое положение исследуемой территории определяет основные черты циркуляции воздуха в пределах области и её климатический режим.

Климат области отличается резкой континентальностью, которая возрастает с запада на восток. Зима малоснежная, довольно холодная. Лето тёплое, недостаточно увлажнённое. Характерной особенностью климата является наличие сильных восточных и юго-восточных ветров и суховеев, которым особенно подвержена юго-восточная часть области. Температура воздуха имеет четко выраженный годовой ход. Годовая амплитуда экстремальных температур воздуха составляет 75-85°C.

Наиболее тёплыми в летние месяцы являются юго-восточные районы области. Количество выпадающих осадков за год невелико. В пределах области оно изменяется от 400-500 мм в северо-западных районах до 250-300 мм в Заволжье и Прикаспии [21, с. 20].

Характер погоды в области в различные сезоны существенно меняется.

Осень наступает на севере области в первой декаде сентября, а в центральных и южных районах – во второй декаде этого месяца. В начале осени преобладает ясная и малооблачная погода, к концу её число пасмурных дней возрастает, дожди учащаются и становятся более длительными, температура воздуха резко понижается и во второй декаде ноября наблюдается устойчивый

переход к отрицательным температурам.

Зима устанавливается с половины ноября. Зимой наиболее холодным районом можно считать северо-восток области. Она малоснежная с резкими холодными ветрами и частыми метелями. Снежный покров в большинстве зим устойчив, образуется в декабре, в северных районах на 15-20 дней раньше, чем в южных. Один-два раза в десятилетие залегание снега носит неустойчивый характер. Высота снега к концу зимы достигает в северных районах 16-18 см, в южных 7-10 см. Наибольший запас воды в снеге бывает в середине февраля и составляет 60-70 мм в северных и 40-50 мм – в южных районах области. В отдельные многоснежные зимы запасы воды в снеге достигают соответственно 100-130 и 65-85 мм.

Зимой в северных и центральных районах области преобладают юго-восточные ветры, по долине Волги – северо-восточные. В холодное время года скорость ветра составляет 4,5-7,0 м/с. Зимой наиболее холодным районом можно считать северо-восток области. Средняя температура января (самого холодного месяца зимы) составляет -10...-12°C, к югу и юго-западу области температура повышается до -7,5...-8,5°C (Чернышковский и Котельниковский районы). Различие дневных и ночных температур невелико.

В очень холодные суровые зимы температуры могут опускаться до -36...-41°C. Однако такие зимы наблюдаются редко [21, с. 26].

Весна наступает в конце марта и протекает бурно: повышается температура воздуха, увеличивается число ясных дней, уменьшается относительная влажность воздуха.

Лето устанавливается в первой-второй декаде мая. Наиболее тёплыми в летние месяцы являются юго-восточные районы области. В июле, самом жарком месяце лета, в Заволжье и на Прикаспийской низменности средняя месячная температура воздуха составляет 23,5...24,5°C. Температура воздуха повышается с северо-запада на юго-восток. Воздух обычно запылён и душен. К северо-западу она понижается до 21,0...22,0°C. В отдельные жаркие дни может

повышаться до 39...45°C. В летний период повторяемость восточных и западных ветров одинакова. Летом скорость ветра меньше, чем зимой и составляет 4,5-6 м/с.

Продолжительность тёплого периода года составляет 220-245 дней, увеличиваясь с севера на юг. Длительность дня в летние месяцы составляет 14-16 часов.

По увлажнению Волгоградская область относится в основном к зоне недостаточного увлажнения. Засушливость возрастает с запада на восток.

В тёплый период года с апреля по октябрь выпадает две трети осадков. Дожди летом большей частью носят ливневый характер. Временами ливни сопровождаются градом. За лето в среднем наблюдается 1-2 дня с градом [20, с. 45].

Неблагоприятные явления погоды. Территория Волгоградской области подвержена влиянию различных метеорологических явлений, оказывающих вредное действие на развитие сельскохозяйственных культур. Основными из них являются: суховеи, засухи, сильные ветры, заморозки, град [1, с.10].

Суховеи различной интенсивности на территории области наблюдаются ежегодно, являются типичными явлениями. Они обусловлены систематической сухостью воздуха, высокими температурами, большой испаряемостью и значительными скоростями ветра. Наибольшая повторяемость суховеев на востоке области до 40 %, к западу, количество их уменьшается от 20 до 25 %. В основном в Волгоградской области наблюдаются слабые, средние и интенсивные суховеи, очень интенсивные наблюдаются редко.

Особенно вредное влияние на сельскохозяйственные культуры оказывают засухи. Они характеризуются большим недостатком осадков и высокими температурами воздуха. Обычно засухи бывают двух типов: почвенные и атмосферные, нередко они наблюдаются одновременно. При этом нарушается водный режим растений, прекращается их рост и развитие, наблюдается угнетение и засыхание, снижается урожай. Первые засухи возможны в апреле,

их число постепенно возрастает, достигая максимума в июле-августе.

Следующим неблагоприятным фактором, ограничивающим возможности сельскохозяйственного производства, являются заморозки - позднее весенние и ранние осенние. Варьирование дат последних весенних и первых осенних заморозков изменяет длительность безморозного периода в ту или иную сторону [1, с. 11].

Последние заморозки весной на территории области прекращаются в среднем многолетнем 13-22 марта, что примерно совпадает с началом периода с температурой воздуха выше 10°C.

Первые осенние заморозки отмечаются в конце сентября – начале октября. Продолжительность безморозного периода составляет 236-270 на территории области.

В тёплую половину года, чаще в мае-июле, в Волгоградской области отмечается выпадение града, сопровождающееся ливневыми осадками, грозами, а иногда шквалистым ветром. Град наносит значительный ущерб сельскохозяйственным культурам. На территории области вероятность процента лет с градом колеблется от 6-30 в мае, до 13-16 в июле.

Глава 2 Методика оценки ресурсов влаги

2.1 Роль воды в жизни растений и методы оценки ресурсов влаги

Влажность почвы зависит от многих причин и непрерывно меняется. В одном и том же районе при одинаковом количестве атмосферных осадков влажность почвы различных сельскохозяйственных угодий различна. Различие определяется тем, что расход почвенной влаги осуществляется путём испарения с поверхности почвы и транспирации растений. Испарение и транспирация в свою очередь зависят от характера и состояния поверхности почвы, погоды, вида культуры, фазы её развития, состояния надземной массы и корневой системы и т.д. Влага является одним из основных факторов жизни растений. Существенными функциями воды в жизни растений являются её участие в процессе фотосинтеза, обеспечение терморегуляции растительного организма, перенос элементов питания.

Транспирационный коэффициент, т.е. количество воды, необходимое растению для образования единицы сухого вещества, как показали наблюдения, в сотни раз превышает вес сухого вещества растения и колеблется в широких пределах [9, с. 136].

Таким же относительным показателем потребности растений во влаге может служить коэффициент водопотребления K , представляющий собой частное от деления всего расхода воды (транспирация плюс испарение с почвы) на урожай всей органической массы или основной продукции с данного поля. Следует отметить, что коэффициент водопотребления в сильной степени зависит от применения удобрений, плодородия почвы и урожайности [9, с. 137].

Влага нужна растению в течение всего периода его жизни – от прорастания зерна до прекращения роста. Достаточное увлажнение почвы и сравнительно высокие температуры способствуют быстрому набуханию семян и появлению всходов и корней. Недостаток влаги в почве влечёт за собой медленное набухание семян и задержку образования корней и появления

всходов [18, с. 98].

По данным Е.С. Улановой, при оптимальных условиях температуры (выше 14°C) и хорошем увлажнении почвы (больше 30 мм в пахотном слое) продолжительность периода посев-всходы озимых будет равна четырём дням. С уменьшением запасов влаги в почве при оптимальных температурных условиях период посев-всходы увеличивается до 20 дней и более [8, с. 205].

Вода является растворителем находящихся в почве минеральных солей, которые служат одним из продуктов питания растений. Вода, всасываемая корнями из почвы, расходуется не только на доставку питательных веществ, но больше всего на испарение. Растение, испаряя много влаги, охраняет себя от солнечного перегрева.

Влагообеспеченность культур в течение вегетационного периода является непременным условием получения высокого урожая. Однако потребность растений во влаге в различные периоды их жизни различна, поэтому урожай зависит от распределения влаги по периодам вегетации.

Осадки в комплексе факторов, обуславливающих водный режим растения, играют большую роль, от них зависит снабжение почвы влагой. Для растений имеет значение только то количество осадков, которое попадает в почву и используется растениями.

Влажность воздуха в значительной степени обуславливает величину испарения, как с поверхности почвы, так и самих растений.

При условиях большой влажности почвы и воздуха корневая система развивается в более высоких слоях почвы. Поэтому при внезапной смене влажной погоды на сухую корни не обеспечивают получения достаточного количества воды из более глубоких слоёв почвы. Растение страдает от недостатка влаги, что приводит в дальнейшем к их полеганию. В период цветения такая влажность воздуха препятствует нормальному опылению растений, в период созревания – подсыханию зерна, а также обуславливает возникновение и распространение грибковых заболеваний.

В условиях переувлажнённого воздуха, когда образуются туманы, созревание растений идет очень медленно, а иногда и вовсе не наступает.

Понижение влажности воздуха до 30 % и ниже приводит к потере тургора в листьях, а при продолжительной засушливости к преждевременному усыханию листьев, уменьшению фотосинтезирующей поверхности посева и, в конечном итоге, к уменьшению урожая.

Особенно вредно понижение влажности воздуха ниже 30 % в период цветения и налива зерна озимых и яровых культур. Такая влажность в этот период приводит к щуплости зерна и снижению его урожая.

Снижение влажности воздуха при недостатке почвенной влаги в сочетании с высокими температурами обуславливает преждевременное подсыхание зерна. В случае недостатка влаги в почве после цветения, особенно при повышенной температуре и сухости воздуха, растение испаряет больше влаги, чем получает из почвы через корневую систему.

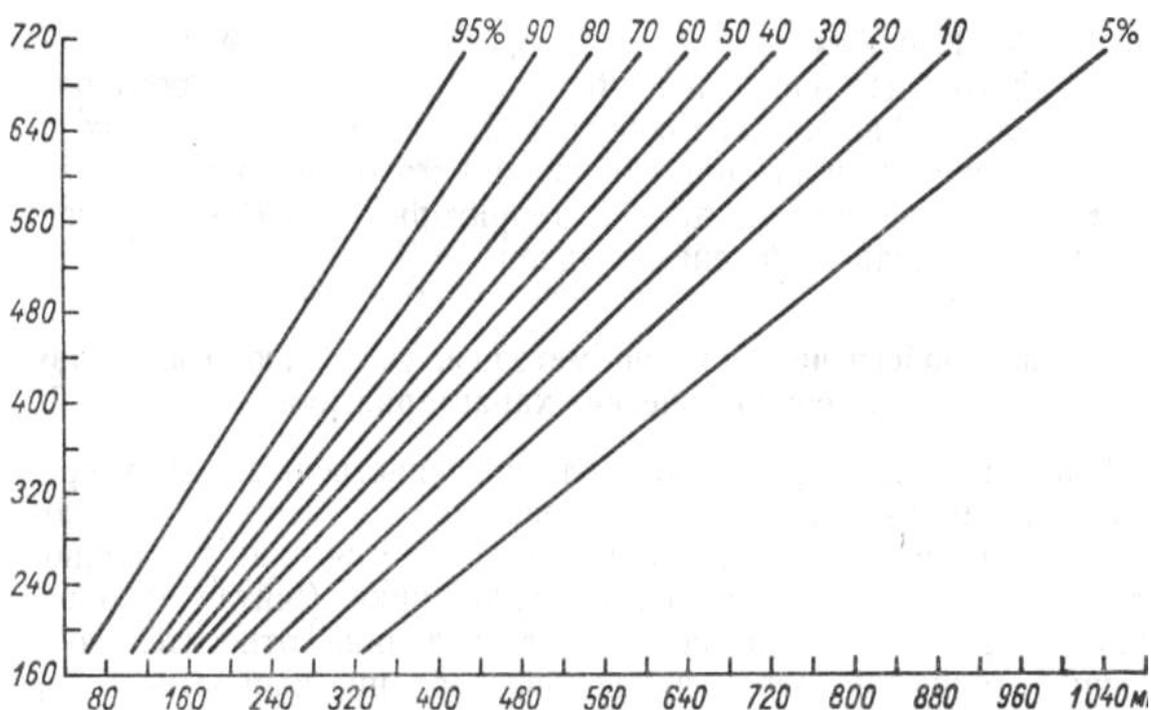
В настоящее время нельзя дать определенного ответа на вопрос о наиболее эффективных критериях влагообеспеченности. Фундаментальные теоретические исследования этой проблемы не продвинулись далее полукачественных описаний процесса переноса влаги. Сложность проблемы влагообеспеченности растений привела к появлению различных методов и способов её решения. Рассмотрим те из них, которые используются наиболее широко.

Учитывая многочисленность методов оценки влагообеспеченности и внутренние связи между ними, разделение их на указанные ниже группы следует считать условным [22, с. 62].

Оценка влагообеспеченности по осадкам. В настоящее время всё ещё достаточно часто, особенно на практике, в качестве показателя обеспеченности влагой используют количество выпавших осадков, выраженное обычно в миллиметрах слоя воды. Среднее многолетнее количество осадков в данном районе даёт представление о 50 % обеспеченности этой территории осадками

выше или ниже данной величины.

Имеющиеся в климатических справочниках данные о средних многолетних суммах осадков за отдельные месяцы и периоды не могут полностью характеризовать режим осадков, ибо изменчивость осадков в отдельных районах может быть значительной. Для правильного суждения о влагообеспеченности культур необходим расчёт осадков различной обеспеченности. Для этого можно пользоваться графиками А.Н. Лебедева (рис. 3).



**Рис. 3. График для расчета осадков различной обеспеченности
(по А.Н. Лебедеву, 1963) [22, с. 63]**

На графике по оси Y нанесены средние многолетние суммы осадков за тёплый период, по оси X – возможные суммы осадков в отдельные годы, в поле графиков даны линии различной обеспеченности.

Однако оценка условий влагообеспеченности территории по количеству выпадающих осадков не удовлетворяет агроклиматологов, ибо осадки являются лишь одной из характеристик приходной части водного баланса. Этим, в частности, объясняется тот факт, что в различных районах может выпасть

одинаковое количество осадков, но обеспеченность растений влагой будет разной. Поэтому для более правильной оценки влагообеспеченности необходимо знать потребность растений во влаге и фактическое водопотребление. Сравнение этих двух величин (через разность или отношение) может служить показателем влагообеспеченности данной территории. Необходим также учёт годового хода выпадения осадков [22, с. 63].

Оценка влагообеспеченности по методам, учитывающим основные метеорологические характеристики. Величина водопотребления сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов, основными из которых являются погодные (климатические) условия, биологические особенности культуры и уровень применяемой агротехники. Основными метеорологическими факторами, характеризующими потребность растений в воде, являются солнечная радиация, температура воздуха, дефицит влажности воздуха и некоторые другие показатели.

В России довольно широко распространён биофизический метод, предложенный А.М. Алпатьевым. В качестве основного элемента, определяющего величину оптимального водопотребления (оптимального суммарного испарения), Алпатьев выбрал дефицит влажности воздуха, поскольку он, как функция от температуры и влажности воздуха, является комплексным показателем условий суммарного испарения.

Вторым компонентом в расчётном уравнении является так называемый биологический коэффициент испарения. В физической основе этого коэффициента, по Алпатьеву, «лежит сложившийся в филогенезе наследственный ритм развития растения, связанный с сезонным ритмом климата, ход накопления растительной массы одновременно с качественным изменением самого растения, степень затенения почвы и устойчивость фитолимата». Эти зависимости дают основание полагать, что биологический коэффициент отражает главным образом биологические особенности развития растений. С учётом указанных закономерностей расчётное уравнение имеет

вид:

$$E = K\Sigma d \quad (1)$$

где, E – оптимальное водопотребление данного фитоценоза (мм)

K – биологический коэффициент данной культуры (безразмерная величина)

Σd – сумма дефицитов влажности воздуха (мм или мб).

Оптимальное водопотребление (близко совпадающее с испаряемостью или, что то же, с оптимальным суммарным испарением) в справочниках определено по формуле:

$$E = 0,65\Sigma d \quad (2)$$

где, Σd – сумма дефицитов влажность воздуха, выраженная в мм

0,65 – биологический коэффициент испарения, принятый Алпатьевым постоянной величиной

E – потребность в воде данного фитоценоза (оптимальное водопотребление, мм) [22, с. 64].

Оценка влагообеспеченности по условным показателям увлажнения.

Рядом авторов предложены условные показатели увлажнения, часто называемые индексами или коэффициентами. В основе большинства коэффициентов лежит положение, согласно которому степень увлажнения территории находится в прямой зависимости от количества осадков и в обратной от возможного расхода влаги растениями (испаряемости). Последняя рассчитывается по температуре, дефициту влажности воздуха или другим параметрам [12, с. 16].

Показатель увлажнения, предложенный Н. Н. Ивановым:

$$k = \frac{P}{f} \quad (3)$$

где, P – осадки за год (мм)

f – испаряемость за год (мм), определенная по испарению с поверхности водоемов

Показатель увлажнения Д. И. Шашко:

$$Md = \frac{P}{\Sigma d} \quad (4)$$

где, P – осадки за год

Σd – сумма среднесуточных дефицитов влажности за год (мм), являющаяся показателем испаряемости [26, с. 86]

При этом влагообеспеченность территории оценивается следующими значениями коэффициентов Md : > 0.60 – избыточное увлажнение; $0.60-0.45$ – хорошее; $0.45-0.35$ – умеренное; $0.35-0.25$ – полусухое; $0.25-0.15$ – засушливое; < 0.15 – сухое [10, с. 7].

Поскольку испаряемость существенно зависит от влажности воздуха, П.И. Колосков предложил следующий показатель, характеризующий увлажнение почвы:

$$W = K \frac{P}{E - e} \quad (5)$$

где, P – количество осадков

$E - e$ – дефицит влажности воздуха

K – коэффициент пропорциональности

Пользоваться формулой Колоскова затруднительно, так как необходимо определять величину K (по данным влажности почвы).

Из комплексных показателей, используемых для оценки

агроклиматических ресурсов, наиболее широкое применение получил гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова, вычисляемый по формуле:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum P}{0.1 \sum T} \quad (6)$$

где, ΣP – сумма осадков за рассматриваемый период

ΣT – сумма активных температур выше 10°C, накопившихся за тот же период уменьшенная в 10 раз [10, с. 12].

Селянинов для упрощённой оценки режима увлажнения внутри вегетационного периода предложил рассчитывать начало и конец засушливых и сухих периодов и их продолжительность. За засушливый период он принял ГТК менее 1.0, а за сухой – не менее 0.5. Начало и конец указанных периодов можно рассчитывать по интерполяционной формуле:

$$P = \frac{K - b}{a - b} d + 15 \quad (7)$$

где, K – пороговое значение ГТК (1.0 или 0.5)

b – среднее месячное значение ГТК ниже порогового

a – соответствующее значение ГТК выше порогового

d – число дней в месяце с ГТК равным b [14, с. 67]

В ряде работ ГТК широко использован для оценки влагообеспеченности урожая. Впервые такая связь была установлена С. А. Сапожниковой.

Несмотря на широкое использование показателей Шашко и Селянинова, они имеют определенные недостатки. Недостатком ГТК является не учёт весенних запасов влаги в почве, которые при неоднородном годовом ходе осадков могут быть существенно различными при одном и том же значении ГТК за вегетацию. Поэтому ГТК является хорошим показателем увлажнения лишь в тех районах, для которых характерен однородный тип годового хода

осадков. При значительных различиях в годовом ходе осадков необходимо уточнение значений ГТК [10, с. 34].

Показатель увлажнения Шашко M_d также нуждается во введении поправок на годовой ход осадков, так как зимние и летние осадки не равнозначны для растений. Кроме того, при учёте годовых сумм осадков показатель Шашко оказывается слишком стабильным во времени и плохо отражает изменения влагообеспеченности вегетационного периода в отдельные годы [26, с. 204].

Учитывая указанные недостатки, С. А. Сапожникова предложила новый коэффициент увлажнения КУ, положив в его основу ГТК:

$$КУ = \frac{B + P_a}{\gamma \sum T_{10}} \quad (8)$$

где, B – влагозапасы почвы, рассчитанные по зимне-весенним осадкам

P_a – осадки за период с температурой более 10°C

γ – коэффициент, переводящий $\sum T_{10}$ в испаряемость по соотношению $\sum T_{10}$ и $\sum (E - e)$ с учетом изменения этого соотношения в отдельных районах [22, с. 69]

Оценка влагообеспеченности по запасам влаги. Многочисленными опытами показано, что нарастание растительной массы и формирование урожая осуществляется лишь за счёт влаги, усвояемой растениями. Эта влага, названная поэтому продуктивной, вычисляется как разность между общим количеством воды в почве и влажностью устойчивого завядания. Количество продуктивной влаги для сопоставимости с осадками и испарением принято выражать в миллиметрах толщины водного слоя.

Продуктивная влага почвы является важным комплексным показателем увлажнения сельскохозяйственных полей, ибо она есть результат взаимодействия погодных, почвенных, растительных и агротехнических условий. Этот интегральный показатель включает осадки, сток, влагообмен

почвы по вертикали, испарение и поэтому может характеризовать действительные ресурсы влаги, находящиеся в распоряжении растений. Недостатком этого показателя является трудность точного определения влагозапасов почвы.

Применяемая в настоящее время на сети агрометеостанций методика, при которой осуществляется бурение почвы с четырёх кратной повторностью, обеспечивает удовлетворительные результаты расчёта влагозапасов (и, следовательно, влагообеспеченности) лишь для сравнительно однородных почвогрунтов. При должном увеличении числа повторностей метод даёт хорошие результаты и для неоднородных почвогрунтов.

Продуктивную влагу метрового или пахотного слоя почвы, как комплексный агроклиматический показатель увлажнения, используют для характеристики:

- а) условий обеспеченности растений влагой в онтогенезе
- б) исходных запасов влаги весной
- в) исходных запасов влаги осенью
- г) критического к влаге периода жизни растений

Сопоставление фактических запасов продуктивной влаги в корне обитаемом слое почвы с потребностью растений в ней позволяет дать количественную оценку водных ресурсов территории.

Весенние запасы влаги в почве (слой 0-100 см) принято оценивать по их соответствию величине наименьшей влагоёмкости (НВ).

Исходя из этой величины и потребности растений во влаге, весенние запасы влаги метрового слоя почвы оценивают следующим образом:

- хорошие 180-160 мм
- удовлетворительные 160-130 мм
- недостаточные 130-80мм
- плохие и очень плохие 80-50 мм и менее

Оценку влагозапасов почвы в летний период для зерновых культур можно

проводить исходя из следующих величин. С. А. Вериге установила, что в период от всходов до кущения зерновых в пахотном слое (0-20 см) оптимальными считаются запасы влаги 25-30 мм, хорошими – 20-25 мм, удовлетворительными – 15-20 мм, плохими – менее 10 мм. В период развития злаков от выхода в трубку до цветения решающее значение приобретают запасы влаги метрового слоя почвы. Они оцениваются по величине продуктивной влаги в метровом слое почвы следующим образом: хорошие – 120 мм и более, удовлетворительные – 120-80 мм, неудовлетворительные (меньше 40 -50 % НВ) – менее 80 мм [6, с. 124].

В завершающий этап развития злаковых (период от цветения до восковой спелости) потребность растений в воде несколько уменьшается. Условия влагообеспеченности в этот период оценивают следующим образом: оптимальные запасы влаги в метровом слое почвы соответствуют 80-100 мм; удовлетворительные – 40-80 мм; неудовлетворительные – 30-40 мм; плохие – менее 25 и более 125 мм. Раздельная градация в последнем случае объясняется тем, что влагозапасы менее 25 мм являются резко недостаточными, а влагозапасы более 125 мм вызывают значительное полегание растений и развитие болезней [6, с. 126].

Оценка влагообеспеченности с помощью биологических методов.

Биологические методы основаны на использовании ряда физиологических показателей: величины транспирации, скорости перемещения сока в стебле, интенсивности фотосинтеза, концентрации и состава клеточного сока и т.д. Экспериментами доказано, что многие физиологические показатели плавно изменяются при изменении количества доступной влаги в почве. Эти закономерности в принципе могут быть использованы для оценки влагообеспеченности растений.

Ряд физиологических показателей (концентрация клеточного сока и др.) можно использовать только с точки зрения сигнализации о физическом состоянии растений. Это означает, что такие показатели могут служить лишь

для определения сроков полива.

Отдельные физиологические показатели можно использовать для определения потребности растений во влаге. К таким физиологическим параметрам следует отнести коэффициенты транспирации и водопотребления.

Под коэффициентом транспирации $K_{тр}$ понимают количество воды, необходимое данной культуре для создания единицы урожая, вещества в условиях оптимальной влажности почвы. Величина водопотребления E , рассчитанная по коэффициенту транспирации, определяется формулой:

$$E = (1+\alpha)N\rho K_{тр} \quad (9)$$

где, N – урожай культуры (т/га)

ρ – коэффициент перевода урожая в абсолютно сухую массу

α – отношение испарения с почвы к расходу воды на транспирацию

$K_{тр}$ – коэффициент транспирации

Под коэффициентом водопотребления K_v понимают количество воды, необходимое данной культуре для создания единицы урожая. Общее водопотребление культуры за вегетацию при использовании коэффициента водопотребления определяется по формуле:

$$E = K_v N \quad (10)$$

где, K_v – водопотребление (общее) культуры ($m^3/га$)

N – проектируемый или фактический урожай культуры (т/га)

При изменении агротехники в приведенные формулы должен вводиться добавочный коэффициент, характеризующий изменение затрат воды на единицу продукции.

Коэффициенты транспирации и водопотребления дают возможность определить общий за вегетацию расход воды при определенной массе урожая.

Разность между общим оптимальным расходом воды (формирующим оптимальный урожай) и фактическим расходом характеризует влагообеспеченность данной территории [22, с. 81].

2.2 Исходный материал и методы его обработки

Учёт и использование климатических условий в сельском хозяйстве имеет большое значение для повышения продуктивности сельскохозяйственного производства. Агроклиматические показатели позволяют выразить количественно обеспеченность сельскохозяйственных культур климатическими ресурсами, в данном случае ресурсами влаги за весь период вегетации и за отдельные его отрезки.

Исходным материалом для получения расчётных характеристик явились по годичные данные наблюдений за количеством осадков, дефицитом влажности воздуха, запасами продуктивной влаги почвы за 30-летний период с 1983 по 2013 годы по метеорологическим станциям Волгоград, Даниловка, Палласовка, Серафимович, Урюпинск, Фролово.

Были рассчитаны по выше перечисленным подразделениям за рассматриваемый период следующие показатели: среднее месячное и годовое количество осадков, количество осадков за вегетационный, тёплый и холодный периоды года и проценты от нормы; средний месячный дефицит влажности воздуха; показатели увлажнения (ГТК, Мд) помесечно (с апреля по октябрь) и за период активной вегетации, испаряемость, средние декадные запасы влаги в слое 0-20 и 0-100 см под озимыми и пропашными культурами.

Обработка стационарных материалов наблюдений по метеорологическим станциям Волгоградской области проводилась по методикам, принятым в агрометеорологических исследованиях, изложенным в работах Н.В. Гулиновой и А.С. Кельчевской [10, 12].

Месячные значения находились путем суммирования величин выпавших

в течение суток осадков по каждому подразделению за исследуемый период; средний месячный дефицит влажности воздуха – как частное от деления суммы средних суточных значений на количество дней месяца.

Значения всех показателей за год определялись как суммы за календарный год.

Количество осадков за вегетационный период определялось за каждый год от даты перехода средней суточной температуры воздуха через 5°C в сторону повышения весной до аналогичной даты перехода средней суточной температуры воздуха в сторону понижения осенью (с апреля по октябрь).

Количество осадков за тёплый период определялось за каждый год от даты перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C в сторону повышения весной до аналогичной даты перехода средней суточной температуры воздуха в сторону понижения осенью.

Количество осадков за холодный период определялось за каждый год от даты перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C в сторону понижения осенью до аналогичной даты перехода средней суточной температуры воздуха в сторону повышения весной.

Гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова вычислялся по формуле (6).

Показатель увлажнения Md Д.И. Шашко определялся по формуле (4).

Расчет величины испаряемости определялся по формуле Н.Н. Иванова:

$$E = 0,61 \Sigma D \quad (11)$$

где, ΣD – сумма дефицитов влажности за вегетационный период (мм)

0,61 – биологический коэффициент

Данные показатели рассчитывались за период с температурой выше 10°C.

Для получения обеспеченности осадков и ГТК за 30-ти летний период в

целом по области подсчитывались по годовые суммы показателей за вегетационный период. Затем метеорологические ряды ранжировались в возрастающем порядке и разбивались на градации. Ширина градации по осадкам 30 мм, по ГТК – 0,10. Рассчитывались относительные частоты, интегральные вероятности и вычислялись обеспеченности для каждой градации [17, с. 28].

Относительная частота рассчитывалась по формуле:

$$p_i = (m_i/n) \times 100, \% \quad (12)$$

где, m_i – абсолютная повторяемость

n – сумма всех частот

Интегральная вероятность рассчитывалась по формуле:

$$P = \sum p_i, \% \quad (13)$$

где, $\sum p_i$ – суммарное значение относительных частот

По данным таблиц обеспеченности построены интегральные кривые распределения осадков и ГТК по подразделениям Волгоградской области.

По каждой станции за анализируемый 30-ти летний период по всем показателям рассчитывались средние годовые и средние областные значения. Расчётные величины были обобщены в таблицы, на основании которых построены диаграммы и кривые распределения осадков и ГТК. Для выполнения расчётов, построения диаграмм и графиков составлены электронные таблицы в программе MS Excel.

Глава 3 Оценка условий увлажнения Волгоградской области

Характеристика влагообеспеченности исследуемой территории проведена с учётом анализа основных показателей влагообеспеченности:

- суммы осадков
- гидротермического коэффициента (ГТК) Г.Т. Селянинова, коэффициента увлажнения (Md) Д.И. Шашко, испаряемости
- запасов продуктивной влаги в почве

3.1 По осадкам

В качестве показателя обеспеченности влагой используют количество выпавших осадков, выраженное в миллиметрах слоя воды.

Средняя годовая сумма осадков по Волгоградской области в целом за анализируемый период с 1983 по 2013 годы существенно не изменилась и составила 428 мм, что близко к средней многолетней (99 %). В восточных районах области она составляет около 359 мм, в северо-западных – 438-450 мм, в центральных – 404 мм. За исследуемый период сумма осадков, выпавших за тёплый период (от даты перехода температуры воздуха через 0°C весной до даты перехода температуры воздуха через 0°C осенью) составляет в восточных-юго-восточных районах области – 242-260 мм, на северо-западе 287-313 мм (около 56-73 % от годового количества). В холодный период года осадков выпадает в среднем по области от 117 мм на востоке до 166 мм на севере области (около 27-39 % от годового количества) (приложение 1, 2).

Распределение сумм осадков по месяцам в среднем по области, рассчитанных за анализируемый период, представлено на рис. 4 и в табл. 1.

Как видно из рис. 4, распределение осадков по территории области в течение года неравномерно.

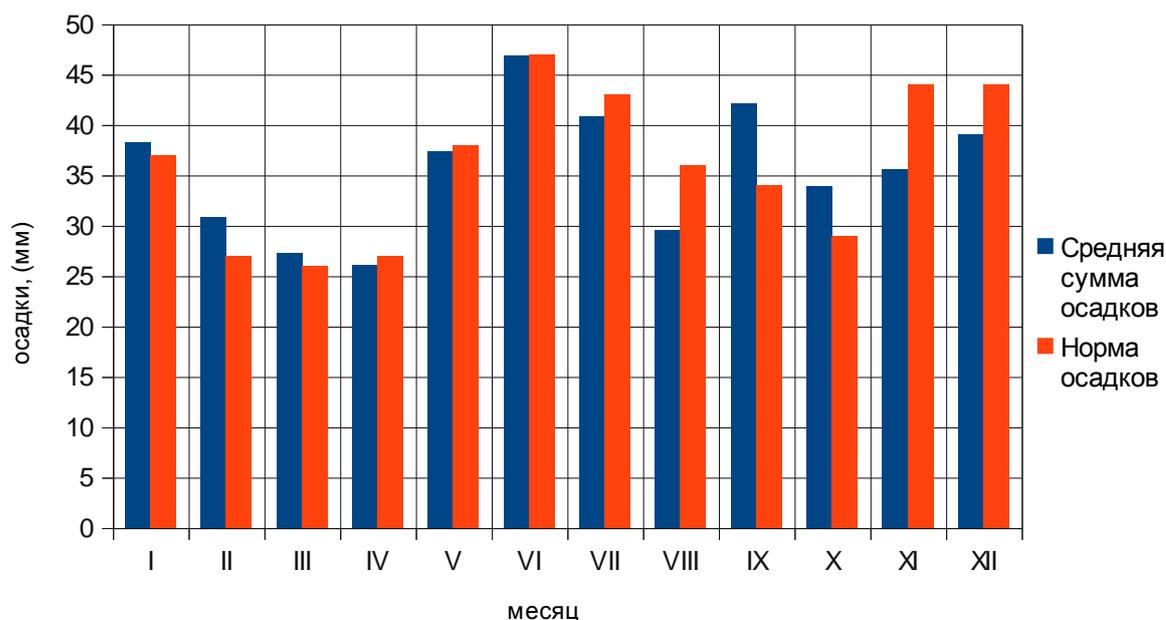


Рис. 4. Средние месячные суммы осадков по Волгоградской области¹

В зимний период максимальное количество осадков, как и в среднем многолетнем, приходится на декабрь – 39 мм, в весенний период – на май – 37 мм, в летний – на июнь – 47 мм и в осенний на сентябрь – 42 мм.

Таблица 1

Средняя по области сумма осадков (мм) по месяцам за период 1983-2013 годы²

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
средняя сумма за 1983-2013	38	31	27	26	37	47	41	30	42	34	36	39
норма осадков	37	27	26	27	38	47	43	36	34	29	44	44
% осадков от нормы	103	114	105	97	98	100	95	82	124	117	81	89

За последние 30 лет, как видно из табл. 1, по сравнению с нормой увеличилось количество осадков в январе-марте, а также в сентябре-октябре. Наибольшее увеличение осадков в целом по области наблюдается в феврале на 14 % по сравнению с нормой и в сентябре на 24 %. Уменьшилось количество осадков, выпадающие в летние месяцы, особенно в июле-августе – на 5-18 % от

1 Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

2 Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

нормы, а также в ноябре-декабре – на 11-19 %.

Если рассматривать распределение осадков по годам, то наибольшее их количество за исследуемый период выпадало в 1989, 1993 гг. (от 620 до 700 мм (144-162 % нормы)), больше их выпало по северу и северо-западу области (М Даниловка и М Урюпинск) (приложение 3, рис. 5). Наименьшее их количество выпало в 1984, 1986, 1991, 1994, 1996 гг. (от 189 до 283 мм (44-66 % нормы)) в юго-восточных районах области. В целом по области самым засушливым оказался 1984 год (рис. 5).

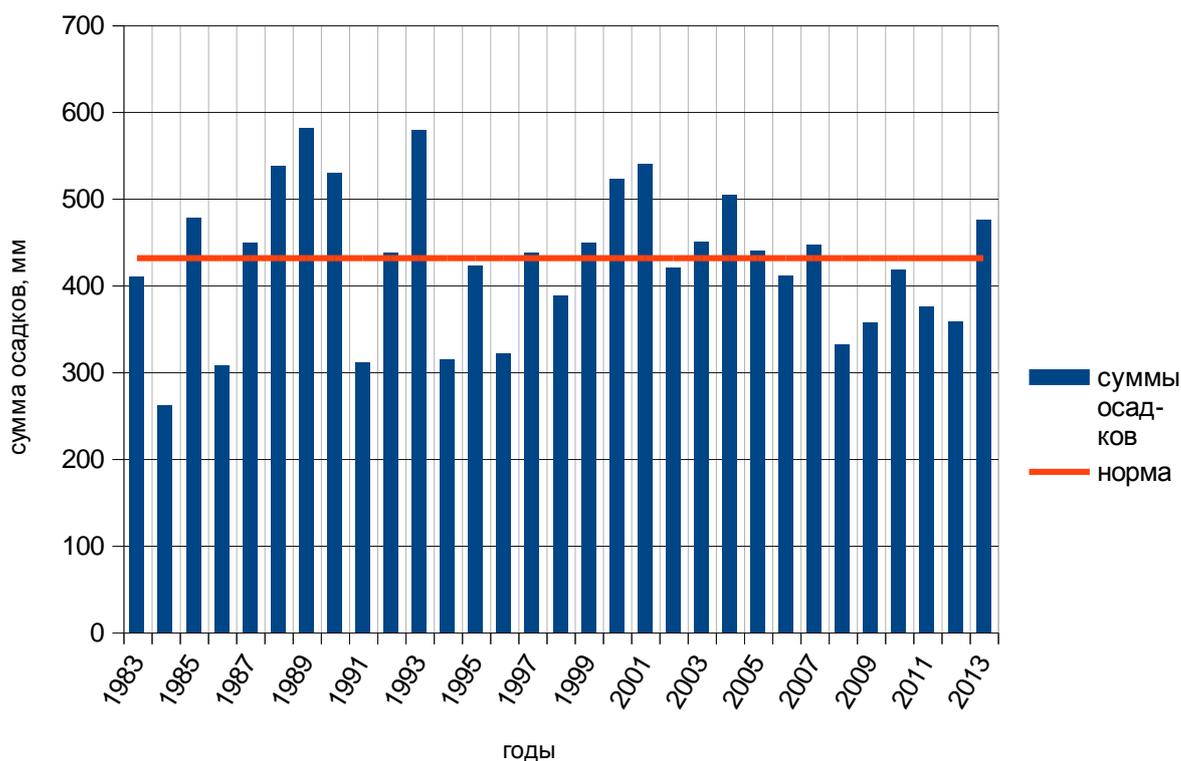


Рис. 5. Распределение сумм осадков (мм) по годам за период 1983-2013 гг.³

Количество осадков, выпавших за вегетационный период в отдельные годы чрезвычайно изменчиво. Поэтому при агроклиматической оценке увлажнения территории учитывают обеспеченность данного места количеством осадков выше или ниже любой величины.

Для определения обеспеченности Волгоградской области осадками

³ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

построена кривая распределения осадков за вегетационный период (рис. 6).

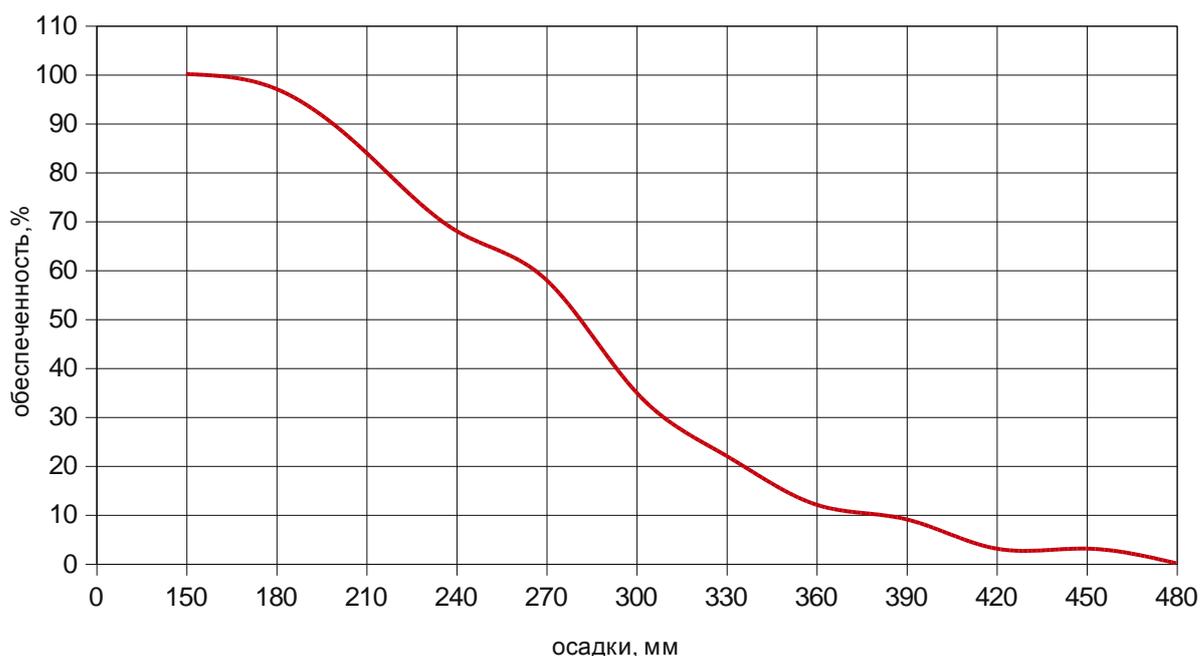


Рис. 6. Кривая распределения осадков (мм) за вегетационный период с 1983 по 2013 годы⁴

Построенная интегральная кривая позволяет определить значение осадков различной обеспеченности, которые представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сумма осадков за период вегетации растений более указанных значений различной обеспеченности с 1983 по 2013 годы⁵

Средняя сумма осадков, (мм)	Обеспеченность (%)									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	
255,7	200	218	236	267	281	294	309	336	380	

Из табл. 2 видно, что на территории Волгоградской области в 10 % лет выпадает 380 мм осадков, в 50 % лет – 281 мм, в 90 % лет, т.е. в 27 годах из 30 исследуемых лет выпадает 200 мм осадков.

⁴ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

⁵ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Таким образом, можно сделать вывод, что в большинстве лет на территории области наблюдается дефицит осадков в период вегетации, особенно в восточных районах.

Увлажнение территории зависит не только от количества выпадающих осадков, но и от того, сколько их уходит на непроизводительное испарение. Чем выше температура воздуха, тем больше осадков испаряется.

3.2 По показателям увлажнения

Самым известным и широко используемым показателем оценки влагообеспеченности территории является гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова. Он вычисляется по формуле (6).

ГТК по территории области колеблется в довольно больших пределах от 0,53 на юго-востоке до 0,85 на северо-западе области (приложение 6).

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 [6, с. 9].

Средняя многолетняя величина ГТК (за период с температурой выше 10°C) в районе исследования составляет 0,63, что говорит о засушливости территории. Показатель ГТК (за период с температурой выше 10°C) за исследуемые годы составил 0,69 (приложение 6). Это показывает, что период активной вегетации, в основном, протекает в засушливых условиях, но 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 1986, 1991, 1994, 1996, 1998, 1999, 2002 и 2010 годы, когда значения ГТК колебались в среднем по области от 0,33 до 0,58, т.е. в 27 % лет из рассматриваемых наблюдалась сильная засуха.

Хорошо увлажненными были 1988, 1990, 1993, 2000 и 2013 года, т.е. в 17 % лет засуха не наблюдалась. Среднее областное ГТК в эти годы превышало 1,20 (приложение 7, рис. 7).

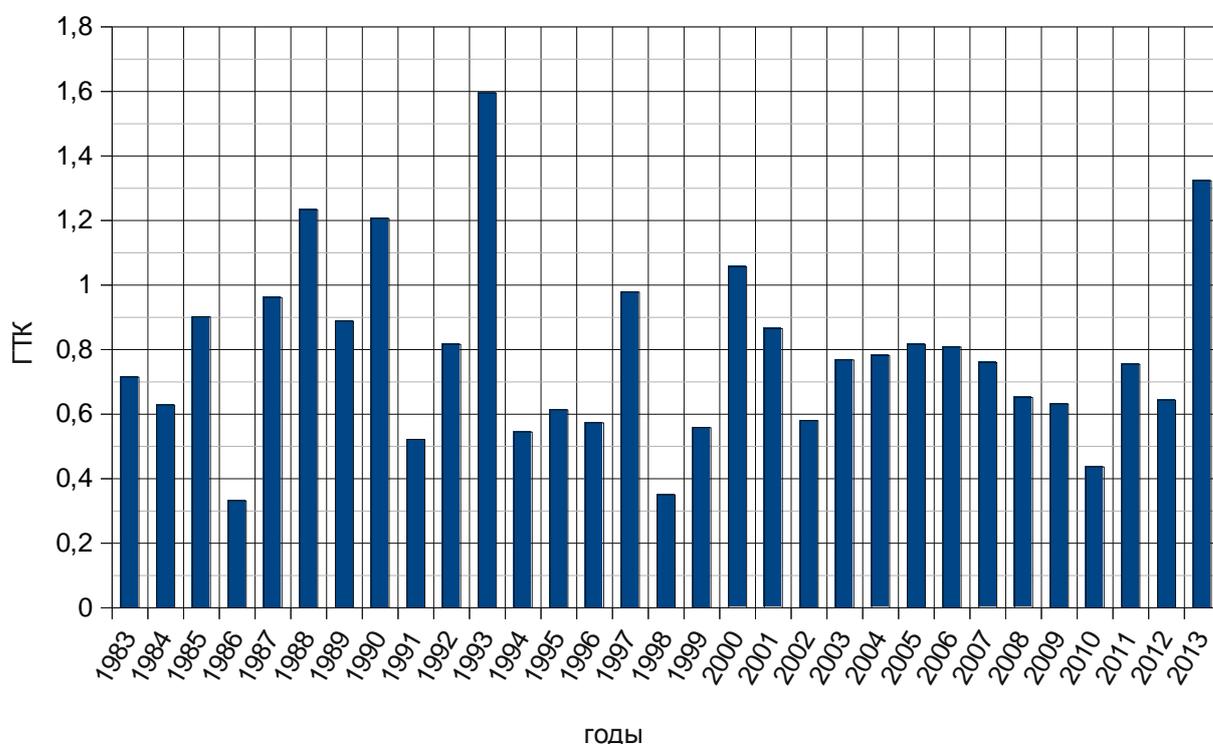


Рис. 7. Значения ГТК за период с 1983 по 2013 годы⁶

Знать влагообеспеченность по ГТК только за вегетационный период недостаточно. Для роста и развития растений надо знать, как складываются условия увлажнения в различные периоды их вегетации. Динамику условий увлажнения можно проследить по ГТК, рассчитанному за каждый месяц вегетационного периода. Среднемесячное значение ГТК по Волгоградской области представлено в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что ГТК на исследуемой территории колеблется от 0,62 до 1,31. В среднем за исследуемый период среднее значение ГТК по территории области составляет 0,69, что несколько выше среднего многолетнего (0,63).

Период с июля по август (ГТК равно 0,46-0,62) является самым засушливым. Наиболее низкие значения ГТК наблюдаются в восточных и юго-

⁶ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

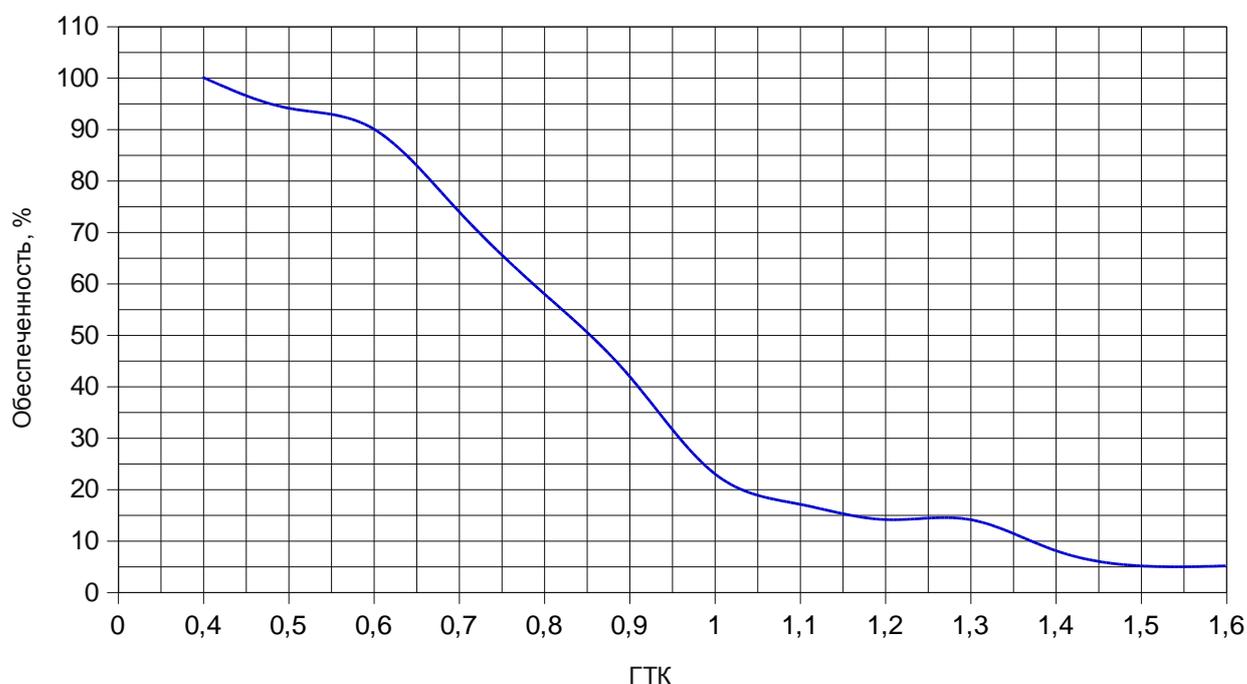
восточных районах Волгоградской области 0,42-0,43 (приложение 8).

Таблица 3

**Среднее значение ГТК за каждый месяц вегетационного периода
с 1983 по 2013 годы⁷**

Месяц	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Среднее
ГТК	0,73	0,79	0,81	0,62	0,46	1,01	1,31	0,69

Вероятность повторения (обеспеченности) ГТК за вегетационный период определенной величины, при заданной средней, представлена в табл. 4. Данные табл. 4 сняты с интегральной кривой распределения ГТК (рис. 8).



**Рис. 8. Расчет обеспеченности ГТК за вегетационный период
с 1983 по 2013 годы⁸**

Из табл. 4 видно, что при среднем ГТК, равном 0,69 – 90 % лет обеспечены ГТК порядка 0,60 и только 10 % лет – 1,37. Т.е. 27 лет из 30 исследуемых – сильной степени засушливости.

⁷ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

⁸ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Таблица 4

Гидротермический коэффициент за вегетационный период с температурой воздуха выше 10°C более указанных значений различной обеспеченности с 1983 по 2013 годы⁹

Средний ГТК	Обеспеченность (%)								
	90	80	70	60	50	40	30	20	10
0,69	0,6	0,67	0,73	0,78	0,85	0,91	0,96	1,03	1,37

Используя ГТК можно установить начало и конец засушливых и сухих периодов. Использование ГТК ограничивается тем, что он применяется лишь для характеристики периода с температурой воздуха выше 10°C. Недостатками показателя является не учёт весенних запасов влаги в почве и использование только температуры воздуха в качестве характеристики испаряемости.

Характеристику увлажнения территории можно получить также путём расчёта коэффициента увлажнения (Md) Д.И. Шашко (4).

При этом влагообеспеченность территории оценивается следующими значениями коэффициентов Md: > 0,60 – избыточное увлажнение, 0,60-0,45 – хорошее; 0,45-0,35 – умеренное; 0,35-0,25 – полузасушливое; 0,25-0,15 – засушливое; < 0,15 – сухое [8, с. 69].

Для роста и развития растений надо знать, как складываются условия увлажнения в различные периоды их вегетации. Динамику условий увлажнения по Волгоградской области можно проследить по коэффициенту увлажнения, рассчитанному за каждый месяц (приложение 11). Среднемесячное значение Md по северо-западной и восточной половине Волгоградской области представлено на рис. 9 и в табл. 5.

Как видно из рис. 9, коэффициент увлажнения Md по месяцам с 1983 по 2013 годы в северо-западной половине области по данным М Урюпинск выше, чем в восточной половине по данным М Палласовка.

⁹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Средний показатель увлажнения M_d в северо-западной части области составляет 0,27, чему соответствуют полусухие условия.

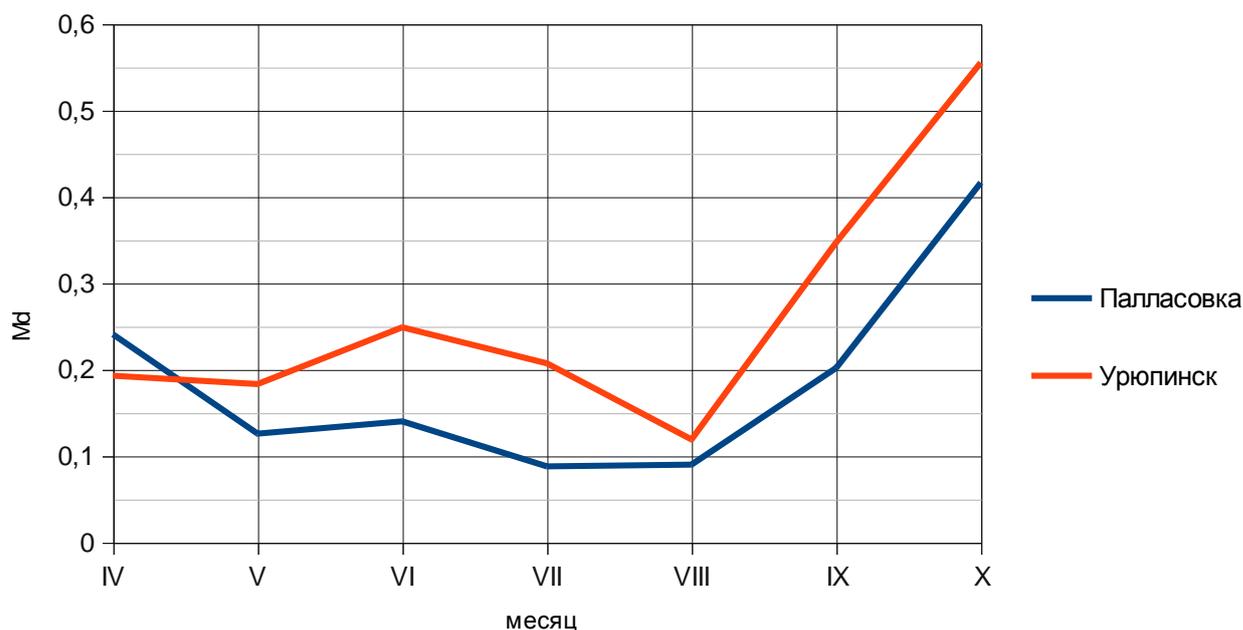


Рис. 9. Средние значения M_d по месяцам за период 1983 - 2013 годы¹⁰

В восточной же половине области средний показатель увлажнения M_d равен 0,19, чему соответствуют засушливые условия. По сравнению с нормой коэффициент увлажнения повысился в среднем по области на 0,08 %.

Таблица 5

Среднее значение коэффициента увлажнения за вегетационный период с 1983 по 2013 годы¹¹

Станция	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Среднее
Палласовка	0,24	0,13	0,14	0,09	0,09	0,2	0,42	0,19
Урюпинск	0,19	0,18	0,25	0,21	0,12	0,35	0,56	0,27

За последние 30 лет, как видно из табл. 5, в восточной половине области сухие условия наблюдались с мая по август (M_d от 0,09 до 0,13), засушливые и полусухие условия (M_d от 0,20 до 0,42) в апреле, сентябре и октябре. В

¹⁰ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

¹¹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

северо-западной половине области сухие условия наблюдались в августе (Md равно 0,12), засушливые и полусухие – апрель-июль, сентябрь (Md от 0,18 до 0,35). Из выше сказанного можно сделать вывод, что условия в северо-западной части Волгоградской области более благоприятны для выращивания сельскохозяйственных культур, нежели в восточной половине области.

Если рассматривать коэффициент увлажнения Md по годам, то в северо-западной части области наибольшие значения этого показателя достигали в 1989, 1990, 1993, 2003, 2004 гг. (от 0,33 до 0,56), т.е. в 17 % лет увлажнение было хорошее, а наименьшие значения опускались в 1984, 1986, 1991, 1999, 2007-2009 гг., т.е. в 23 % лет отмечались жесткие условия увлажнения Md равно 0,06-0,15 (сухие условия). В восточной половине области наибольшие значения наблюдались в 1987, 1989, 1990, 1993, 2003 гг. ($Md \geq 0,25$), т.е. в 17 % лет были полусухие условия и в 60 % лет из рассмотренных минимальные значения Md опускались от 0,05 до 0,15 (рис. 10).

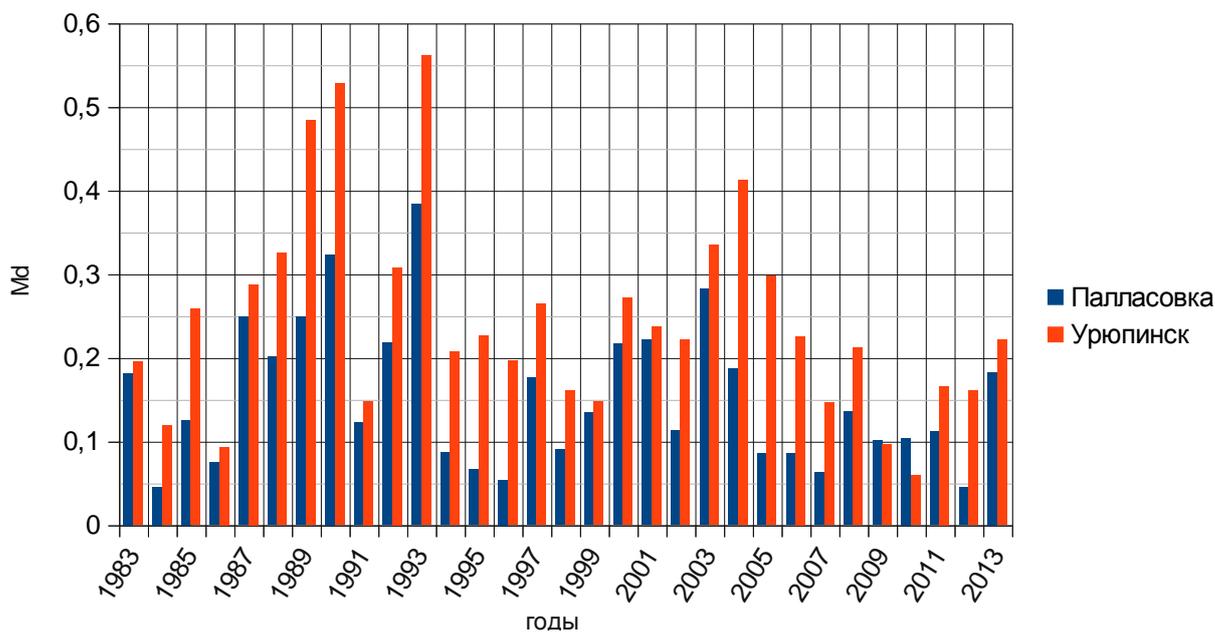


Рис. 10. Значения Md за период с 1983 по 2013 годы¹²

Косвенной характеристикой условий увлажнения территории может служить и испаряемость, которая представляет собой потенциальное испарение.

¹² Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Чем больше испаряемость, тем больше влаги при её наличии может испариться. Величину испаряемости (Е) с допустимой точностью можно рассчитать по формуле Н.Н. Иванова (11).

На территории Волгоградской области испаряемость в среднем за вегетационный период составляет около 917 мм за рассматриваемый период.

Оптимальные условия увлажнения создаются при равенстве количества выпадающих осадков и величины испаряемости. Если количество осадков превышает испаряемость, то складываются условия избыточного увлажнения, в обратном случае – условия недостаточного увлажнения.

В Волгоградской области разница между испаряемостью и количеством выпадающих осадков составляет около 661 мм, что свидетельствует о значительном недостатке влаги.

Комплексные показатели увлажнения просты в вычислениях, но имеют недостатки, так как характеризуют условия атмосферного увлажнения и не учитывают запасы влаги в почве.

3.3 По запасам продуктивной влаги под культурами

Условия влагообеспеченности сельскохозяйственных культур хорошо характеризуются данными влажности почвы. Для роста и развития сельскохозяйственных культур необходим определенный запас влаги в почве. Он начинает накапливаться осенью, дополняется зимними снегопадами, весенними и летними дождями. От зимних осадков зависит не только накопление влаги, но и условия перезимовки растений, глубина промерзания почвы. Весенние осадки и достаточные запасы влаги создают условия для хорошего урожая озимых и яровых культур. Потребность растений в воде колеблется в значительных пределах в различные фазы развития. Так, для озимых культур наиболее важны осадки осенью для лучшего произрастания семян и в репродуктивный период развития, а для пропашных – во вторую

половину лета в период формирования урожая. Поэтому важно знать не только общее количество осадков и распределение их во времени, но и потребность во влаге сельскохозяйственных культур [9, с. 122].

Для объективной оценки условий, обычно наблюдаемых в различные периоды вегетации озимых культур, информативными будут данные о запасах продуктивной влаги в пахотном и метровом слоях почвы (табл. 6). С. А. Вериго установила, что в период от всходов до кущения зерновых в пахотном слое (0-20 см) оптимальными считаются запасы влаги 25-30 мм, хорошими – 20-25 мм, удовлетворительными – 15-20 мм, плохими – менее 10 мм [6, с. 126].

Таблица 6

**Средние многолетние запасы продуктивной влаги в почве (мм)
под озимой пшеницей (слой почвы 0-20 и 0-100 см)¹³**

Станция	Слой почвы, см	Месяцы года						
		VIII	IX	X	IV	V	VI	VII
Волгоград	0-20	23	16	14	27	12	10	7
	0-100	103	83	73	115	60	24	23
Даниловка	0-20	20	19	20	25	20	15	7
	0-100	88	82	86	125	89	72	59
Палласовка	0-20	15	23	26	29	24	18	9
	0-100	37	50	53	110	78	45	55
Серафимович	0-20	18	22	22	31	27	18	10
	0-100	108	107	111	148	103	60	82
Урюпинск	0-20	22	25	25	31	19	17	20
	0-100	114	117	122	146	121	99	97
Фролово	0-20	15	21	26	33	20	15	15
	0-100	88	88	95	133	106	79	66

Из табл. 6 видно, что ко времени сева (август) озимой пшеницы по пару в пахотном слое (0-20 см) запасы продуктивной влаги составляют 15-23 мм, которые оцениваются как удовлетворительные и хорошие. К концу вегетации запасы влаги в пахотном слое возрастают до хороших (20-26 мм) по северу и

¹³ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

северо-западу области, за счёт увеличения количества выпадающих осадков в этот период. В метровом слое почвы запасы влаги ко времени прекращения вегетации составляют от 53 мм на востоке до 122 мм на северо-западе области (плохие и удовлетворительные).

Влага накопленная в почве к весне является главным источником снабжения влагой озимых, а также яровых и пропашных культур в течение всего вегетационного периода.

К началу отрастания (март) озимой пшеницы запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на западе и северо-западе области хорошие, они находятся в прямой зависимости от количества выпавших осадков в период всходы-начало весенней вегетации и составляют 133-148 мм. Несколько меньше – 125 мм, наблюдаются на севере области. В восточной и центральной части рассматриваемой территории запасы влаги удовлетворительные – 110-115 мм. Для вегетационного периода характерны огромные расходы почвенной влаги из корнеобитаемого слоя на испарение и транспирацию, которые обычно не компенсируются выпадающими осадками. В течение лета запасы влаги постепенно убывают. Самые низкие запасы влаги под озимыми в метровом слое почвы отмечаются в конце вегетации (конец июня-начало июля) и составляют 25-43 мм в центральной и восточной, 52-98 мм в северо-западной части Волгоградской области. Под пропашными культурами минимальные запасы влаги в метровом слое наблюдаются в первой декаде августа и колеблются повсеместно от 37 мм до 78 мм (приложение 13). К прекращению вегетации запасы почвенной влаги начинают постепенно увеличиваться за счёт выпадения осадков.

Пользуясь данными о запасах почвенной влаги, количестве осадков и величине испарения были рассчитаны величины влагообеспеченности для некоторых сельскохозяйственных культур (в процентах от оптимальной), возделываемых в Волгоградской области, которые представлены в табл. 7. По ней можно судить об удовлетворении потребности растений во влаге в

различных районах области. Согласно исследованиям потребность растений в воде за весь период вегетации в разных почвенных зонах почти совпадает с испаряемостью за тот же период. Из табл. 7 видно, что потребность озимых в воде за период от возобновления вегетации до созревания составляет 409-529 мм, у яровых – 491-624 мм, у пропашных (подсолнечник и кукуруза) – 554-727 мм.

Таблица 7

Влагообеспеченность сельскохозяйственных культур¹⁴

Культура	Станция	Запасы продуктивной влаги, (мм) в слое почвы 0-100 см на дату		Количество осадков от посева до созревания, мм	Суммарный расход влаги от посева до созревания, мм	Влагообеспеченность		Фактический недостаток влаги за период вегетации, мм
		сева	созревания			Оптимальная потребность в воде, мм	Фактическая потребность (% от оптимальной)	
Озимая пшеница по пару ¹⁵	Волгоград	133	33	105	205	457	45	252
	Даниловка	124	62	159	221	529	42	308
	Палласовка	103	43	97	157	492	32	335
	Серафимович	160	53	111	218	461	47	243
	Урюпинск	156	98	117	175	409	43	234
	Фролово	141	72	115	184	446	41	262
Кукуруза	Волгоград	84	51	108	141	670	21	529
	Даниловка	91	66	127	153	674	23	521
	Серафимович	99	12	127	214	652	33	438
	Урюпинск	130	119	182	193	632	31	439
	Фролово	105	34	154	225	727	31	502
Подсолнечник	Даниловка	142	35	164	271	617	44	346
	Серафимович	103	42	168	229	680	34	451
	Фролово	114	61	126	179	554	32	375
Яровой ячмень	Волгоград	100	19	135	216	596	36	380
	Даниловка	103	51	130	182	525	35	343
	Палласовка	92	30	103	194	624	31	430
	Серафимович	110	62	134	182	570	32	388
	Урюпинск	144	104	150	190	491	39	301
	Фролово	118	65	152	205	500	41	295

¹⁴ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

¹⁵ По озимой пшенице запасы влаги даны на дату возобновления вегетации, а количество осадков и сумма испарения - за период от возобновления вегетации до созревания

Фактические ресурсы влаги для рассматриваемых культур за вегетационный период составляют 141-271 мм. Сопоставляя потребность культур во влаге с её фактическими ресурсами, получаем недостаток влаги за период вегетации, который для озимых культур составляет 234-335 мм (32-47 % от оптимальной). Ещё хуже удовлетворяется потребность во влаге для пропашных культур – 346-529 мм (21-44 %), для яровых – 295-430 мм (31-41 %). По А.М. Альпатыеву районы с отрицательной разностью больше 50 мм относятся к зоне недостаточного увлажнения.

Наиболее пагубно недостаток влаги сказывается в критический период развития растений, когда потребность в ней резко возрастает. Дефицит влаги в это время приводит к снижению урожая сельскохозяйственных культур.

Оценив агрометеорологические условия по подразделениям Волгоградской области можно сделать вывод, что Волгоградская область расположена в засушливой зоне и получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур возможно при применении засухоустойчивых сортов или видов культур, влагосберегающей агротехники, во влажные годы или при постоянном искусственном орошении.

Заключение

Волгоградская область расположена на юго-востоке Европейской части России, в районе Нижнего Поволжья и среднего течения Дона. Климат области отличается резкой континентальностью, которая возрастает с запада на восток.

Проанализировав влагообеспеченность Волгоградской области по шести станциям за период с 1983 по 2013 годы по осадкам, гидротермическому коэффициенту (ГТК) Г.Т. Селянинова, коэффициенту увлажнения Д.И. Шашко (Md) и запасам влаги в почве были сделаны следующие

Выводы:

1. Средняя годовая сумма осадков за период исследований составила 428 мм, из них за вегетационный период - 255,7 мм. Значение выше нормы наблюдалось в северной и северо-западной части области в январе-марте (3-14 %) и в сентябре-октябре (17-24 %) Значение ниже нормы наблюдается в юго-восточных районах области в июле-августе (5-18 %) и в ноябре-декабре (11-19 %).

2. При среднем ГТК, равном 0,69 в 90 % лет случаях отмечалась сильная засуха и только в 10 % лет – слабая засуха и в 17 % лет засуха отсутствует.

Самый засушливый июль - август (ГТК равно 0,46-0,62), особенно в восточных и юго-восточных районах 0,42-0,43.

3. Среднее значение коэффициента увлажнения за вегетационный период по восточной половине области составляет 0,19 (засушливые условия), по северо-западной половине – 0,27 (полузасушливые условия). Разница между испаряемостью и количеством выпадающих осадков составляет около 661 мм, что свидетельствует о значительном недостатке влаги.

4. Ко времени сева (август) озимой пшеницы по пару в пахотном слое почвы (0-20 см) накапливается 15-23 мм продуктивной влаги, которые оцениваются, как удовлетворительные и хорошие. Наибольшие значения в слоях 0-20 и 0-100 см приходятся на начало вегетации (март) – 25-33 мм и 110-

148 мм соответственно. Сравнение фактической и оптимальной потребности во влаге, установлен недостаток влаги, для озимых культур 32-47 % от оптимальной, для яровых – 31-41 %, для пропашных – 21-44 %.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что Волгоградская область расположена в засушливой зоне и получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур возможно при применении засухоустойчивых сортов или видов культур, влагосберегающей агротехники, во влажные годы. С учетом влагообеспеченности сельскохозяйственных культур самые благоприятные условия для развития сельского хозяйства сложились в северо-западных районах Волгоградской области, что связано со значительной почвенной продуктивностью чернозёмных почв, значительным количеством осадков и их благоприятным распределением для вегетации сельскохозяйственных культур. В восточной половине области за исследуемый 30-ти летний период основные показатели влагообеспеченности немного улучшились по сравнению с нормами.

Список использованной литературы

1. Агроклиматический справочник по Волгоградской области. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 143 с.
2. Агроклиматический справочник по Сталинградской области. Сталинградское книжное издательство, 1960. – 139 с.
3. Акишин А.С., Подколзин М.М. Земельные ресурсы России и Волгоградской области и формирование новой агропродовольственной политики (2005-2012 годы). Учебное пособие. - Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2008. – 196 с.
4. Атлас Волгоградской области. Под ред. В.А. Брылева, Б.С. Абалихина, Косторниченко Н.Н. - Киев, 1993. – 42 с.
5. Брылёв В.А., Жбанов Ф.И., Самборский Ю.П. География Волгоградской области. - Волгоград: Нижне-Волжское книжное издательство, 1989. – 240 с.
6. Вериго С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага и её значение в сельскохозяйственном производстве. - Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 289 с.
7. Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д. Биоклиматический потенциал России: Методы мониторинга в условиях изменяющегося климата. - М.: 2007. – 348 с.
8. Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. - СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 552 с.
9. Грингоф И. Г., Попова В. В., Страшный В. Н. Агрометеорология. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 310 с.
10. Гулинова Н. В. Методы агроклиматической обработки наблюдений. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 174 с.
11. Земельные ресурсы Волгоградской области. Под ред. Воробьёва А.В., - Волгоград, 1997. – 208 с.
12. Кельчевская Л. С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии.

- Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 180 с.
13. Научно-прикладной справочник по агроклиматическим ресурсам. Серия 2, Часть 1, Вып. 13 - Ростов-на-Дону, 1992. – 638 с.
 14. Научно-прикладной справочник по агроклиматическим ресурсам. Серия 2, Часть 2, Вып. 13. - Ростов-на-Дону, 1992. – 364 с.
 15. Научно обоснованные системы земледелия по природным зонам Волгоградской области на 1981-1985 гг. Под ред. М.Н. Ракутина - Волгоград, 1982. – 190 с.
 16. Околелова А.А. Экологическая оценка состояния почв. Энциклопедия Волгоградской области. - Волгоград, 2008. - 211 с.
 17. Павлова М.Д. Практикум по сельскохозяйственной метеорологии. - М.: Колос, 1968. – 115 с.
 18. Пенманн Х.Л. Растения и влага. - Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 243 с.
 19. Руднев Г. В. Агрометеорология. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 308 с.
 20. Сажин А. Н. Многолетние условия увлажнения в Волгоградской области. - Вопросы краеведения, Вып. 1. Волгоград, 1991. – 270 с.
 21. Сажин А.Н., Кулик К.Н., Васильев Ю.И. Погода и климат Волгоградской области. - Волгоград: ВНИАЛМИ, 2010. – 306 с.
 22. Синицина Н.И., Гольцберг И. А., Струнников Э. А. Агроклиматология. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 264 с.
 23. Сиротенко А.Д., Бакшина Е.В. и другие. Оценка влияния изменений климата на агроклиматические ресурсы территории и продуктивность сельского хозяйства на региональном уровне (на примере Ростовской области). «Труды ВНИИСХМ». Современные проблемы сельскохозяйственной метеорологии. Вып. 35, 2006. - 34-49 с.
 24. Уланова Е.С., Страшная А.И. Засухи в России и их влияние на урожайность зерновых культур. Труды ВНИИСХМ Выпуск 33. - СПб.: Гидрометеиздат, 2000. - 64-83с.
 25. Фондовые материалы отдела АП и А ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС».

26. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. - М.: Колос, 1967.
– 336 с.

Приложение 1

Среднее месячное и годовое количество осадков в мм на территории Волгоградской области с 1983 по 2013 годы

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма за год
Волгоград	39,3	31,6	29,1	27	39	39,3	29,6	27	35,4	30,3	32,7	44	404,4
Даниловка	44,8	34,8	32	28,8	37,9	50,6	41,8	34	44,3	37,2	41,2	45	472,6
Палласовка	33,6	26,2	21,5	27,3	28,8	40,7	32,9	22,8	36,1	31,4	28,3	29	358,7
Серафимович	36,7	32,4	29,4	24,8	40,9	45,3	48	33,4	44,6	33	35,8	38,8	443,3
Урюпинск	31,1	25,1	23,4	22	38,5	56,7	54,9	32,2	49,9	35,8	36	32,5	438,2
Фролово	43,9	34,8	28,4	26,8	38,9	48,8	38	27,8	42,4	35,6	39,4	45	449,8
Среднее областное значение	38,2	30,8	27,3	26,1	37,3	46,9	40,9	29,5	42,1	33,9	35,6	39,1	427,8
Норма осадков	37	27	26	27	38	47	43	36	34	29	44	44	431
% от нормы	103	114	105	97	98	100	95	82	124	117	81	89	99

Средние суммы осадков, (мм) за тёплый и холодный периоды на территории Волгоградской области с 1983 по 2013 годы

Станция	Тёплый период	Холодный период
Волгоград	256,7	147,6
Даниловка	306,6	165,8
Палласовка	241,5	117,1
Серафимович	299,4	143,7
Урюпинск	313,4	124,7
Фролово	286,7	163,1
Среднее областное значение	284,1	143,7

Приложение 3

Сумма осадков (мм) за период с 1983 по 2013 годы на территории Волгоградской области

Год	Волгоград	Даниловка	Палласовка	Серафимович	Урюпинск	Фролово	Среднее
1983	372,3	492	412,6	362	360	460	409,8
1984	247,8	318,9	189	277	284	252	261,4
1985	427,5	567	385,5	438	541	508	477,8
1986	293,1	364,2	301,5	212,9	300	376,2	308
1987	471,5	531,1	358,3	442	424	466,2	449
1988	548,9	625	403,8	548,3	496	602,1	537,4
1989	461,3	700,7	472,3	503,9	659	588	581,3
1990	283,6	576	477,3	535,4	607	519,4	529,4
1991	435	409	280,6	300,3	282	312	311,2
1992	580,2	431,3	406,2	411	480	462,1	437,7
1993	297	641,6	537,8	581,4	620	515	579,3
1994	403,2	345	282,8	280,6	348	335,7	314,8
1995	388,2	403,6	283,7	518	517	411,3	422,7
1996	454,6	294,2	197,9	353,4	372	322,4	321,4
1997	394	431	378	430	446	486,3	437,7
1998	360	427	317	351	430	412	388,5
1999	360,7	503	364,1	593	328	544,2	448,7
2000	525,8	599,8	429,8	455,7	468	620,1	522,3
2001	402,7	572,6	472,4	587,5	524	558,9	540,2
2002	397,8	437,6	327,1	459,8	448	447,1	420,3

Продолжение приложения 3

Год	Волгоград	Даниловка	Палласовка	Серафимович	Урюпинск	Фролово	Средняя
2003	397,8	508,3	450	464,5	441	439,7	450,1
2004	446	509,4	400,5	531,4	609	525,6	503,1
2005	400,8	471,7	228,5	530,2	550	455,2	439,4
2006	341	487,2	297,9	440	432	464,6	410,4
2007	377,4	551,7	270,2	521,7	391	565,2	446,1
2008	250,4	312,2	363,5	370	383	308,5	331,2
2009	388,1	380,7	301,8	370,7	314	385,9	356,9
2010	426,7	453,5	436,3	459,5	342	390,6	418,2
2011	297,6	395,6	346,2	464,1	367	380,8	375,2
2012	289,8	402,9	264,8	411,8	414	365	358,1
2013	449,7	508	481,3	537,5	410	463,3	475
Средняя	404,4	472,6	358,7	443,3	438,2	449,8	427,8

Приложение 4

Осадки, (мм) за вегетационный период на территории Волгоградской области

Год	Волгоград	Даниловка	Палласовка	Серафимович	Урюпинск	Фролово	Среднее
1983	210,3	270,5	257	228	229,2	268,1	243,3
1984	140,8	205,1	96,5	186,7	175,9	161,5	161,1
1985	254,1	322,8	211,1	225	308,8	276,5	266,4
1986	87,2	147	144,2	81,9	147,8	159,1	127,9
1987	250,9	292,4	231,8	278	302,7	262,4	269,7
1988	368,6	417,4	280,6	373,8	370,1	360,8	361,9
1989	376,7	266,9	312,4	351,6	471,5	377,4	359,4
1990	275,3	378,2	344	390,9	456,5	342,2	364,5
1991	156	259,5	182,7	211,2	198	152	193,2
1992	263,4	273,8	286,3	267,4	333,5	250,6	279,2
1993	423,2	460,7	424,3	478,7	485,8	346,7	436,6
1994	88,9	181,4	129,8	160,9	218,3	178,3	159,6
1995	193,1	154,8	123,8	284,6	315,5	181,6	208,9
1996	241,4	140,7	93,4	198,1	289,7	165,7	188,2
1997	336	276	236,9	294	316	329,3	298
1998	136	195	166	127	246	168	173
1999	84	252,3	206	384,9	200,3	319,2	257,8
2000	364,4	379	324,5	207,7	306,6	370,4	325,4
2001	282,3	294,9	303,5	291	293,8	302,4	294,7
2002	195,3	228	177,3	277,7	310,7	240,7	238,3

Продолжение приложения 4

Год	Волгоград	Даниловка	Палласовка	Серафимович	Урюпинск	Фролово	Среднее
2003	237,5	307,5	310,1	271,1	348,2	256,8	288,5
2004	229	328,4	255,3	359,2	427,7	343	323,8
2005	235,5	277,6	139,9	286,5	351,1	274,7	260,9
2006	201,8	311,8	146,3	260,5	270,3	299,7	248,4
2007	217,2	329,6	123,7	353,4	234,1	355,7	269
2008	137,4	180,7	242,6	268,5	283,4	174,8	214,6
2009	190,5	182,6	196,6	162,7	149,7	188,5	178,4
2010	212,9	195,5	240,4	214,8	129,5	156,7	191,6
2011	184,7	218,8	215,4	302	229	214,4	227,3
2012	120,6	223,8	99,3	211,2	262	203,8	186,8
2013	261,7	364,8	320,3	382,6	326,3	325,7	330,2
Среднее	227,6	268,3	220,1	270,1	289,9	258,3	255,7

**Расчёт обеспеченности (%) осадков на территории
Волгоградской области с 1983 по 2013 годы**

127.9, 159.6, 161.1, 173.0, 178.4, 186.8, 188.2, 191.6, 193.2, 208.9,, 359.4, 361.9, 364.5, 436.6

Градации	Частота градации (m_i)	Относительная частота P_i (%)	Суммарная обеспеченность (%)
120-150	1	3	100
151-180	4	13	97
181-210	5	16	84
211-240	3	10	68
241-270	7	23	58
271-300	4	13	35
301-330	3	10	22
331-360	1	3	12
361-390	2	6	9
391-420	0	0	3
421-450	1	3	3
451-480	0	0	0

Приложение 6

Средние значения ГТК по территории Волгоградской области с 1983 по 2013 годы

Станция	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	За период с t > 10°C	Норма за период с t > 10°C
Волгоград	0,66	0,76	0,65	0,47	0,39	0,74	1,1	0,56	0,54
Даниловка	0,89	0,9	0,89	0,62	0,57	1,1	1,48	0,76	0,66
Палласовка	0,67	0,59	0,7	0,48	0,36	0,78	1,18	0,53	0,48
Серафимович	0,75	0,83	0,84	0,7	0,47	1,08	1,16	0,76	0,68
Урюпинск	0,69	0,8	1	0,85	0,3	1,25	1,56	0,85	0,69
Фролово	0,76	0,83	0,8	0,57	0,41	1,08	1,36	0,68	0,7
Среднее областное значение	0,73	0,79	0,81	0,62	0,46	1,01	1,31	0,69	0,63

Приложение 7

Средние значения ГТК за период с температурой воздуха выше 10°C на территории Волгоградской области

Год	Волгоград	Даниловка	Палласовка	Серафимович	Урюпинск	Фролово	Среднее
1983	0,59	0,77	0,77	0,63	0,75	0,78	0,72
1984	0,41	0,8	0,61	0,67	0,62	0,66	0,63
1985	0,72	1,17	0,77	0,77	1,04	0,94	0,9
1986	0,19	0,35	0,39	0,21	0,42	0,43	0,33
1987	0,72	1,05	0,8	1,05	1,16	0,99	0,96
1988	1,15	1,31	0,68	1,35	1,73	1,18	1,23
1989	1,05	1,11	0,71	0,76	1,13	0,57	0,89
1990	0,85	1,31	1,09	1,27	1,57	1,15	1,21
1991	0,35	0,69	0,5	0,67	0,53	0,39	0,52
1992	0,62	0,77	0,77	0,77	1,08	0,89	0,82
1993	1,26	1,88	1,16	1,89	2,13	1,25	1,6
1994	0,27	0,69	0,44	0,52	0,72	0,63	0,55
1995	0,58	0,43	0,44	0,94	0,82	0,48	0,61
1996	0,44	0,41	0,27	0,75	0,89	0,68	0,57
1997	0,96	1,35	0,53	0,92	1,1	1,01	0,98
1998	0,42	0,33	0,29	0,2	0,55	0,31	0,35
1999	0,31	0,62	0,5	0,76	0,48	0,68	0,56
2000	1,07	1,11	0,91	1,09	0,94	1,22	1,06
2001	0,94	0,79	0,79	0,8	0,83	1,04	0,87
2002	1,3	0,51	0,16	0,35	0,74	1,42	0,58

Продолжение приложения 7

Год	Волгоград	Даниловка	Палласовка	Серафимович	Урюпинск	Фролово	Среднее
2003	0,48	0,81	0,73	0,66	1,26	0,67	0,77
2004	0,38	0,85	0,44	0,89	1,19	0,94	0,78
2005	0,61	0,99	0,45	0,91	1,03	0,91	0,82
2006	0,44	1,15	0,44	0,69	0,97	1,16	0,81
2007	0,57	0,93	0,32	1,01	0,79	0,94	0,76
2008	0,41	0,57	0,76	0,74	0,9	0,53	0,65
2009	0,64	0,62	0,84	0,58	0,48	0,63	0,63
2010	0,53	0,63	0,33	0,52	0,31	0,3	0,44
2011	0,58	0,8	0,88	0,84	0,73	0,7	0,76
2012	0,32	0,87	0,33	0,75	0,88	0,71	0,64
2013	1,07	1,48	1,46	1,3	1,28	1,35	1,32

Средние значения ГТК по территории Волгоградской области

Значения ГТК за июль-август

Станции	Среднее многолетнее значение	Среднее за 1983-2013 гг.	% от нормы
Волгоград	0,49	0,43	88
Даниловка	0,62	0,6	97
Палласовка	0,4	0,42	105
Серафимович	0,68	0,59	87
Урюпинск	0,71	0,69	97
Фролово	0,61	0,49	80

**Расчёт обеспеченности (%) ГТК на территории
Волгоградской области с 1983 по 2013 годы**

0.30, 0.35, 0.44, 0.52, 0.55, 0.56, 0.57, 0.58, 0.61, 0.63, 0.63, 0.64,, 1.06, 1.21, 1.23, 1.32, 1.60

Градации	Частота градации (m_i)	Относительная повторяемость P_i (%)	Суммарная обеспеченность (%)
0,30-0,40	2	6	100
0,41-0,50	1	4	94
0,51-0,60	5	16	90
0,61-0,70	5	16	74
0,71-0,80	5	16	58
0,81-0,90	6	19	42
0,91-1,00	2	6	23
1,01-1,10	1	3	17
1,11-1,20	0	0	14
1,21-1,30	2	6	14
1,31-1,40	1	3	8
1,41-1,50	0	0	5
1,51-1,60	1	3	5

**Сумма дефицитов влажности за вегетационный период по территории
Волгоградской области с 1983 по 2013 годы**

Станция	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Сумма за период
Волгоград	137,6	244,76	320,18	399	382,54	202	91,7	1777,78
Даниловка	120,23	228,02	268,2	312	295,21	161,85	72,01	1457,52
Палласовка	113,4	228,89	306,53	374	327,17	178,88	75,44	1604,31
Серафимович	121,43	223,79	271,5	329	313,82	166,95	78,45	1430,99
Урюпинск	114,08	210,14	227,85	265	270,39	143,78	64,49	1295,73
Фролово	116,33	215,33	266,03	317,51	311,18	159,15	69,65	1455,18
Среднее областное значение	120,51	225,16	276,63	278,75	319,25	193,25	90,04	1503,59

Приложение 11

Среднемесячный показатель атмосферного увлажнения Д.И. Шашко по территории
Волгоградской области с 1983 по 2013 годы

Станция	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Средни й	Средний многолет ний	Наимень ший	Наибольши й
Волгоград	0,2	0,16	0,12	0,08	0,07	0,18	0,33	0,16	0,11	0,07	0,33
Даниловка	0,24	0,17	0,19	0,13	0,12	0,3	0,52	0,24	0,16	0,12	0,52
Палласовка	0,24	0,13	0,14	0,09	0,09	0,2	0,42	0,19	0,1	0,09	0,42
Серафимович	0,2	0,18	0,17	0,15	0,11	0,27	0,42	0,21	0,17	0,11	0,42
Урюпинск	0,19	0,18	0,25	0,21	0,12	0,35	0,56	0,27	0,18	0,12	0,56
Фролово	0,23	0,18	0,18	0,12	0,09	0,27	0,51	0,23	0,14	0,09	0,51
Средний областной показатель	0,22	0,17	0,18	0,13	0,1	0,26	0,46	0,22	0,14		

Приложение 12

Запасы продуктивной влаги (мм) в почве под озимой пшеницей по пару по декадам

Станция	слой почвы	август			сентябрь			октябрь			апрель			май			июнь			июль			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Волгоград	0-20		26	21	14	14	20	16	14	12	35	26	20	13	16	6	1	2	26	8	5		
	0-100		111	97	84	78	87	79	72	69	133	119	93	84	67	30	20	18	33	25	20		
Даниловка	0-20			20	19	20	19	21	20	19	31	27	18	16	21	14	14	16	16	10	5		
	0-100	37		138	83	86	78	93	89	76	124	137	114	97	95	74	75	75	67	55	62		
Палласовка	0-20	15	13	6	21	21	27	25	25	27	46	51	49	40	34	22	19	16	20	22	16	48	
	0-100	39	33	40	46	50	55	53	52	55	103	116	111	99	79	57	47	43	46	43	30	92	
Серафимович	0-20	19	16	18	20	23	23	21	22	23	35	31	26	20	17	14	13	11	12	14	39		
	0-100	112	107	104	106	108	106	107	114	112	160	150	134	120	105	85	71	58	52	53	110		
Урюпинск	0-20	20	22	23	24	25	25	24	24	26	36	30	27	22	20	16	18	18	16	16	19	25	
	0-100	108	118	116	115	118	118	119	121	126	156	142	141	132	121	109	105	98	95	98	101	92	
Фролово	0-20	13	18	14	18	20	25	25	25	28	37	32	30	24	18	18	16	14	15	16	13		
	0-100	86	92	87	88	88	88	94	93	98	141	131	128	117	106	94	84	78	75	72	60		

Приложение 13

Запасы продуктивной влаги (мм) в почве под кукурузой по декадам

Станция	слой почвы	апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Волгоград	0-20		26	21	23	17	13	10	14	18	14	12	11	13	27	12	4			
	0-100		111	97	87	84	64	48	53	60	53	48	51	51	112	47	21			
Даниловка	0-20	33	19	18	18	20	17	17	17	14	11	9	15	15	14	22	36	32	35	
	0-100	123	117	92	98	104	91	80	73	67	53	41	49	41	42	58	66	83	97	
Серафимович	0-20	32	31	27	22	21	18	21	20	17	20	17	16							
	0-100	106	122	112	103	106	99	88	79	75	74	54	58	37						
Урюпинск	0-20	32	31	29	26	25	22	22	21	20	17	17	18	15	17	15	28	32	32	
	0-100	142	141	139	137	30	130	25	119	112	105	98	92	78	90	100	119	132	115	
Фролово	0-20		21	20	24	18	17	12	12	21	19	14	12	7	11		12			
	0-100		118	119	125	105	100	89	80	83	84	76	75	66	54	38	34			