


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
**«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ГИДРОТЕХНИКИ
И МЕЛИОРАЦИИ ИМЕНИ А.Н. КОСТЯКОВА»**
(ФГБНУ «ФНЦ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»)
Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого
земледелия – филиал ФГБНУ «ФНЦ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»

СОГЛАСОВАНО
Врио Директора ФГБУ
«Упр. «Волгоградмелиоводхоз»
Е.Ф. Горитько
«18» марта 2024 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор ВНИИОЗ,
наименование РАН, д. т. н.
А.Е. Новиков
«18» марта 2024 г.



ОТЧЁТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

**Актуализация данных природной водообеспеченности
для перспективного планирования водоподачи
в орошаемом земледелии Волгоградской области**

(договор № 10705 марта 2024 с ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз»)

Ответственный исполнитель НИР,
ведущий научный сотрудник,
кандидат сельскохозяйственных наук



М.Н. Лытов

Волгоград 2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

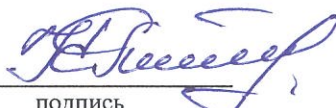
Ведущий научный
сотрудник, к.с-х. н.



подпись

М.Н. Лытов

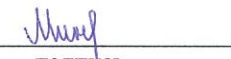
Ведущий научный
сотрудник, к.с-х. н.



подпись

К.А. Родин

Лаборант-
исследователь



подпись

Б.Н. Минченко

Аспирант



подпись

Н.В. Богомолова

РЕФЕРАТ

Отчёт 58 с., 1 кн., 7 рис., 2 табл., 20 источников.

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ, ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ, НОРМИРОВАНИЕ ОРОШЕНИЯ, НОРМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ, ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, КЛИМАТ, ОЦЕНКИ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ, ОЦЕНКИ ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТИ, ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, АКТУАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ

Объектами исследований являются современные подходы и методы нормирования и прогнозирования водопотребления в орошаемом земледелии, климат, актуальные оценки тепло- и влагообеспеченности территории Волгоградской области.

Цель исследований – выполнить оценку актуальных трендов изменения климата Волгоградской области в связи с необходимостью нормирования водопользования в орошаемом земледелии и перспективного планирования объёмов водоподдачи по ГОСТ Р 58331.3-2019.

Основные результаты НИР: выполнен анализ методологических аспектов нормирования и прогнозирования водопользования в орошаемом земледелии; дана ретроспективная характеристика климатических ресурсов Волгоградской области; проведена оценка актуальных трендов изменения тепло- и влагообеспеченности Волгоградской области с целью перспективного планирования водоподдачи и нормирования водопользования в орошаемом земледелии.

Область применения результатов НИР – для актуализации целевых уровней водоподдачи и прогнозного водопотребления в интересах орошаемого земледелия Волгоградской области.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	5
1.	Методологические аспекты нормирования водопользования в орошаемом земледелии	6
2.	Ретроспективная характеристика климатических ресурсов Волгоградской области	9
3.	Актуальные тренды изменения тепло- и влагообеспеченности Волгоградской области	15
	Заключение	23
	Список использованной литературы	25
	Приложения	28

Введение

Гидромелиорации являются мощным инструментом компенсации неоптимальных, с агрономической точки зрения, вариаций климата, обеспечивающим получение гарантированных и высоких урожаев. Гидромелиоративные технологии имеют исключительно высокую ресурсоемкость, как в плане капитального строительства, так и в плане эксплуатации. При этом объемы необходимого компенсаторного действия, а следовательно, и затрат ресурсов, - пропорциональны величине отклонений климата от биологически оптимальной области.

В районах с наиболее сложным климатом, где вариации климата относительно биологически оптимальной области имеют наибольшие отклонения, гидромелиорации показывают наибольший эффект. Однако этот эффект может существенным образом меняться в зависимости от степени возмещения лимитирующего фактора, от того, насколько регуляторное действие соответствует фактической потребности. Недостаток, как и избыток регуляторного действия, - обуславливают формирование неоптимальной для роста и развития сельскохозяйственных культур среды и, как следствие, снижает эффективность производства. Поэтому эффективное планирование и организация работы мелиоративной инфраструктуры является неотъемлемым условием эффективности гидромелиораций и оправданности расходования тех ресурсов, которые дополнительно вовлекаются в оборот.

Климатические изменения прямо определяют потребность в регуляторном действии, объем необходимых гидромелиораций для обеспечения оптимальной среды развития сельскохозяйственных растений. От состояния климата зависит, какой режим эксплуатации мелиоративных систем будет оптимальным, какие ресурсы и с какой вероятностью потребуются, какие мощности необходимо задействовать. Оценка и прогноз климатических изменений могут стать важным фактором, определяющим эффективность гидромелиоративных технологий.

1. Методологические аспекты нормирования водопользования в орошаемом земледелии

Нормирование водопотребления в орошаемом земледелии нашей страны является одной из наиболее приоритетных практик, сохраняющих свою актуальность и направленных на обеспечение эффективного водопользования, обоснование капитальных вложений в водохозяйственные объекты, сохранение благоприятной гидролого-мелиоративной обстановки на мелиорируемых землях [1-4]. Основным операционным показателем в решении задачи нормирования водопотребления является норма водопотребности, - это тот вероятный объем оросительной воды, который должен быть подан на гектар орошаемой площади за сезон (период орошения) для обеспечения запланированного уровня биопродуктивности агрофитоценоза. Различают целые группы норм водопотребности, которые отвечают определенным целям и характеризуются своими особенностями определения.

Нормирование водопользования в интересах субъектов орошаемого земледелия является процессом открытым и перманентным, что определяется многообразием и изменчивостью учитываемых факторов, изменчивостью агрометеорологических условий, многообразием почвенно-мелиоративных комплексов, уровнем развития мелиоративной техники и технологий.

Совершенствование системы нормирования водопользования требует непрерывной, предметно-ориентированной работы, которая своей сутью опирается и включает теоретические и экспериментальные исследования.

Базисным вариантом нормы водопотребности являются биологически оптимальные нормы, которые предполагают создание максимально благоприятных условий для продуцирования растений и формирования сельскохозяйственной продукции. В основу расчета биологических норм водопотребности положено вероятностное распределение фактических дефицитов водного баланса, определяемых с учетом биологии сельскохозяйственных культур, метеорологических, почвенных, гидрологических и других условий, а

также принимая во внимание технику и технологии регулирования водного режима почвы.

Современные подходы к определению дефицитов водного баланса предполагают использование уравнения водного баланса, или той его части, которая содержит наиболее мощные и значимые статьи движения влаги в почве [5]. Ниже приведено одно из классических упрощений уравнения водного баланса, где дефицит водного баланса определяется следующим образом:

$$d_{wb} = ET_{crop} - W_a - P_{ef} - V_{gr}, \quad (1)$$

где ET_{crop} – суммарный расход воды посевами определенного вида культуры или группы (объединенной по какому то критерию) культур за вегетационный период, мм; W_a – фактические запасы почвенной влаги в границах биологически оптимального диапазона влажности почвы, мм; P_{ef} – атмосферные осадки, мм V_{gr} , – объем используемых грунтовых вод, мм.

В нормативных материалах, разработанных при создании единой системы нормирования водопользования в орошаемом земледелии СССР [6-9], для расчета дефицитов используется еще более упрощенная реплика уравнения водного баланса:

$$d_{wb} = P - \Delta P - ET_{crop}, \quad (2)$$

где P – суммарный объем атмосферных осадков, мм; ΔP – количество атмосферных осадков, использующееся неэффективно, мм.

Как видно, дефициты водного баланса определяются разностью между поступлением атмосферных осадков и суммарным расходом влаги посевами сельскохозяйственной культуры (группой культур). Конечно, этот подход имеет существенные ограничения и не может использоваться применительно к тем мелиорируемым территориям, где есть значимые статьи баланса почвенной влаги иного плана. Однако, для значительной части мелиорированных земель использование упрощенного уравнения водного баланса применимо. А это означает, что поступление атмосферных осадков напрямую

определяет характеристики вероятностного распределения дефицитов водного баланса.

Для определения ET_{crop} рекомендуется использовать следующую формулу [10]:

$$ET_{crop} = k_b k_0 ET_0, \quad (3)$$

где k_b – биологический коэффициент, k_0 – микроклиматический коэффициент, ET_0 – потенциальная эвапотранспирация (испаряемость), мм/сут.

Биологический коэффициент характеризует регуляционный потенциал растения, биологические аспекты регулирования транспирации в зависимости от внешних факторов и в онтогенезе. Микроклиматический коэффициент учитывает изменения метеорологических показателей в среде растений, который оказывают влияние на транспирацию и физическое испарение влаги с поверхности почвы.

Варианты оценки испаряемости включают физический метод, когда величина испаряемости приравнивается к испарению с водной поверхности испарометра (ГГИ-3000). Другой подход оценки испаряемости предполагает использование расчетных методов. Эти методы отличаются исключительным многообразием, в значительной степени различаются по физическим принципам и возможностям применения. В действующем стандарте [11] для расчета испаряемости предлагается использовать модифицированную методику Н.Н. Иванова:

$$ET_0 = k_t d_\varphi f(v), \quad (4)$$

где d_φ – дефицит влажности воздуха, мб, k_t – энергетический фактор испарения, мм/мб, $f(v)$ – ветровая функция, имеющая следующий вид:

$$f(v) = 0,64(1 + 0,19U_2), \quad (5)$$

где U_2 – скорость ветра на высоте 2 м от поверхности земли, м/с.

Энергетический фактор k_t определяется по зависимости:

$$k_t = 0,0061(25 + t)^2 / l_a, \quad (6)$$

где t – температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$, а l_a – упругость насыщенного пара, соответствующая этой температуре, мб.

Все входящие в формулу параметры являются метеорологическими показателями и включают температуру воздуха, влажность воздуха, скорость ветра. Показатели очень изменчивы, а их распределение носит вероятностный характер и соответствует климатическим особенностям региона.

Таким образом, нормирование водопользования в условиях орошаемого земледелия в значительной мере опирается и имеет исходными данными метеорологические показатели, многолетние ряды которых характеризуют климат региона. Наряду с техно-биологическими особенностями возделывания сельскохозяйственных культур, - климатический фактор является основным для нормирования уровней водопотребности и планирования орошения.

2. Ретроспективная характеристика климатических ресурсов Волгоградской области

Волгоградская область характеризуется сухим континентальным климатом. Равнинный рельеф обширных прилегающих пространств обуславливает доступность теплых средиземноморских ветров, относительно влажных атлантических циклонов, холодных масс арктического воздуха, а также сухих восточных и юго-восточных ветров Казахстана и пустынь Средней Азии. В связи с этим обычна большая изменчивость основных показателей климата по годам - температурного режима, годовой суммы осадков и распределения их по сезонам, скорости и направления ветров [12].

Область в избытке обеспечена солнечной радиацией и теплом. Сумма температур воздуха выше 10°C меняется от 2800 до 3200 $^{\circ}\text{C}$ (рисунок 1). Среднегодовые температуры воздуха изменяются в субмеридиональном направлении от 5,0-5,3 $^{\circ}$ на севере (Новониколаевск, Жирновск, Иловатка, Старая Полтавка) до 8 $^{\circ}$ на юге (Котельниково). Амплитуда абсолютных температур в западных районах области (Урюпинск, Серафимович, Котельниково) составляет 77-80 $^{\circ}$ (от 40-42 $^{\circ}$ до (-37) (-30 $^{\circ}$)), в северо-восточных и восточных (Рудня, Палласовка, Эльтон) 81-82 $^{\circ}$ (от 42-45 $^{\circ}$ до (-36)-(-40 $^{\circ}$)), что

свидетельствует о большой континентальности климата. Годовая амплитуда среднемесячных температур изменяется от 31,5 до 36,6°. Продолжительность периода с положительными температурами увеличивается с севера на юг в среднем с 210-220 дней в Елани - Жирновске до 245 в Котельниково.

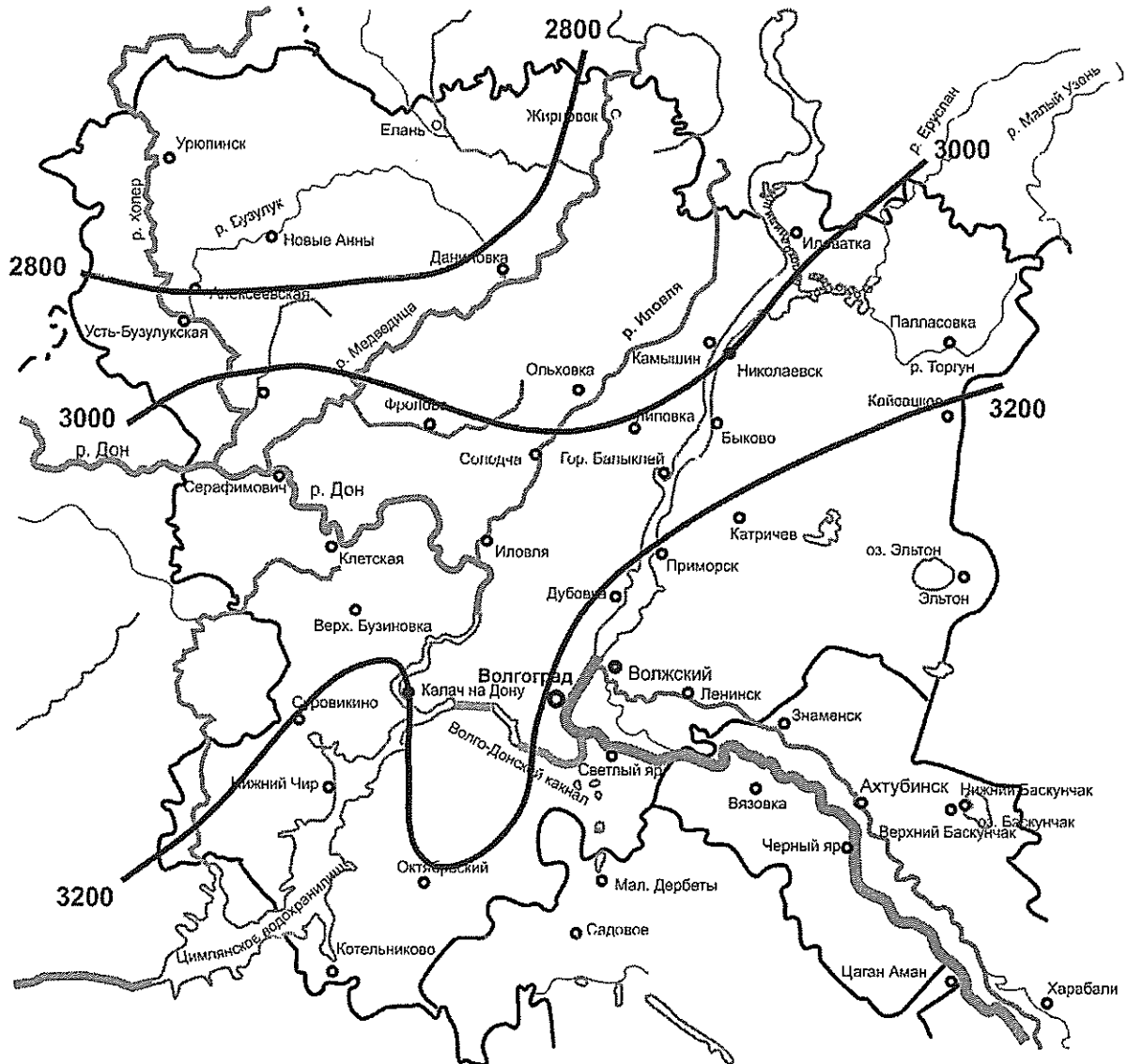


Рисунок 1 – Суммы температур воздуха за период со среднесуточными температурами выше 10°C [13]

Параметры температурного режима воздуха сильно изменяются по годам. Наиболее низкие температуры могут наблюдаться не только в январе - феврале, но и в декабре и даже в ноябре и марте. Наиболее высокие, как правило, в июле - августе. В среднем последние весенние заморозки приходятся на четвертую декаду апреля (на севере на начало мая, на юге - на конец вто-

рой декады апреля). Но нередки (вероятность до 10%) майские заморозки на всей территории области (в северных и восточных районах с вероятностью до 25-30%), а самые поздние в начале июня.

Минимальная относительная влажность воздуха в летние месяцы в северных районах области равна 58-63%, в южных 50-53%, в Заволжье 46-52%. Нередко она снижается до 30% и более: на севере число таких дней достигает в среднем 50 и более, в Котельшиково 78, в Эльтонс 81. Наиболее часты такие дни (11-16) в мае - августе, менее часты (6-11) в апреле и сентябре, бывают в октябре, а иногда и в ноябре - феврале.

Испаряемость за период со среднесуточной температурой воздуха выше 5⁰С изменяется от 750 до 1200 мм (рисунок 2). Среднемноголетние суммы атмосферных осадков за этот же период закономерно уменьшаются с запада - северо-запада на восток - юго-восток от 300 (ст. Алексеевская, Елань) до 200 мм (рисунок 3).

Естественными барьерами, отбирающими влагу у западных воздушных масс, являются Калачская и Приволжская возвышенности, Донская и Доно-Медведицкая гряды. В результате этого территории Заволжья и Сарпинской низменности достигают сильно обезвоженные ветра. Максимум осадков приходится на летние месяцы (в июне - августе около 32% годовой суммы). Твердые осадки составляют 16- 28% годовой суммы, смешанные (жидкие + твердые одновременно) 37% на северо-западе области и 9% на юго-востоке. Для области характерна чрезвычайная изменчивость суммы осадков по годам - в среднем от 56 до 166%, причем в юго-восточных районах больше, чем в северо-западных.

Для области характерны засухи. За последние 100 лет в Нижнем Поволжье повторяемость засух средней и высокой интенсивности составила 50%. Особенно губительны суховеи, наблюдающиеся в теплое время года (апрель-сентябрь) и часто вызывающие пыльные бури в весенние месяцы.

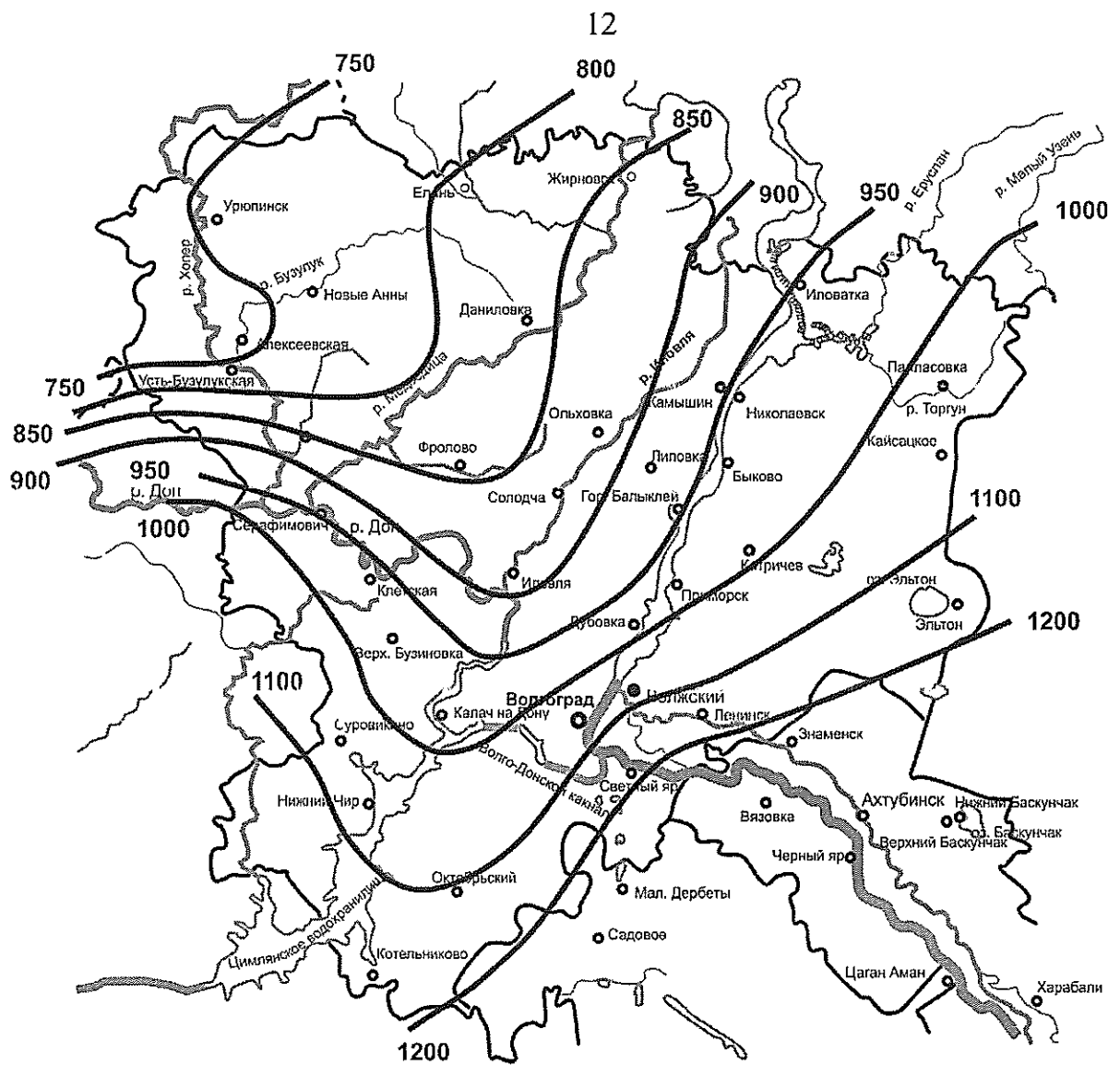


Рисунок 2 – Территориальная изменчивость испаряемости в Волгоградской области за период со среднесуточными температурами воздуха выше 5°C [14]

Число дней с суховеями достигает 70-95 на всей территории области: на северо-западе в среднем 30 (в Урюпинске 29), на юге 50 (в Котельниково 49). Число дней с пыльной бурей в среднем изменяется от 1-1,5 в северо-западных районах до 16-18 в южных и юго-восточных. Аридность климата нарастает с С-З на Ю-В. Коэффициент аридности изменяется от 0,46 (слабоаридный) до 0,62 (аридный) (рисунок 4).

Ветровой режим области напряжен: среднегодовые скорости ветра составляют 3,3 (Михайловка), 6,3 м/с (Волгоград).

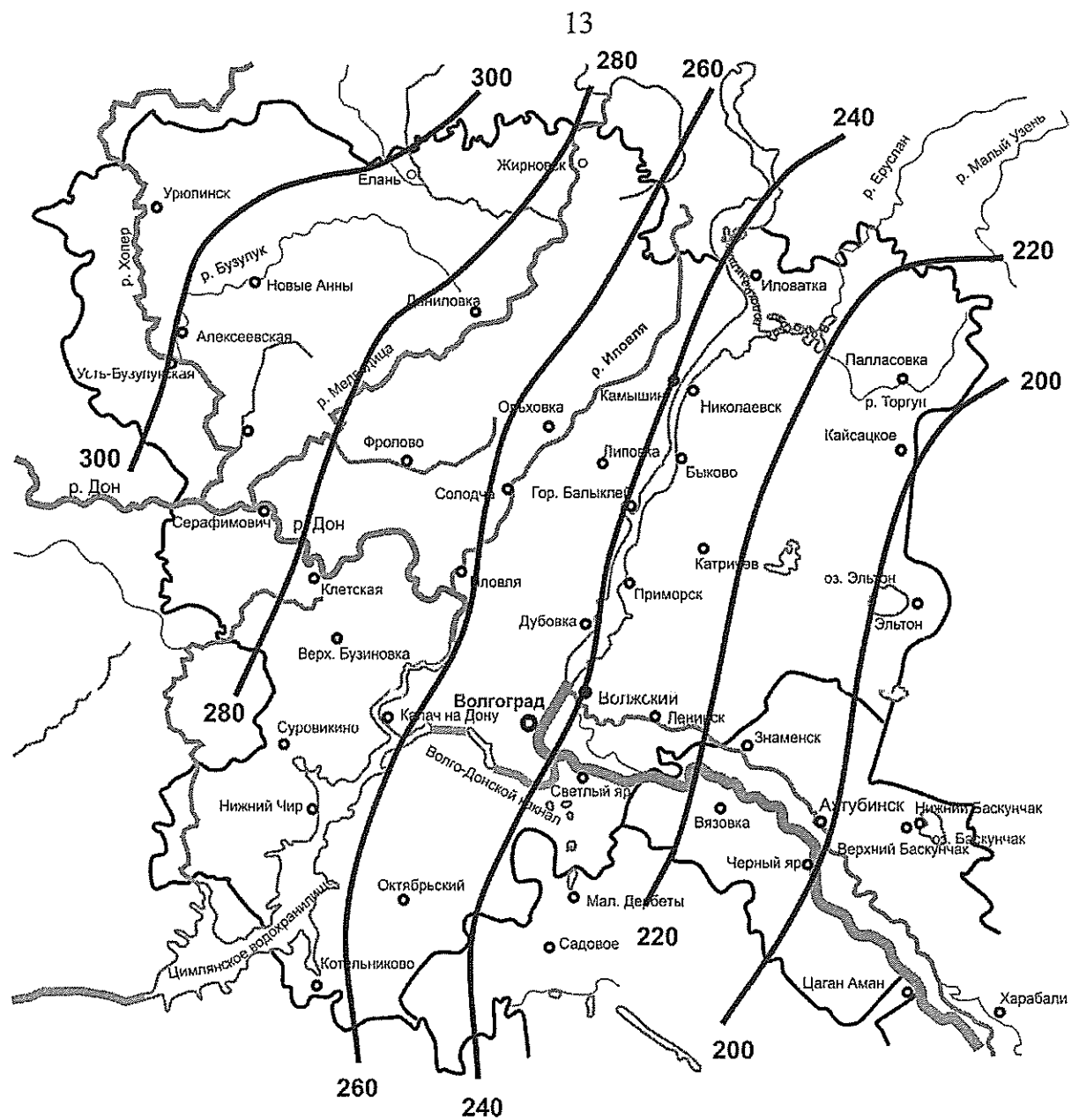


Рисунок 3 - Среднемноголетние суммы атмосферных осадков за период со среднесуточными температурами воздуха выше 5°C [14]

Преобладают ветра юго-восточные, восточные (в холодный период года), северо-западные и западные (в теплый период). Ветры западных румбов более влажные и теплые, восточных румбов сухие, зимой холодные, летом жаркие (суховеи, пыльные бури). Нередки ветры и субмеридионального направления. Число дней с сильным ветром (скорость более 15 м/с) на территории области составляет 15-20, а на возвышенностях (Приволжская, Ергени)

40-60. Число штилевых дней в году в среднем колеблется от 15-20 (Волгоград, Котельниково) до 55-62 (Иловля, Михайловка).

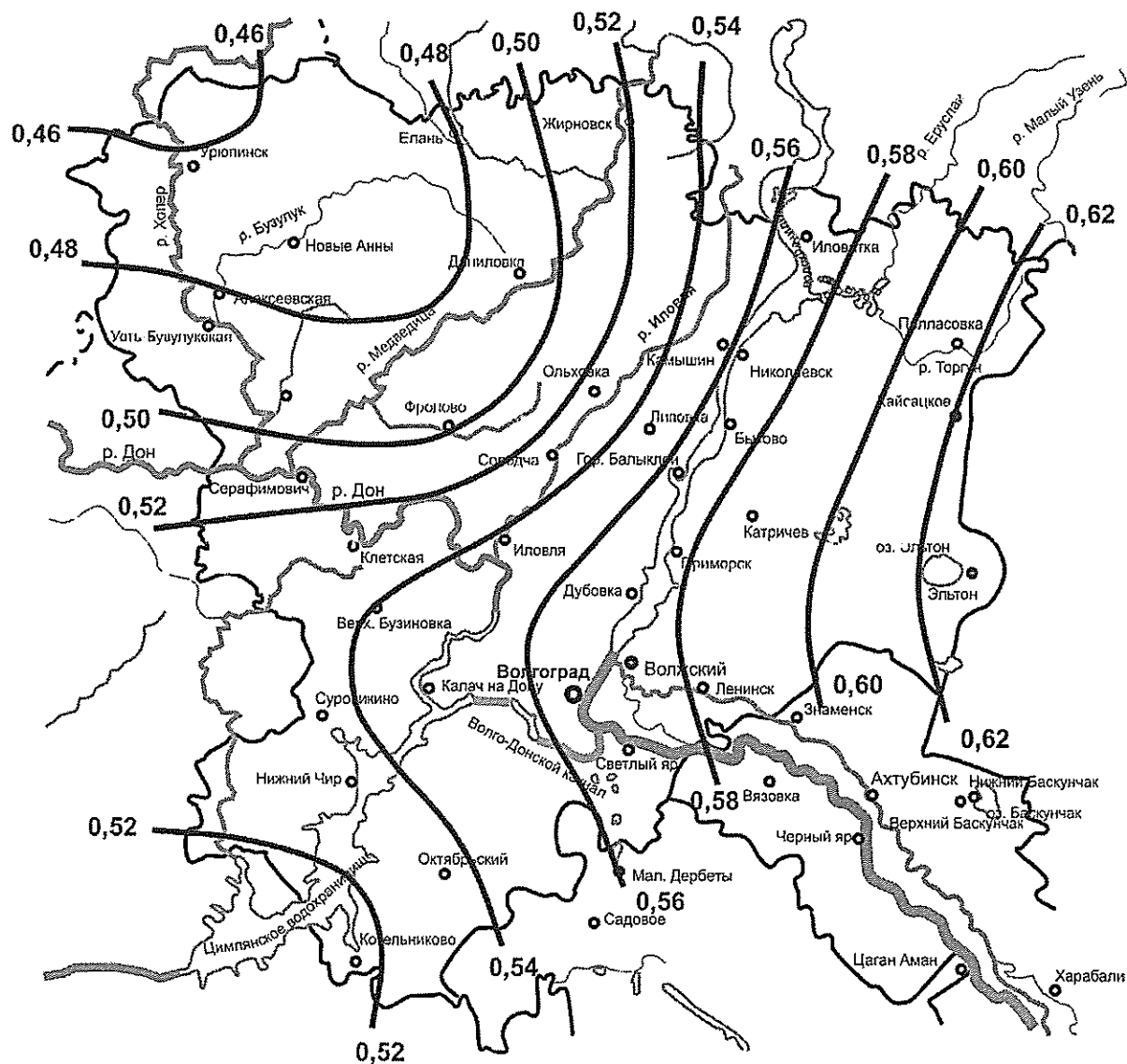


Рисунок 4 – Карта индекса аридности [15]

Активная макроциркуляция атмосферы оказывает определяющее влияние на климат. Длительные вторжения воздушных масс с востока и юго-востока очень угнетающе действуют на биоту. Зимой они сопровождаются сильными устойчивыми морозами, в начале весны могут на 2-3 недели задержать наступление вегетации растений, летом являются основным фактором сухой жаркой погоды (до 2 месяцев и более). Основная часть территории области является зоной рискованного земледелия и входит в семиаридную зону, в которой отношение среднегодовой суммы осадков к потенциальной

годовой эвапотранспирации (испаряемости) находится в пределах от 0,2 до 0,5. Важнейшим условием эффективного сельского хозяйства здесь являются обводнение и орошение.

3. Актуальные тренды изменения тепло- и влагообеспеченности Волгоградской области

Климат планеты меняется и это выражается глобальным повышением температура земной поверхности и океанов, увеличении экстремальных и неблагоприятных явлений погоды, изменении природной влагообеспеченности и т.д. [16-19]. Насколько глобальны и необратимы эти процессы, насколько они детерминированы антропогенным фактором, - вопрос, пока не имеющий однозначного ответа. Однако, необходимость их учета при планировании мелиоративной деятельности, необходимость непрерывной оценки и уточнения характеристик климата, уточнения тактики и стратегии мелиоративной деятельности, - эта потребность вполне понятна и обоснована.

Применительно к гидромелиорациям наиболее важными показателями-характеристиками климата являются тепло- и влагообеспеченность. Теплообеспеченность является собирательной характеристикой климата и включает разные аспекты температурного режима территории с учетом многолетних особенностей воспроизводимости и повторяемости. При решении задач нормирования орошения важны оценки теплообеспеченности за период проведения оросительных мелиораций. Сумма среднесуточных температур воздуха является достаточной характеристикой, коррелирующей с энергетическими ресурсами атмосферы, а вероятность повторяемости и воспроизводимости ресурса в полной мере характеризуется процентной оценкой обеспеченности.

Аналогично, - влагообеспеченность, с точки зрения нормирования орошения, может быть охарактеризована суммой поступления атмосферных осадков за период проведения оросительных мелиораций. Процентная оценка обеспеченности выполнялась общепринятым расчетным методом [20]:

$$P = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} \cdot 100$$

где P – процентная оценка обеспеченности метеорологического показателя, %; m – номер ранга показателя в ранжированном по убыванию ряду многолетних метеорологических данных; n – общее число наблюдение в многолетнем ряду метеорологических данных.

На рисунке 5 приведена карта Волгоградской области, где флажками отмечены места расположения метеостанций, данные которых использовали для оценки климатических показателей. Использование данных сети метеостанций позволяет охватить основные зоны орошаемого земледелия Волгоградской области.



Рисунок 5 - Карта Волгоградской области с отметками охвата метеонаблюдений в период с 2003 по 2023 гг.

Результаты оценки обеспеченности с подбором аппроксимирующей кривой представлена в приложениях А и В, а оценки сумм среднесуточных температур воздуха и атмосферных осадков за теплый период года для разных уровней обеспеченности приведены в таблицах 1 и 2.

Анализ кривых обеспеченности сумм среднесуточных температур воздуха и атмосферных осадков показал, что многолетние ряды данных хорошо аппроксимируются с коэффициентом детерминации не ниже 0,95. Наилучшим образом кривые обеспеченности описывались неполным полиномом третьей степени, вида:

$$y = a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x + D$$

где - y – оцениваемая сумма среднесуточных температур воздуха или атмосферных осадков, %; x - процент обеспеченности метеорологического показателя, %; a, b, c, D – коэффициенты аппроксимации.

Однако, по некоторым метеостанциям при использовании ограниченных рядов данных наибольшая сходимость обеспечивалась, если аппроксимировали квадратичным полиномом или линейной функцией. Коэффициент детерминации при этом снижался до 0,81-0,92. Считаем, что такой результат был получен, в первую очередь, из-за ограниченности рядов данных при использовании выборки за последние пять лет.

Оценки обеспеченных сумм среднесуточных температур воздуха, приведенные в таблице 1, получены по пяти метеостанциями Волгоградской области, расположенных, соответственно, в городах Волгоград, Котельниково, Палласовка, Урюпинск и поселке городского типа Иловля.

Для каждого из пунктов расположения метеостанций сформированы по три выборки с пошаговым смещением рядов данных от ретроспективных к актуальным. Такой подход, позволяет оценить не только пространственную изменчивость климата, но и актуальные тренды климатических изменений. Анализ табличных данных (таблица 1) показал фактическую однородность оценок, полученных из разных выборок, для лет с процентной обеспеченностью 25, 50 и 75 %. Изменения сумм накопленных среднесуточных темпера-

тур воздуха с процентной обеспеченностью 5 и 95 % в разных статистических выборках объясняется сужением диапазона рядов данных и во внимание не принималось.

Таблица 1 - Актуальные оценки вероятности обеспечения накопления сумм среднесуточных температур воздуха за период «май-сентябрь» в основных климатических районах Волгоградской области

Место расположения метеостанции	Статистическая выборка	Обеспеченность, %				
		5	25	50	75	95
г. Волгоград	2003-2022 гг	3620	3420	3320	3230	3030
	2012-2022 гг	3600	3440	3325	3260	3240
	2018-2022 гг	3600	3440	3320	3260	3200
г. Иловля	2003-2022 гг	3440	3165	3060	2980	2780
	2012-2022 гг	3280	3175	3095	3015	2925
	2018-2022 гг	3240	3182	3080	3000	2928
г. Котельниково	2003-2022 гг	4060	3840	3765	3620	3395
	2012-2022 гг	3975	3860	3800	3700	3460
	2018-2022 гг	3898	3858	3800	3758	3718
г. Палласовка	2003-2022 гг	3715	3500	3400	3300	3120
	2012-2022 гг	3600	3540	3425	3323	3270
	2018-2022 гг	3650	3530	3404	3298	3225
г. Урюпинск	2003-2022 гг	3270	3000	2900	2820	2640
	2012-2022 гг	3120	3020	2940	2860	2720
	2018-2022 гг	3085	3010	2905	2825	2740

Отсутствие трендов изменения теплообеспеченности в основных климатических районах Волгоградской области подтверждается и результатами статистического анализа (рисупок 6). Приведенные на рисунке 6 тренды характеризуются низким коэффициентом детерминации, в пределах 0,01-0,44. Графически тренды представлены практически горизонтальной прямой, что также говорит в пользу отсутствия каких-либо значимых изменений.

Для оценки обеспеченных сумм осадков использовались данные семи метеостанций, расположенных в городах Волгоград, Калач-на-Дону, Камышин, Котельниково, Палласовка, Урюпинск и поселке городского типа Иловля (таблица 2).

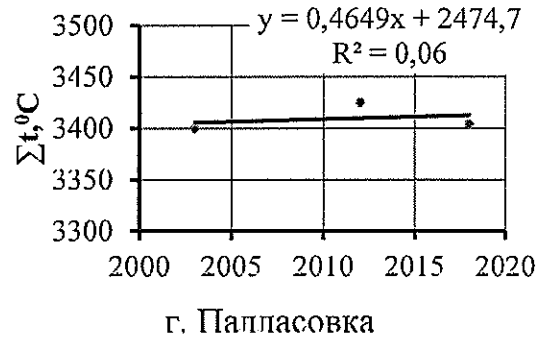
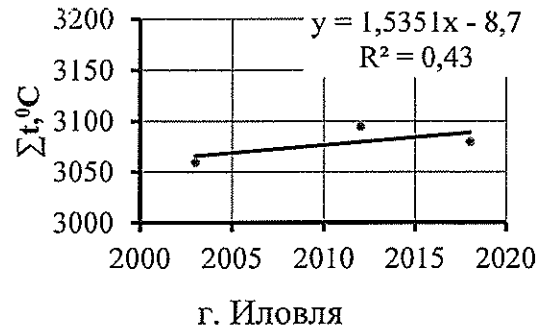
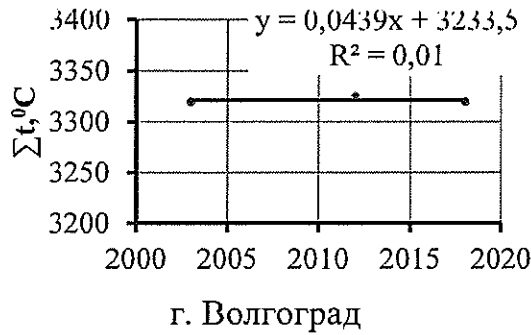


Рисунок 6 – Актуальные тренды изменения теплообеспеченности Волгоградской области

Из приведенных в таблице 2 данных видно, что обеспеченные на уровне 50 и 75 % суммы осадков увеличиваются со смещением рядов данных от ретроспективных к актуальным. Причем этот рост достаточно заметен и прослеживается по всем зонам, где велись наблюдения, за исключением г. Урюпинск.

Значимость трендов увеличения влагообеспеченности территории Волгоградской области подтверждается результатами статистического анализа (рисунок 7). По всем зонам метеонаблюдений получены положительные тренды, характеризующиеся коэффициентом детерминации не ниже 0,77-0,98.

**Таблица 2 - Актуальные оценки вероятности
обеспечения суммы осадков за период «май-сентябрь»
в основных климатических районах Волгоградской области**

Место расположения метеостанции	Статистическая выборка	Обеспеченность, %				
		5	25	50	75	95
г. Волгоград	2003-2023 гг	220	172	139	112	80
	2013-2023 гг	322	180	147	115	80
	2019-2023 гг	178	163	167	150	87
г. Иловля	2003-2023 гг	310	200	140	118	89
	2013-2023 гг	362	225	150	128	92
	2019-2023 гг	308	209	150	131	109
г. Калач-на-Дону	2003-2023 гг	280	189	150	130	97
	2013-2023 гг	280	213	158	130	97
	2019-2023 гг	329	204	165	165	130
г. Камышин	2003-2023 гг	216	200	162	118	78
	2013-2023 гг	220	209	180	130	70
	2019-2023 гг	228	219	199	150	61
г. Котельниково	2003-2023 гг	222	190	152	117	74
	2013-2023 гг	225	198	162	120	68
	2019-2023 гг	225	202	192	160	78
г. Палласовка	2003-2023 гг	231	174	125	88	60
	2013-2023 гг	240	160	125	110	71
	2019-2023 гг	230	162	131	110	75
г. Урюпинск	2003-2023 гг	340	260	205	160	90
	2013-2023 гг	302	261	211	160	110
	2019-2023 гг	340	261	190	155	138

Самые растущие тренды были получены по данным метеостанций г. Волгоград, г. Котельниково и г. Камышин. Тангенс угла наклона трендов для этих зон, соответственно, составил 1,65, 2,34 и 2,26. По данным метеостанции г. Урюпинск получен слабый отрицательный тренд, - коэффициент детерминации составил 0,34.

Таким образом, оценка вероятностных распределений тепло- и влагообеспеченности в основных климатических зонах Волгоградской области с пошаговым смещением рядов данных от ретроспективных к актуальным позволяет оценить климатические изменения, наиболее важные с точки зрения нормирования орошения.

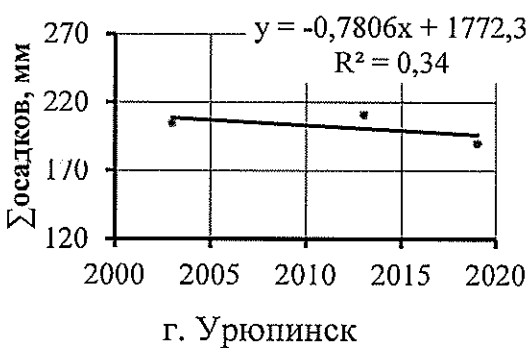
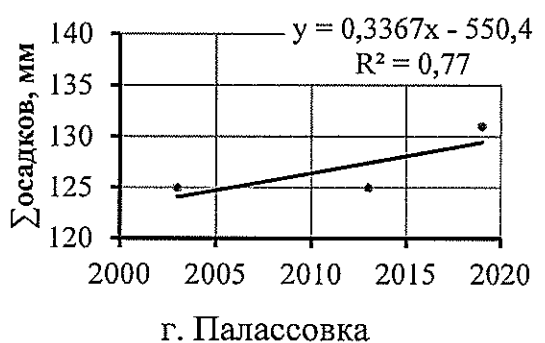
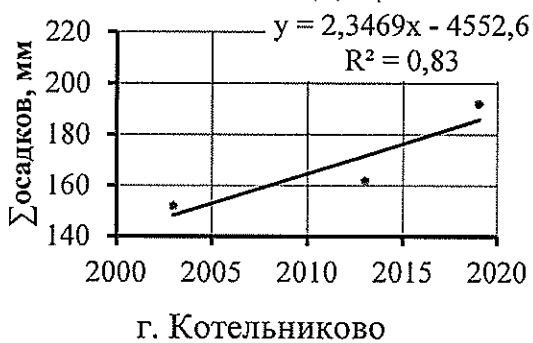
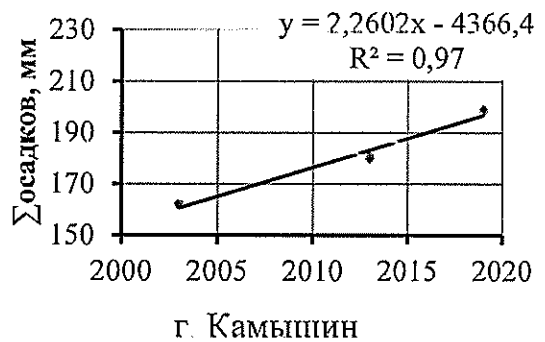
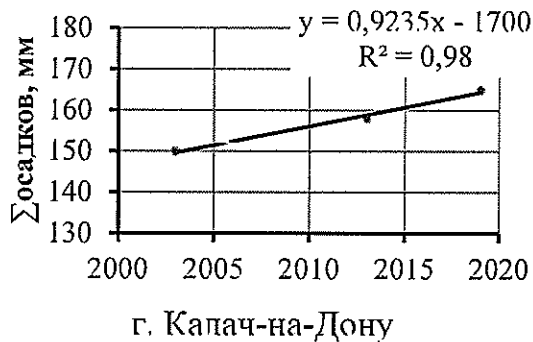
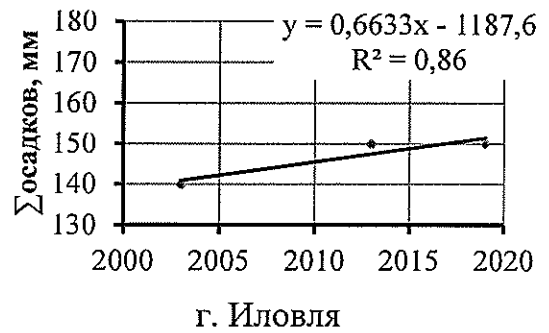
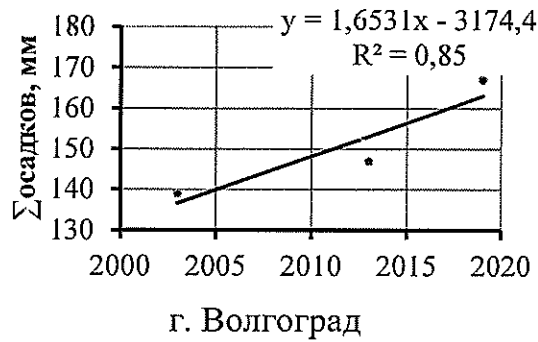


Рисунок 7 – Актуальные тренды изменения влагообеспеченности Волгоградской области

Ограниченность рядов данных, которые были использованы при проведении исследований, позволяет говорить о трендах, но не может быть основанием для заявления об изменении климата. Анализ обеспеченных сумм среднесуточных температур воздуха подтвердил однородность данных и отсутствие каких-либо существенных трендов изменения климата в этом отношении. Анализ обеспеченных сумм атмосферных осадков показал, преиму-

щественно положительные тренды изменения климата по этому показателю. Положительные тренды изменения сумм атмосферных осадков с коэффициентом детерминации 0,77-0,98 получены по всем зонам метеонаблюдений, за исключением г. Урюпинск. Наиболее растущие тренды были получены по данным метеостанций г. Волгоград, г. Котельниково и г. Камышин, - здесь изменения влагообеспеченности наиболее заметны.

Заключение

Нормирование водопользования в условиях орошаемого земледелия в значительной мере опирается и имеет исходными данными метеорологические показатели, многолетние ряды которых характеризуют климат региона. Наряду с техно-биологическими особенностями возделывания сельскохозяйственных культур, - климатический фактор является основным для нормирования уровней водопотребности и планирования орошения.

Волгоградская область характеризуется сухим континентальным климатом. Территория в избытке обеспечена солнечной радиацией и теплом, но крайне скудно обеспечена влагой. Испаряемость в разных климатических районах Волгоградской области в 2,5-6,0 раз превосходит поступление атмосферных осадков. Основная часть территории области является зоной рискованного земледелия и входит в семиаридную зону, в которой отношение среднегодовой суммы осадков к потенциальной годовой эвапотранспирации (испаряемости) находится в пределах от 0,2 до 0,5. Важнейшим условием эффективного сельского хозяйства здесь является орошение.

Оценка вероятностных распределений тепло- и влагообеспеченности в основных климатических зонах Волгоградской области с пошаговым смещением рядов данных от ретроспективных к актуальным позволяет оценить климатические изменения, наиболее важные с точки зрения нормирования орошения. Ограниченность рядов данных, которые были использованы при проведении исследований, позволяет говорить о трендах, но не может быть основанием для заявления об изменении климата. Анализ обеспеченных сумм среднесуточных температур воздуха подтвердил однородность данных и отсутствие каких-либо существенных трендов изменения климата в этом отношении. Анализ обеспеченных сумм атмосферных осадков показал, преимущественно положительные тренды изменения климата по этому показателю. Положительные тренды изменения сумм атмосферных осадков с коэффициентом детерминации 0,77-0,98 получены по всем зонам метеонаблюдений, за исключением г. Урюпинск. Наиболее растущие тренды были получены

ны по данным метеостанций г. Волгоград, г. Котельниково и г. Камышин, - здесь изменения влагообеспеченности наиболее заметны.

Повышение влагообеспеченности при сохранении энергетических ресурсов атмосферы в многолетнем разрезе является достаточным основанием для актуализации значений норм водопотребности в интересах орошаемого земледелия Волгоградской области. Учитывая смещение актуальных оценок агрометеорологической влагообеспеченности территории Волгоградской области с повышением обеспеченных сумм атмосферных осадков для перспективного планирования водоподдачи в орошаемом земледелии целесообразно использовать нормы водопотребности действующего Государственного стандарта Р 58331.3-2019 на год 50 %-й обеспеченности дефицита водного баланса.

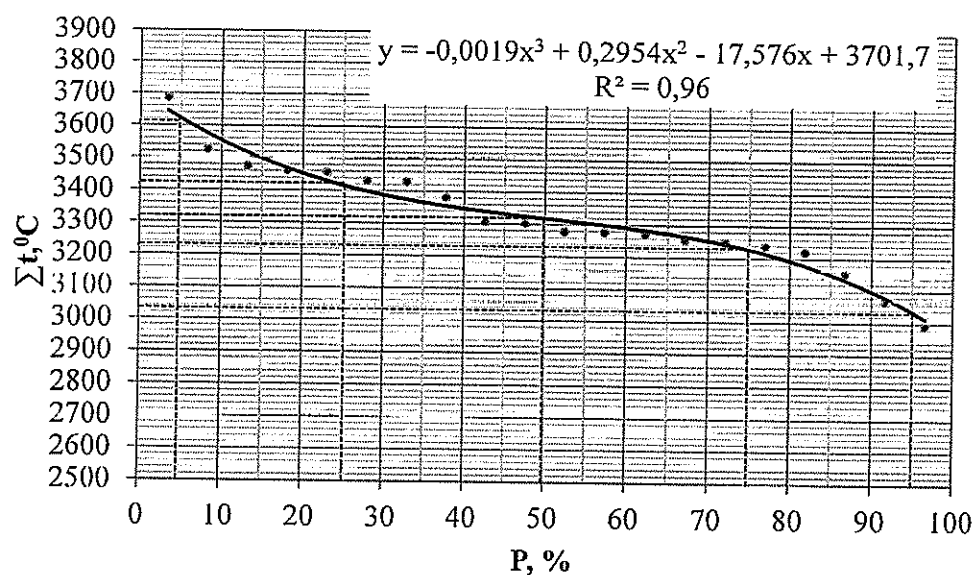
Список использованной литературы:

1. Ольгаренко В.И., Ольгаренко И.В., Ольгаренко В.И., Панкарикова А.А., Эфендиев М.С., Костюнин Г.Г. Нормирование водопотребления сельскохозяйственных культур с учётом изменчивости гидрометеорологических условий // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. - 2018. - № 2 (30). - С. 22-40.
2. Ольгаренко В.И., Монастырский В.А. Модель нормирования водопотребления и расчета эксплуатационного режима орошения сельскохозяйственных культур // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. - 2021. - Т. 11. - № 2. С. 39-52.
3. Ильинская И.Н., Игнатьев В.М. Нормирование водопотребления при орошении - основа экосистемного водопользования // Мелиорация и водное хозяйство. - 2003. - № 5. - С. 28-29
4. Панкова Т.А., Кравчук А.В., Орлова С.С., Михеева О.В., Миркина Е.Н. Адаптивное нормирование орошения // Природообустройство. - 2023. - № 2. - С. 28-35.
5. Ильинская И.Н. Нормирование орошения и продуктивности агроэкосистем на Северном Кавказе. – Ростов н/Д: СКНЦ ВШ, 2005. – 112 с.
6. Нормативные материалы, разработанные при создании Единой системы нормирования водопользования в орошаемом земледелии СССР. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. – Т1. – 535 с.
7. Нормативные материалы, разработанные при создании Единой системы нормирования водопользования в орошаемом земледелии СССР. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. – Т2. – 499 с.
8. Нормативные материалы, разработанные при создании Единой системы нормирования водопользования в орошаемом земледелии СССР. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. – Т3. – 374 с.

9. Нормативные материалы, разработанные при создании Единой системы нормирования водопользования в орошаемом земледелии СССР. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. – Т4. – 571 с.
10. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: Справочник / Под ред. Б.Б. Шумакова. – М.: Колос, 1999. – 432 с.
11. ГОСТ Р 58331.3-2019 Системы и сооружения мелиоративные. Водопотребность для орошения сельскохозяйственных культур. Общие требования. - М.: Стандартинформ, 2019. – 22 с.
12. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Волгоградской области на период до 2015 года /А.Л. Иванов [и др.]. – Волгоград: ИПК Волгоградской ГСХА «Нива», 2009. – 304 с.
13. Агроклиматический справочник по Волгоградской области / Отв. ред. З.М. Русива. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1967. – 144 с.
14. Данильченко Н.В. Водосберегающие оросительные нормы и природоохранные режимы орошения зерновых и кормовых культур в Нижнем Поволжье. – М.: МГУП, 2006. – 151 с.
15. Атлас тематических карт для агролесомелиорации и защитного лесоразведения. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. – 150 с.
16. Кадомцева М.Е. Методический подход к оценке влияния климатических рисков на экономические параметры обеспечения продовольственной безопасности // Экономика сельского хозяйства России. - 2023. - № 10. - С. 73-80.
17. Анисимов О.А., Жильцова Е.Л., Шаповалова К.О., Ершова А.А. Анализ индикаторов изменения климата. часть 2. северо-западный регион России // Метеорология и гидрология. - 2020. - № 1. - С. 23-35.
18. Насонова О.Н., Гусев Е.М., Ковалев Е.Э., Щурхно Е.А. Глобальные оценки изменения составляющих водного баланса суши в связи с возможным изменением климата // Водные ресурсы. - 2021. - Т. 48. - № 4. - С. 361-377.

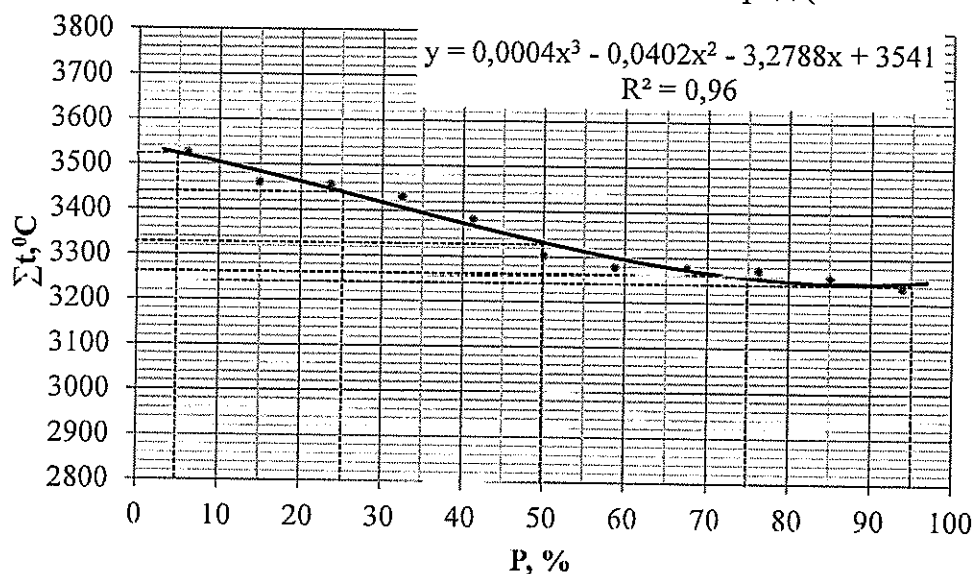
19. Жилина И.Ю. влияние изменения климата на глобальную продовольственную безопасность // Экономические и социальные проблемы России. - 2023. - № 1 (53). - С. 166-189.

20. Кельчевская Л.С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Ин-т эксперим. метеорологии. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. - 215 с.



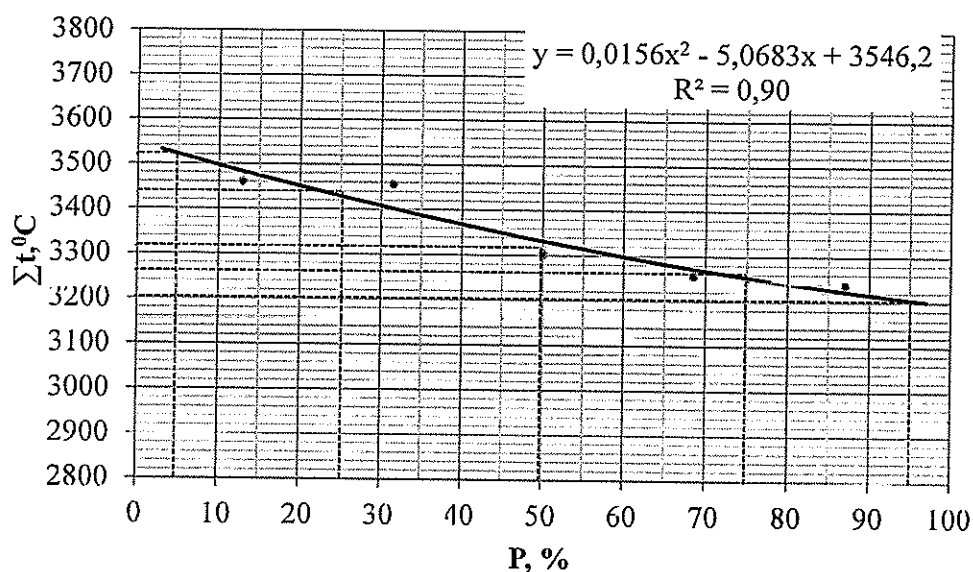
$P, \%$	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	3620	3420	3320	3230	3030

A1 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Волгоград (2003-2022 г.)



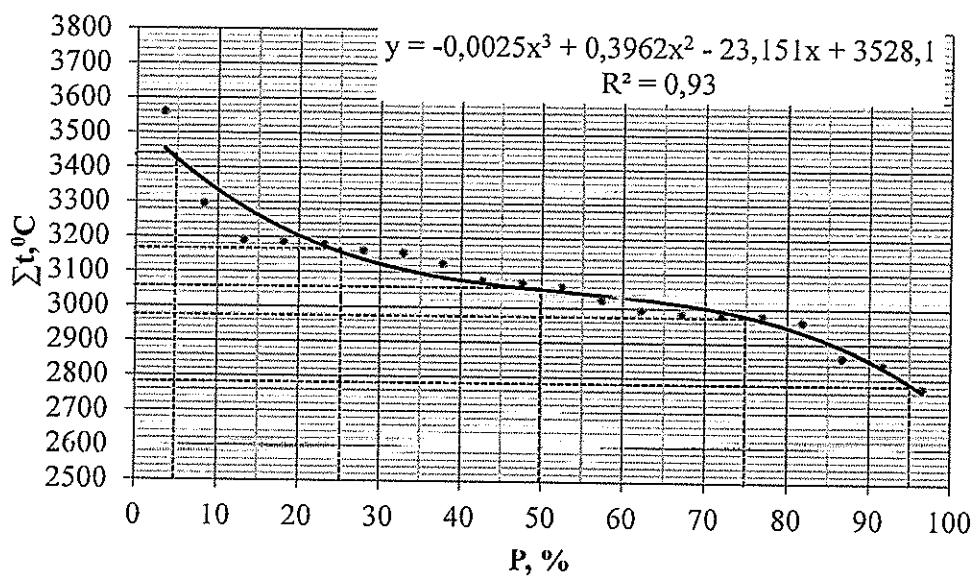
$P, \%$	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	3600	3440	3325	3260	3240

A2 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Волгоград (2012-2022 г.)



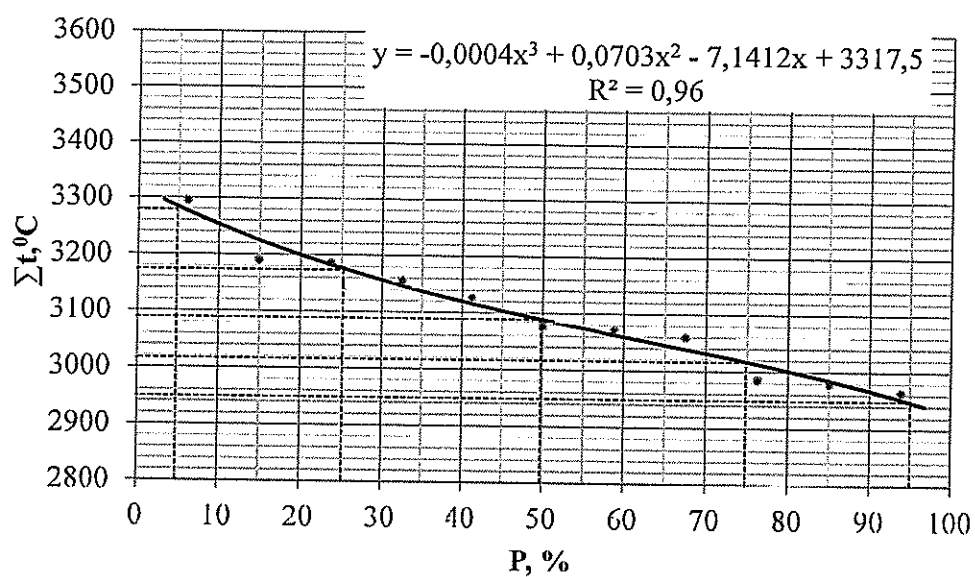
$P, \%$	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	3600	3440	3320	3260	3200

A3 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Волгоград (2018-2022 г.)



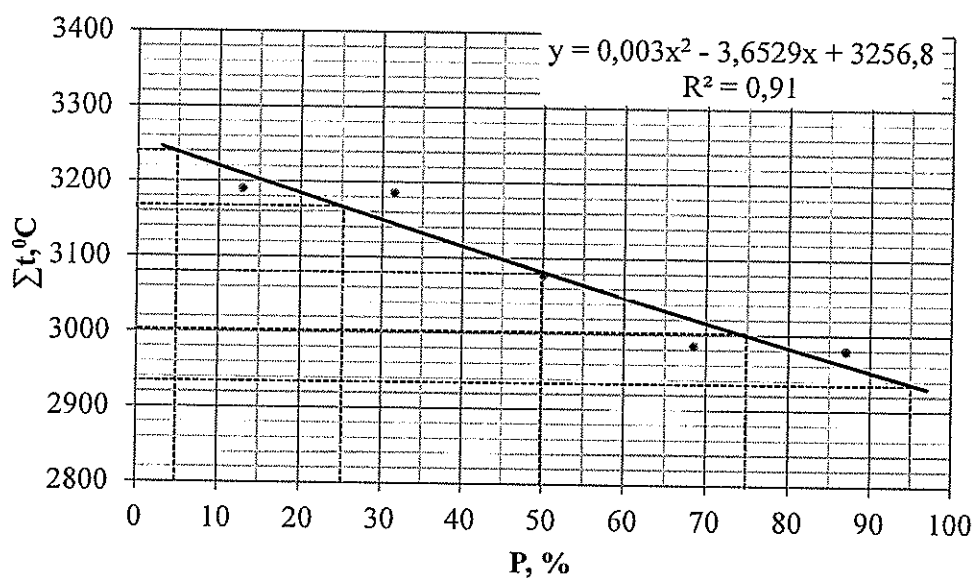
$P, \%$	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	3440	3165	3060	2980	2780

A4 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Иловля (2003-2022 г.)



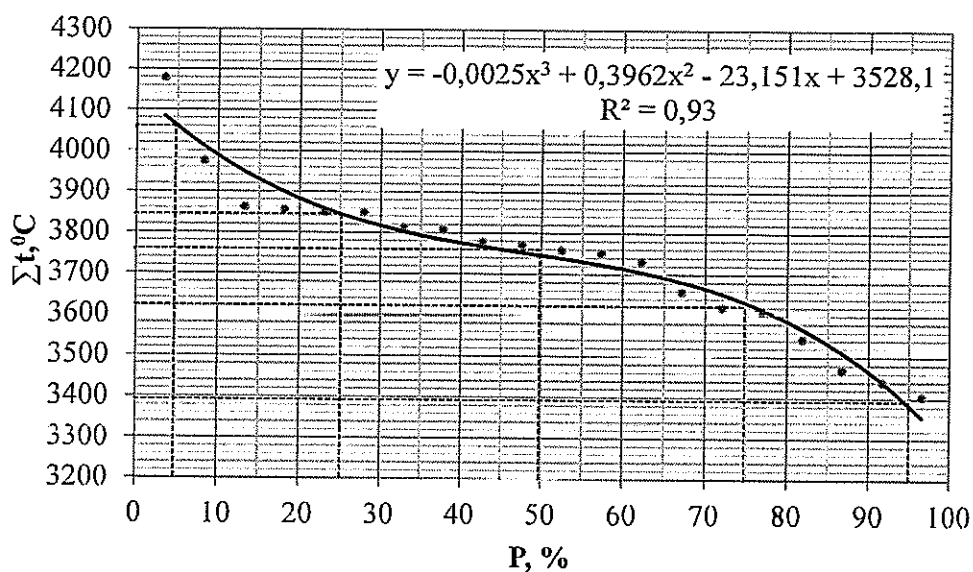
P, %	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	3280	3175	3095	3015	2925

A5 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Иловля (2012-2022 г.)



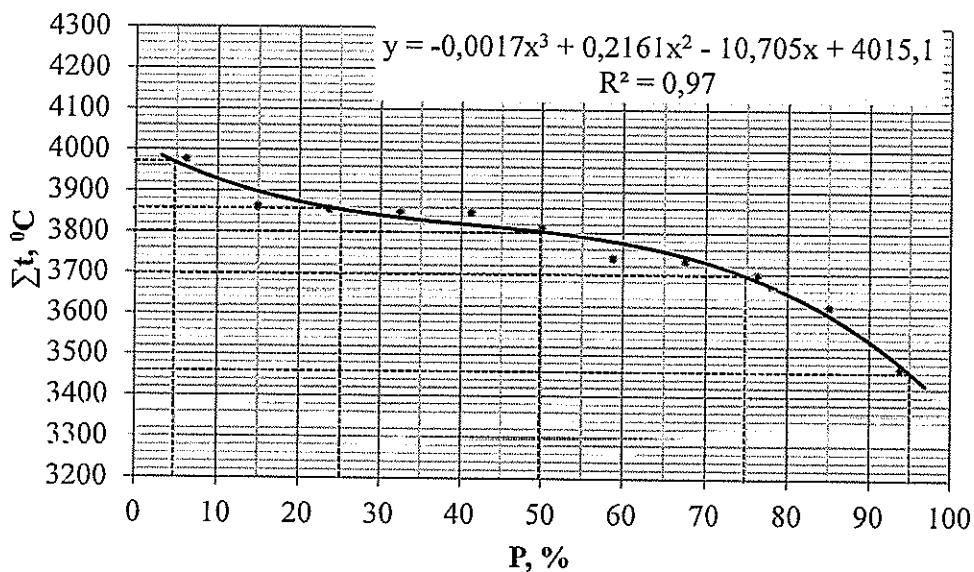
P, %	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	3240	3182	3080	3000	2928

A6 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Иловля (2018-2022 г.)



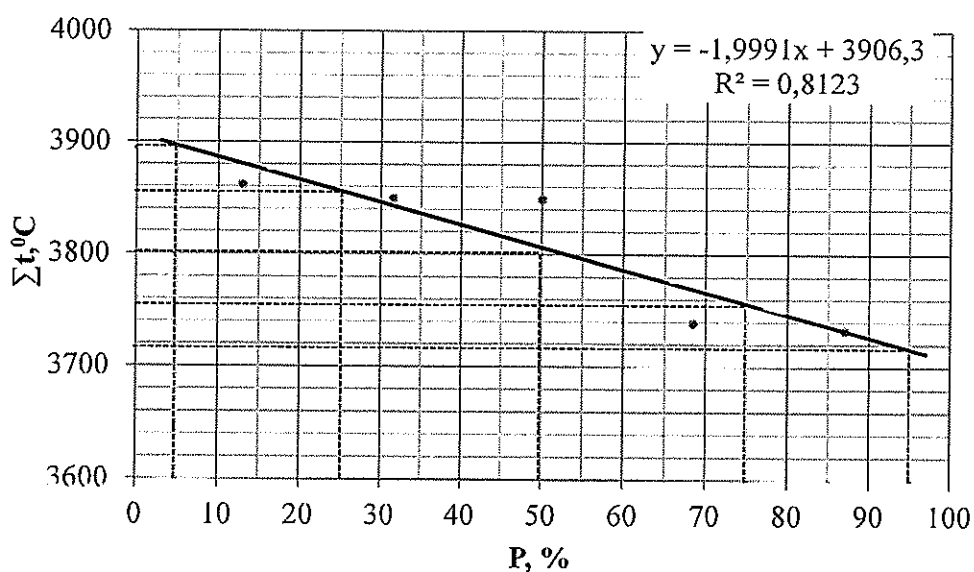
$P, \%$	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	4060	3840	3765	3620	3395

A7 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Котельниково (2003-2022 г.)



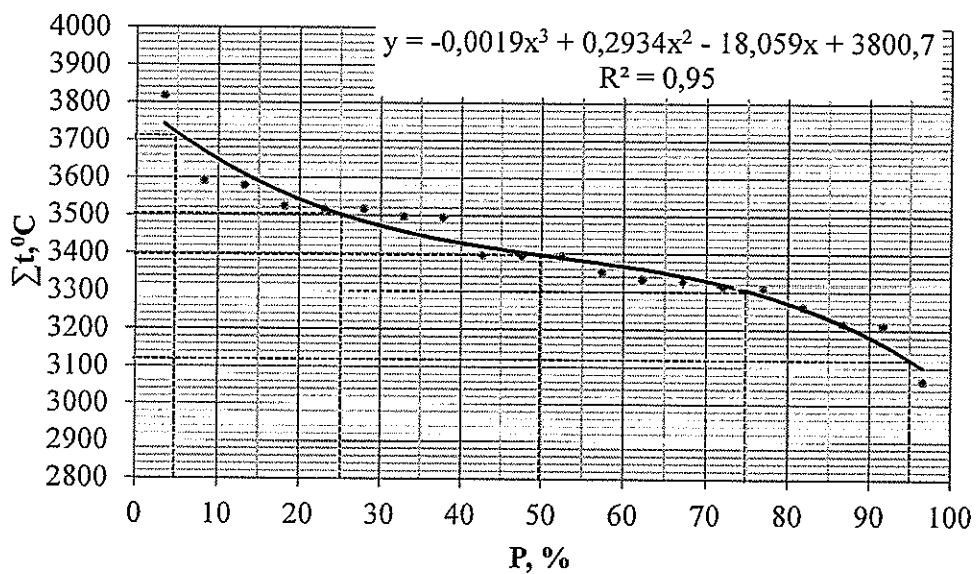
$P, \%$	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	3975	3860	3800	3700	3460

A8 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Котельниково (2012-2022 г.)



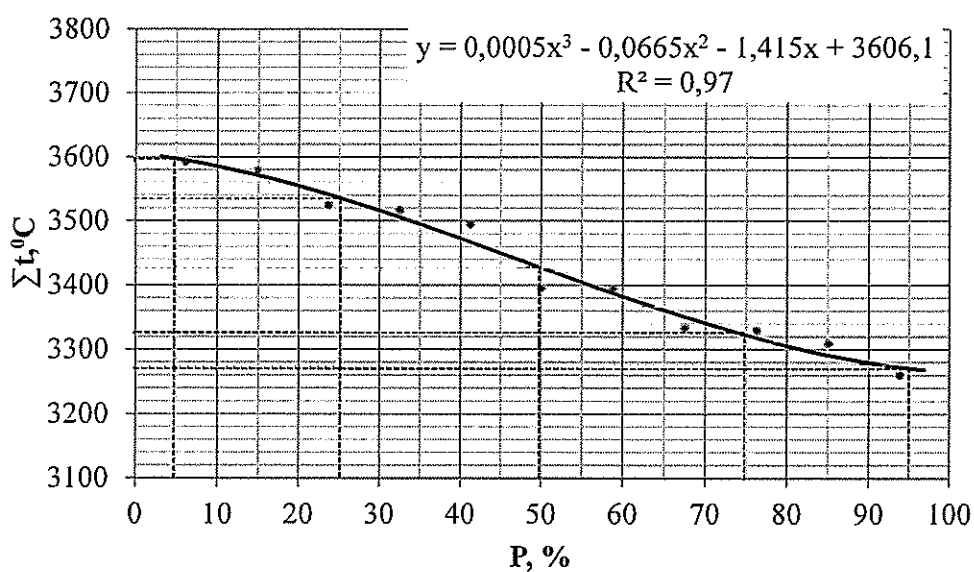
$P, \%$	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	3898	3858	3800	3758	3718

A9 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Котельниково (2018-2022 г.)



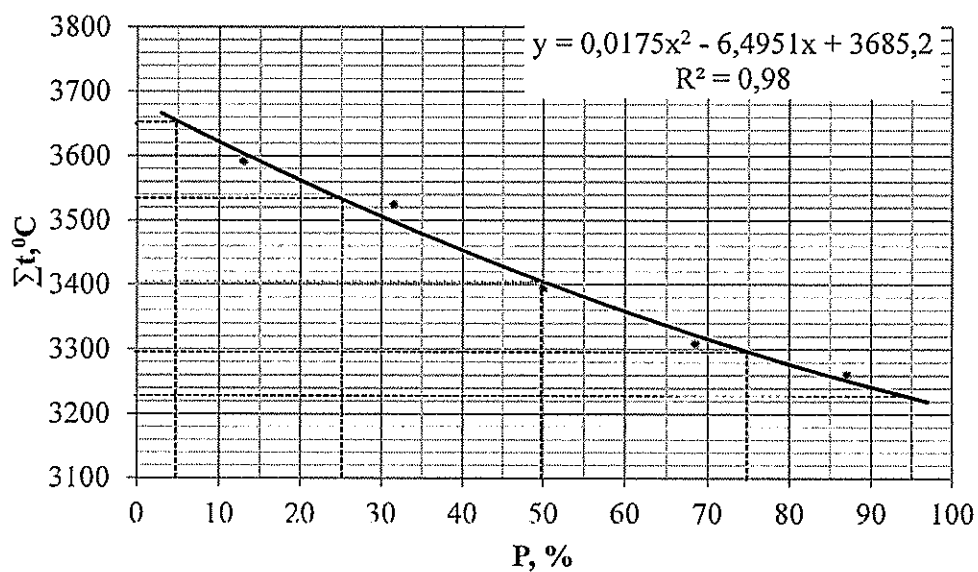
$P, \%$	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	3715	3500	3400	3300	3120

A10 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Палласовка (2003-2022 г.)



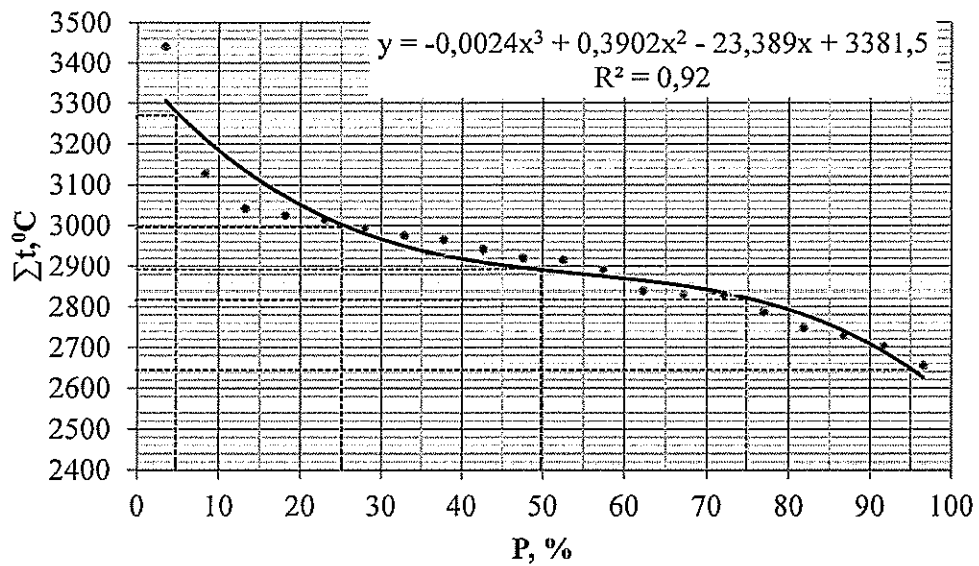
$P, \%$	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	3600	3540	3425	3323	3270

A11 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Палласовка (2012-2022 г.)



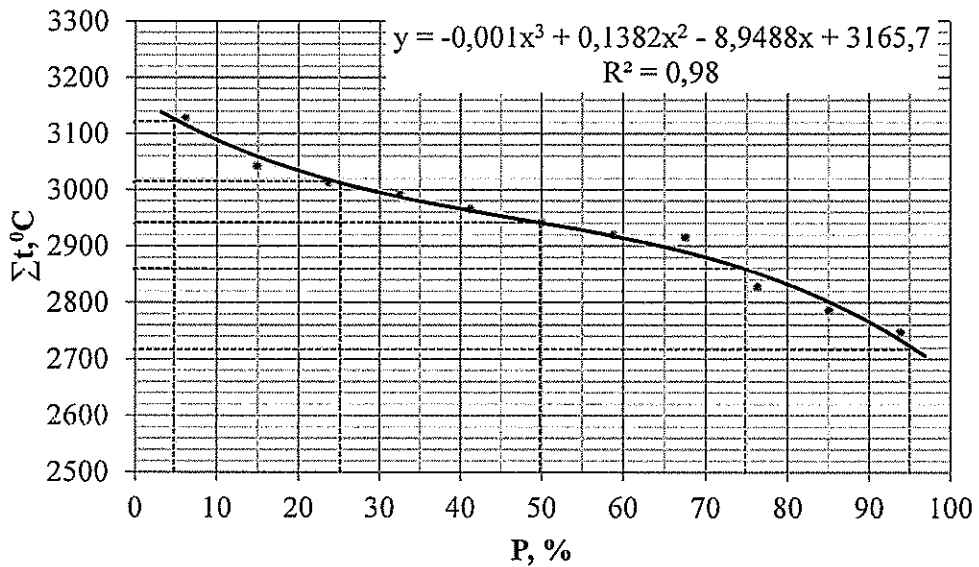
$P, \%$	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	3650	3530	3404	3298	3225

A12 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Палласовка (2018-2022 г.)



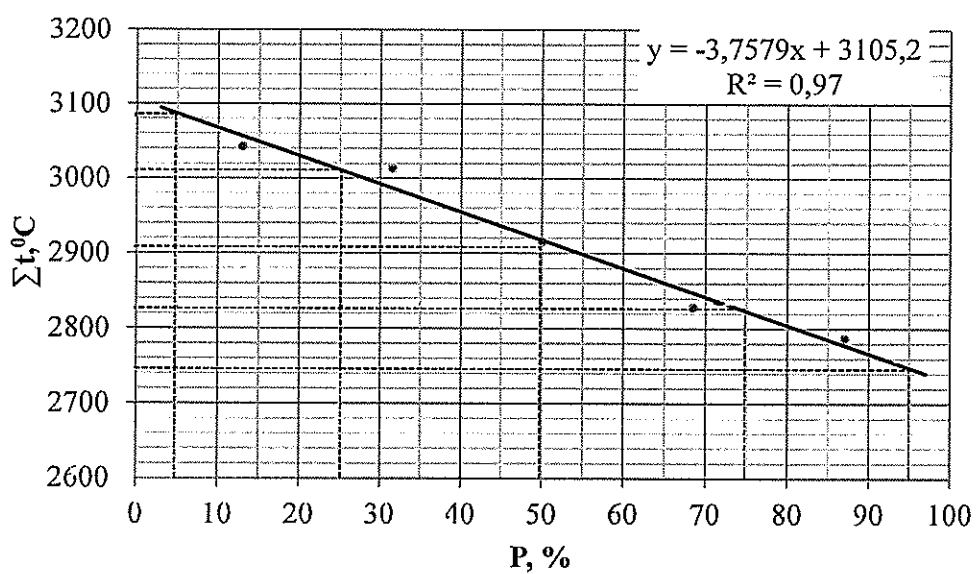
P, %	5	25	50	75	95
Σt, °C	3270	3000	2900	2820	2640

A13 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Урюпинск (2003-2022 г.)



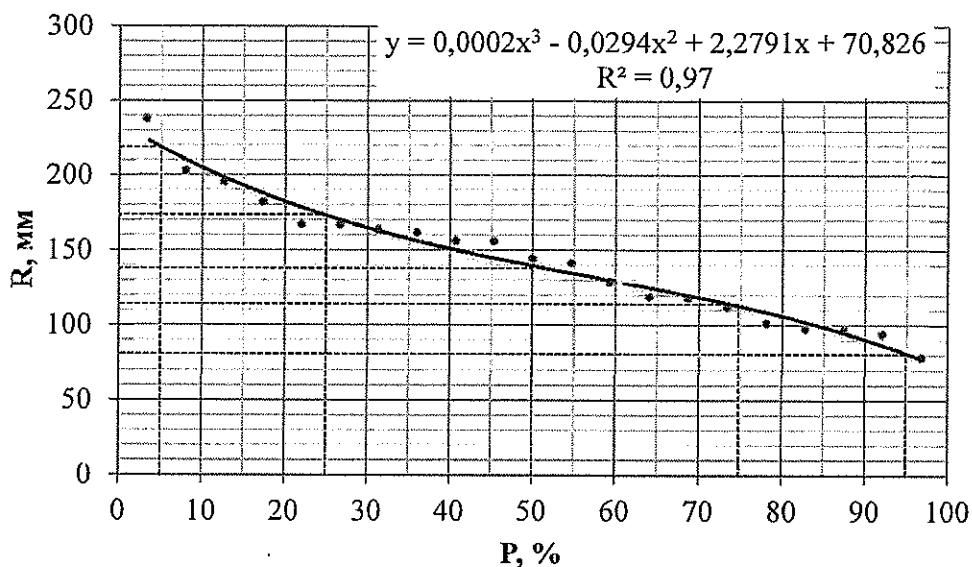
P, %	5	25	50	75	95
Σt, °C	3120	3020	2940	2860	2720

A14 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха (май-сентябрь) по данным метеостанции г. Урюпинск (2012-2022 г.)



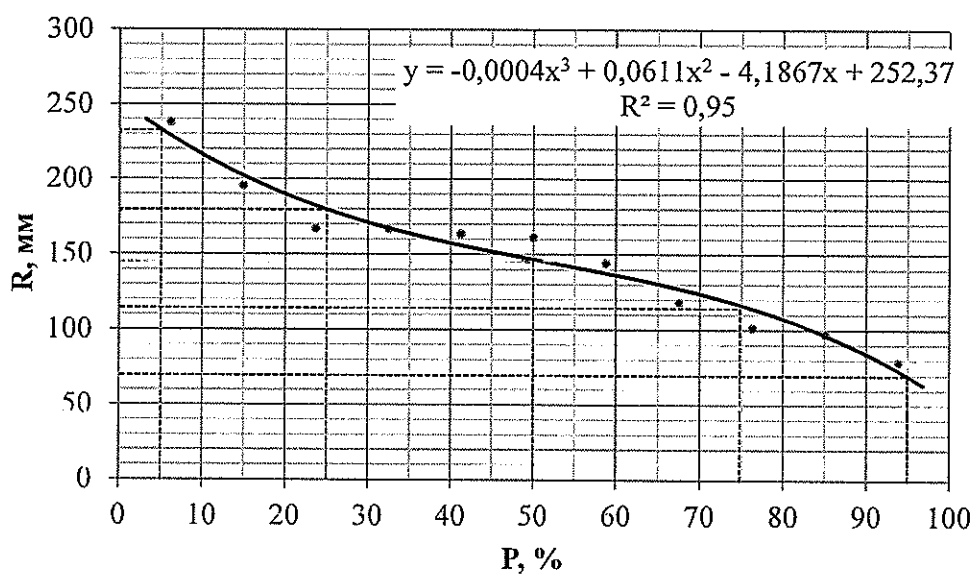
$P, \%$	5	25	50	75	95
$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	3085	3010	2905	2825	2740

A15 – Вероятность обеспечения суммы температур воздуха
(май-сентябрь) по данным метеостанции г. Урюпинск (2018-2022 г.)



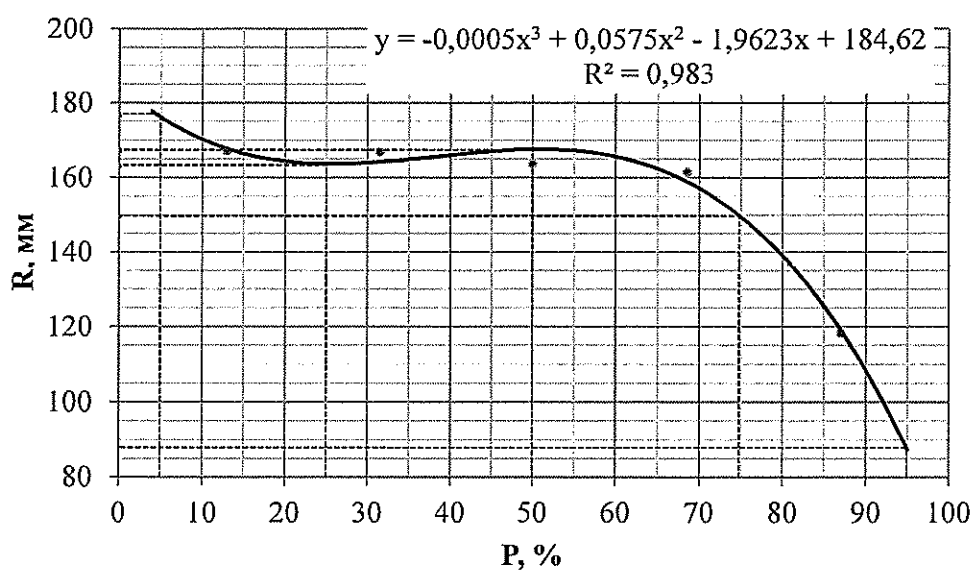
P, %	5	25	50	75	95
R, мм	220	172	139	112	80

В1 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Волгоград (2003-2023 г.)



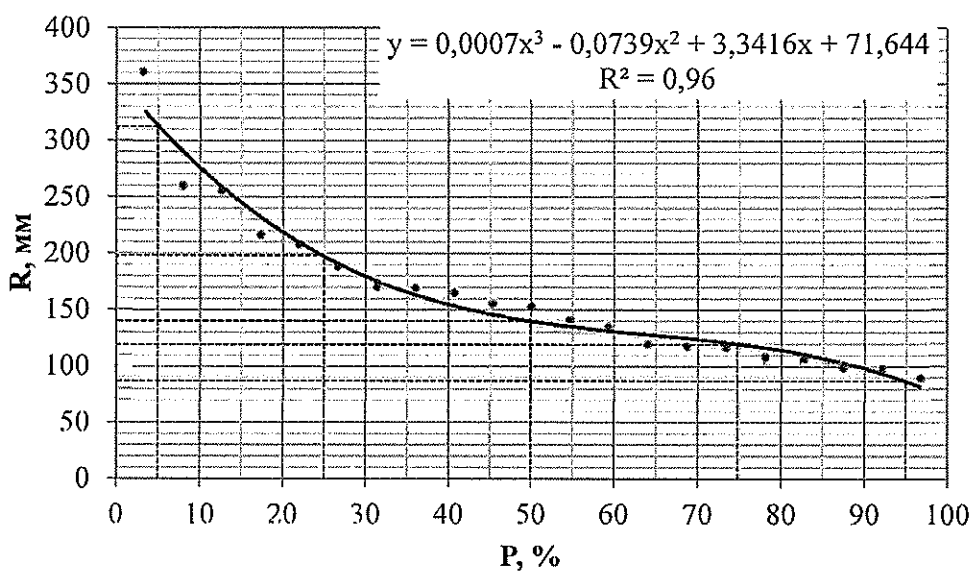
P, %	5	25	50	75	95
R, мм	322	180	147	115	80

В2 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Волгоград (2013-2023 г.)



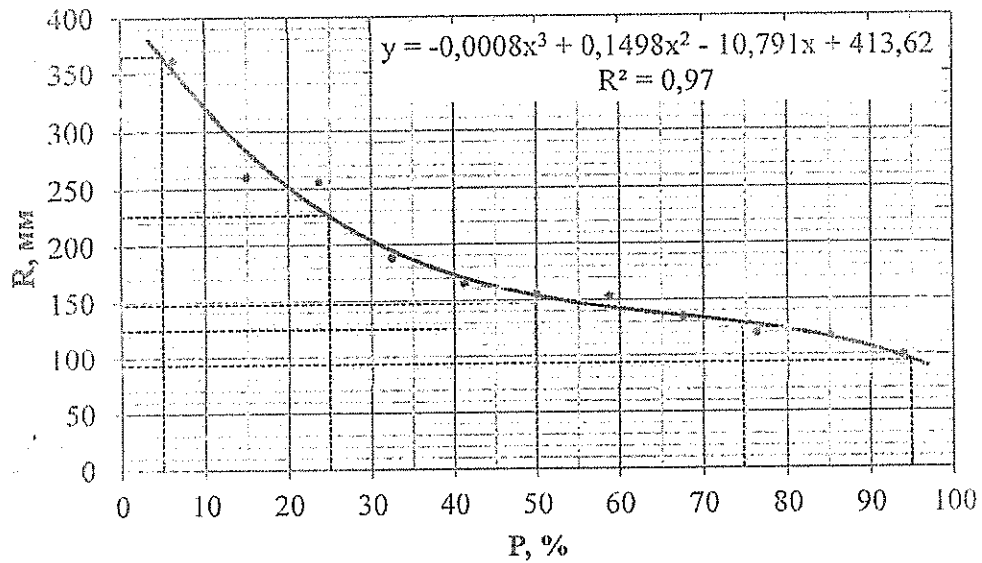
P , %	5	25	50	75	95
R , мм	178	163	167	150	87

В3 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Волгоград (2019-2023 г.)



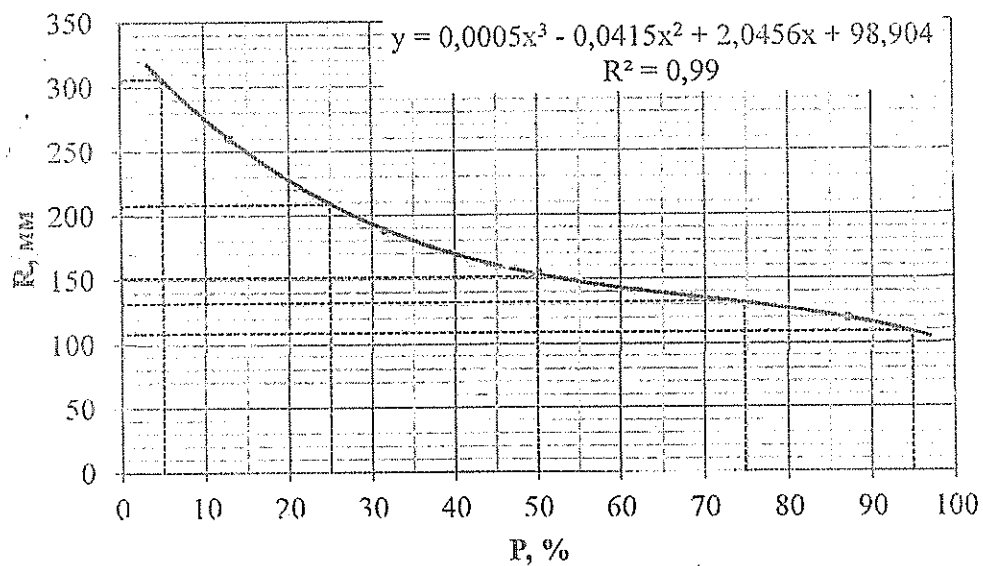
P , %	5	25	50	75	95
R , мм	310	200	140	118	89

В4 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Иловля (2003-2023 г.)



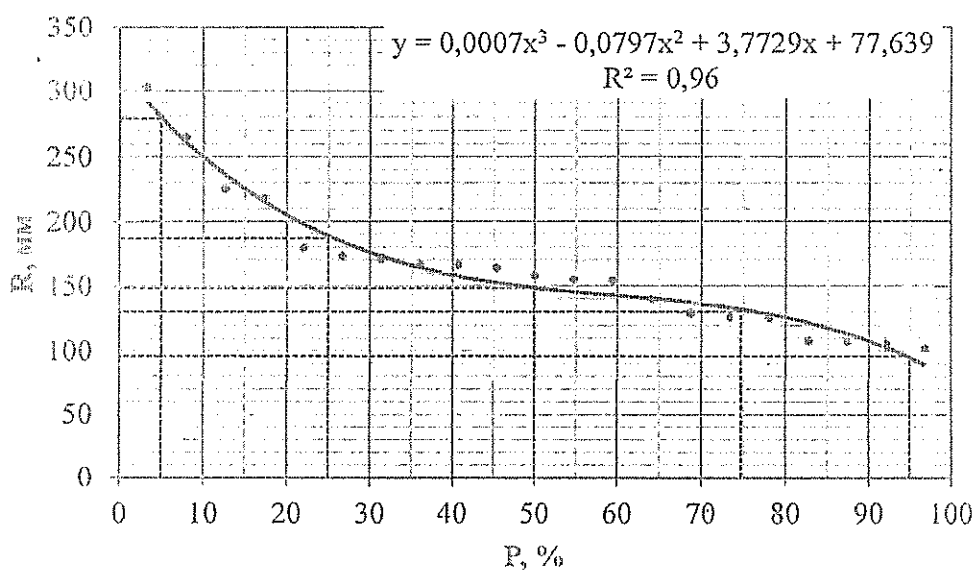
P, %	5	25	50	75	95
R, мм	362	225	150	128	92

В5 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Иловля (2013-2023 г.)



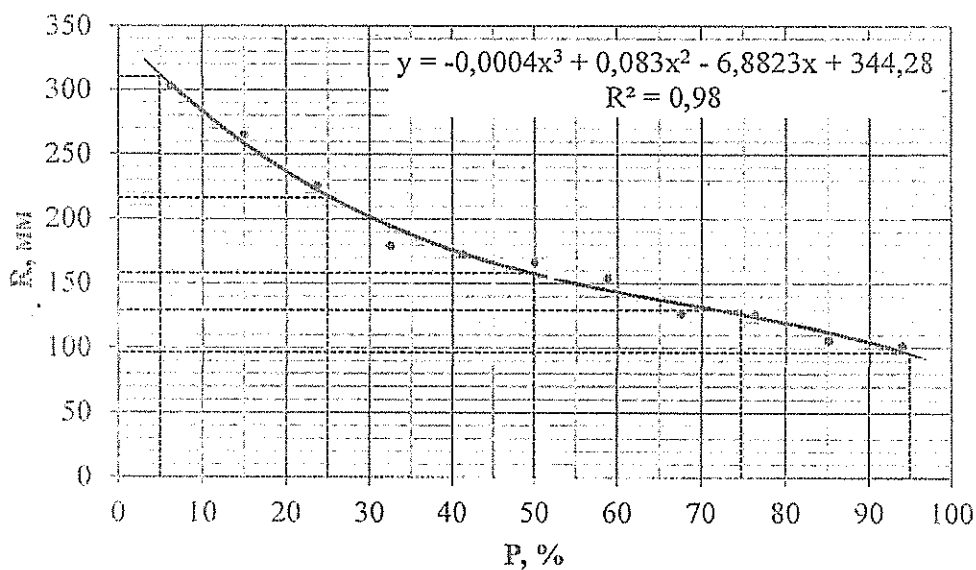
P, %	5	25	50	75	95
R, мм	308	209	150	131	109

В6 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Иловля (2019-2023 г.)



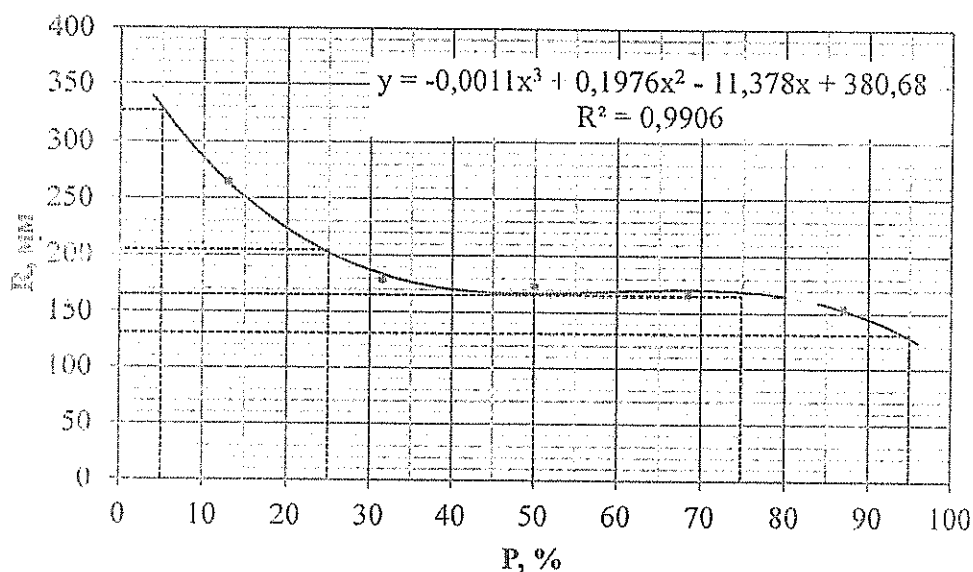
P , %	5	25	50	75	95
R , мм	280	189	150	130	97

В7 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Калач-на-Дону (2003-2023 г.)



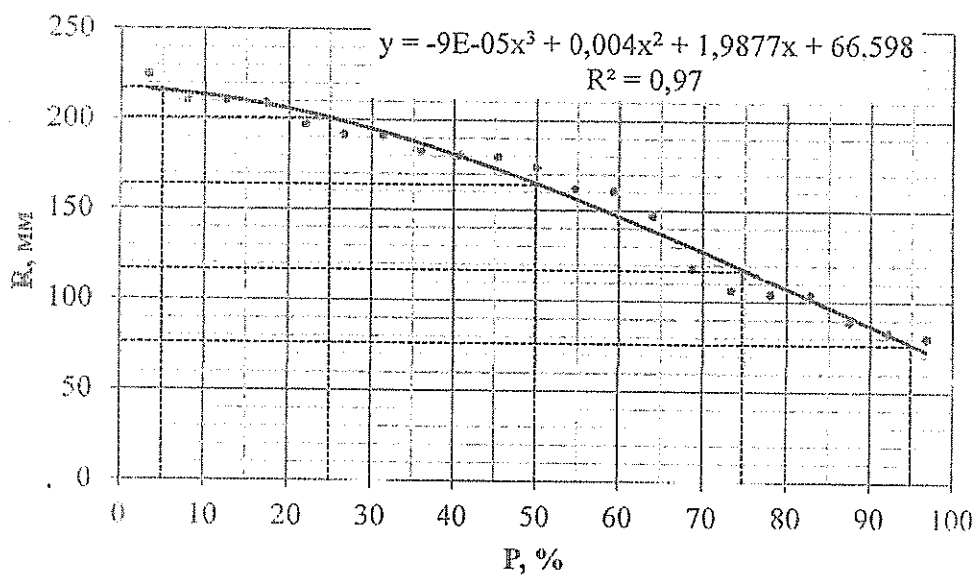
P , %	310	25	50	75	95
R , мм	280	213	158	130	97

В8 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Калач-на-Дону (2013-2023 г.)



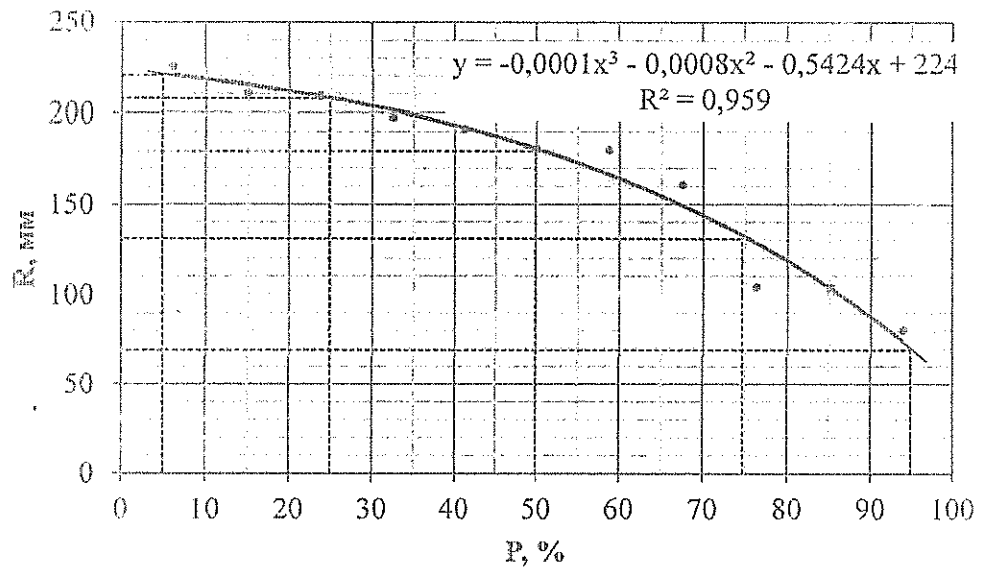
$P, \%$	5	25	50	75	95
R, mm	329	204	165	165	130

B9 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Калач-на-Дону (2019-2023 г.)



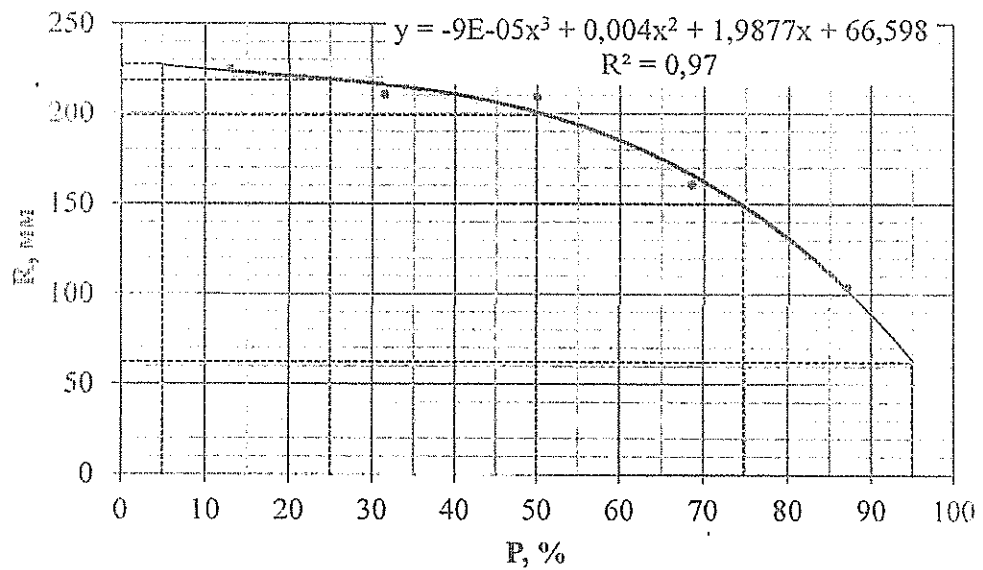
$P, \%$	5	25	50	75	95
R, mm	216	200	162	118	78

B10 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Камышин (2003-2023 г.)



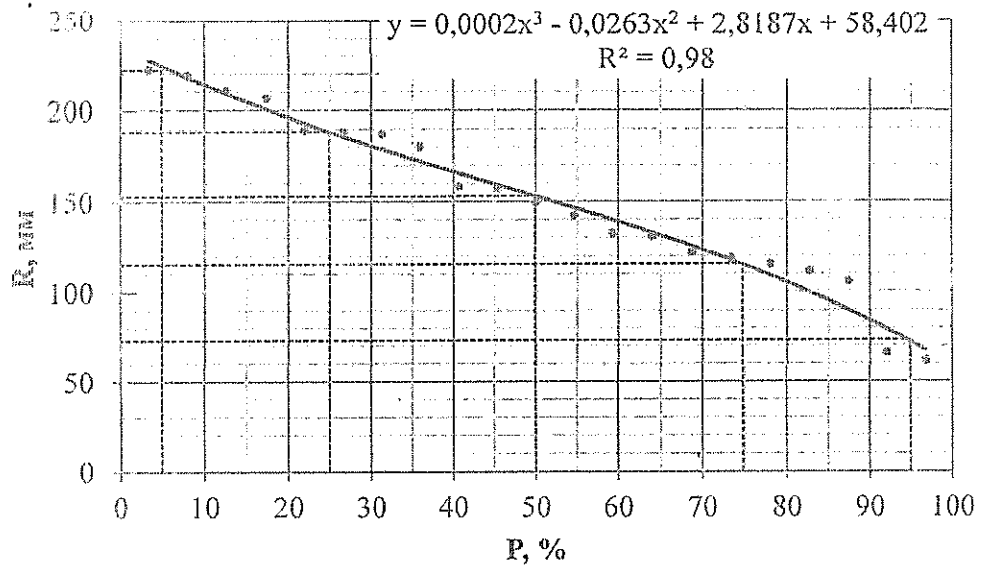
P , %	5	25	50	75	95
R , мм	220	209	180	130	70

B11 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Камышин (2013-2023 г.)



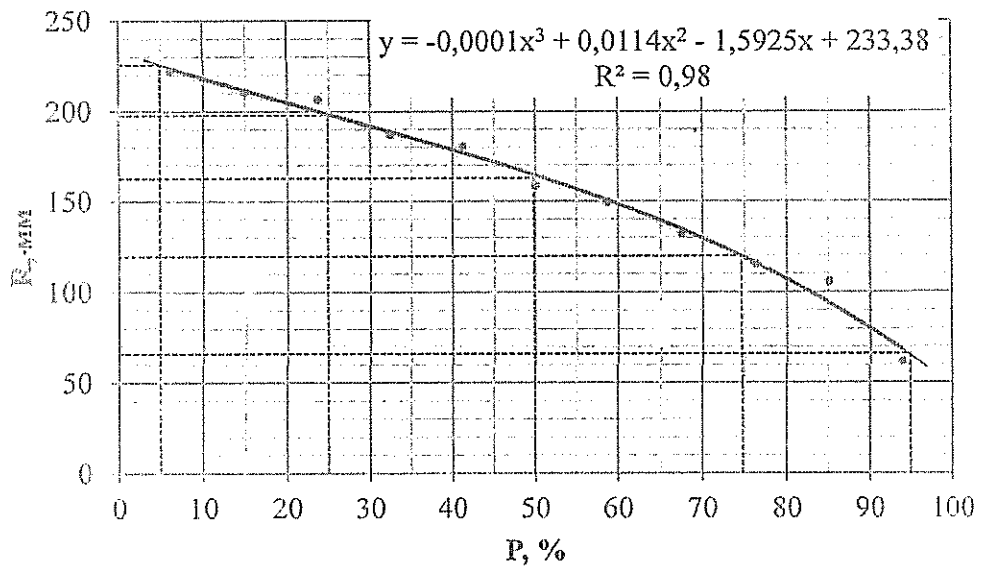
P , %	5	25	50	75	95
R , мм	228	219	199	150	61

B12 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Камышин (2019-2023 г.)



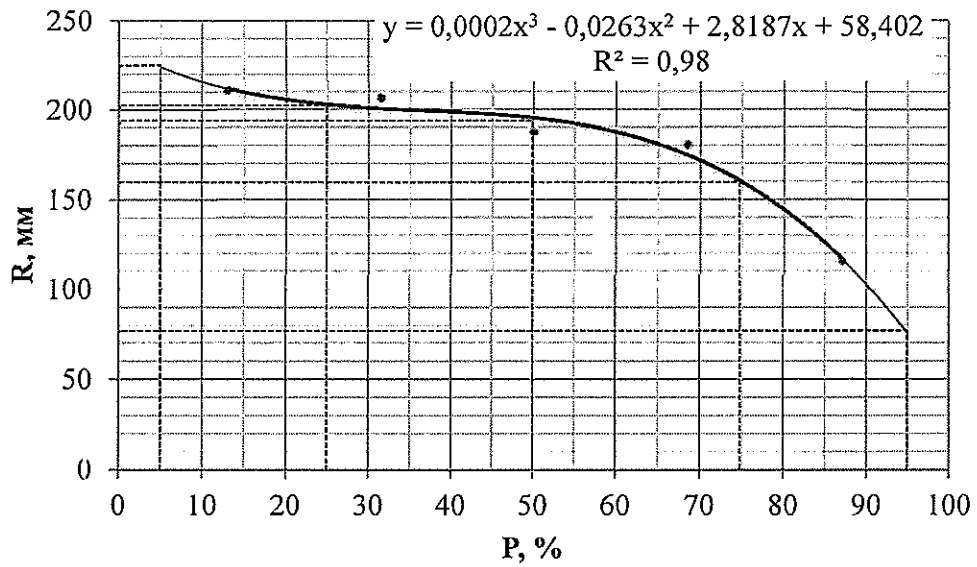
P, %	5	25	50	75	95
R, мм	222	190	152	117	74

B13 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Котельниково (2003-2023 г.)



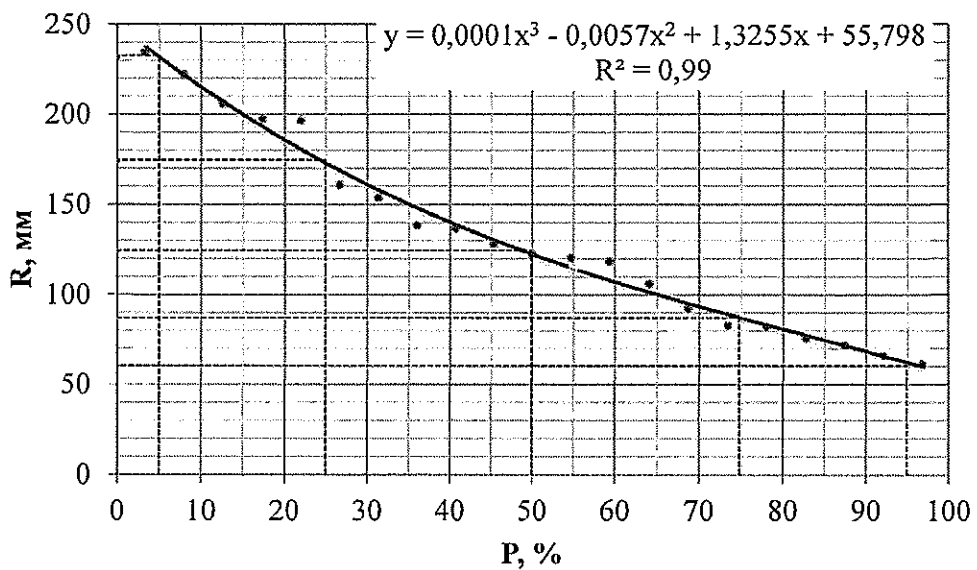
P, %	5	25	50	75	95
R, мм	225	198	162	120	68

B14 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Котельниково (2013-2023 г.)



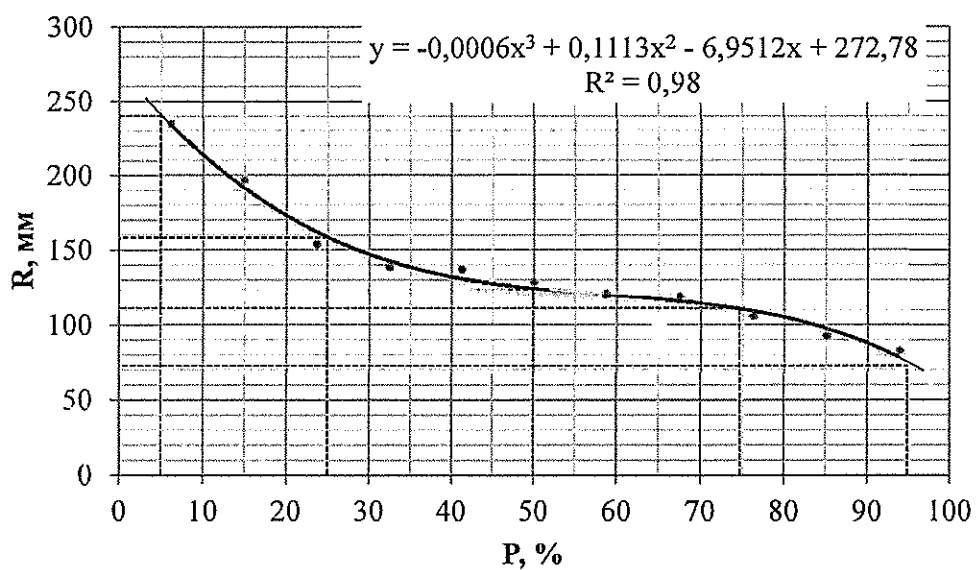
P , %	5	25	50	75	95
R , мм	225	202	192	160	78

В15 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Котельниково (2019-2023 г.)



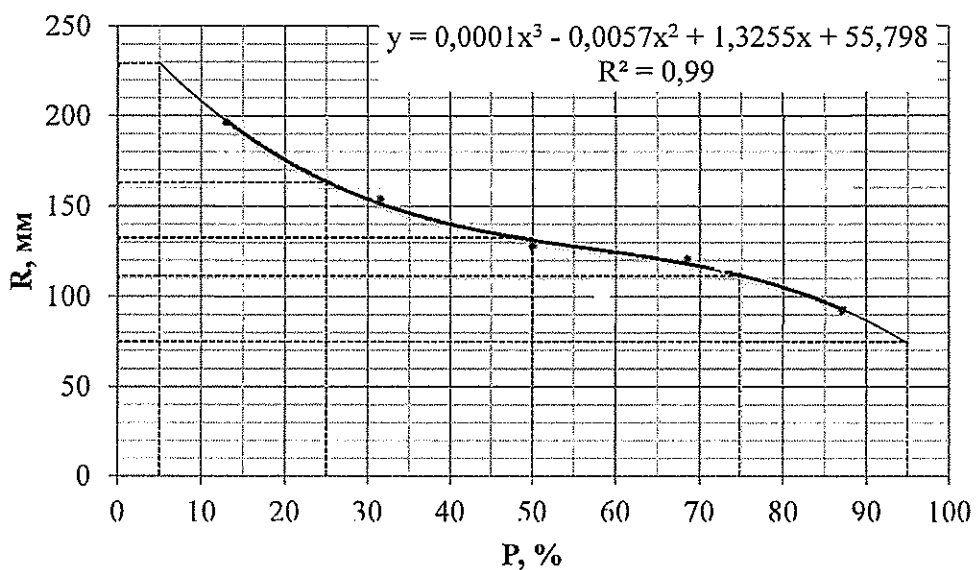
P , %	5	25	50	75	95
R , мм	231	174	125	88	60

В16 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Палласовка (2003-2023 г.)



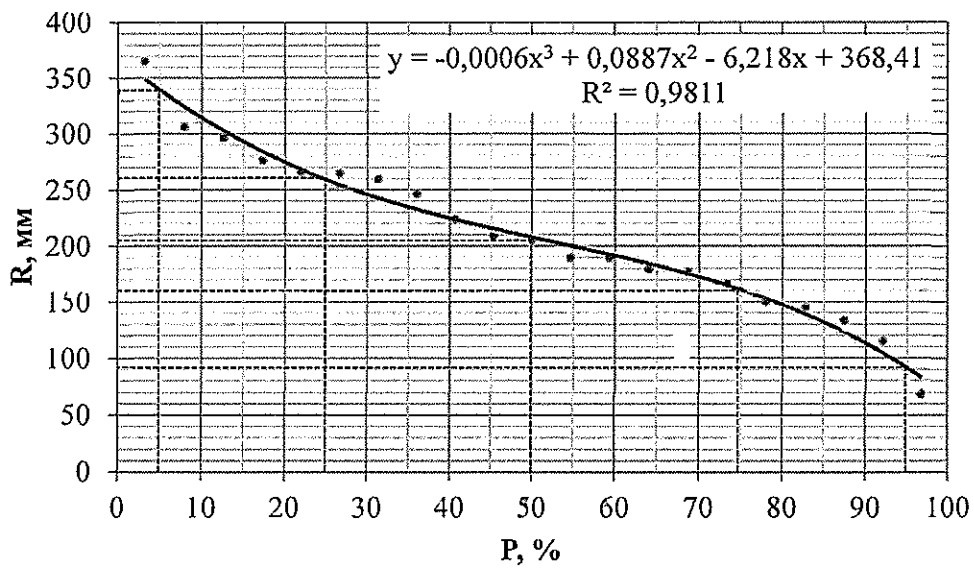
P , %	5	25	50	75	95
R , мм	240	160	125	110	71

В17 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Палласовка (2013-2023 г.)



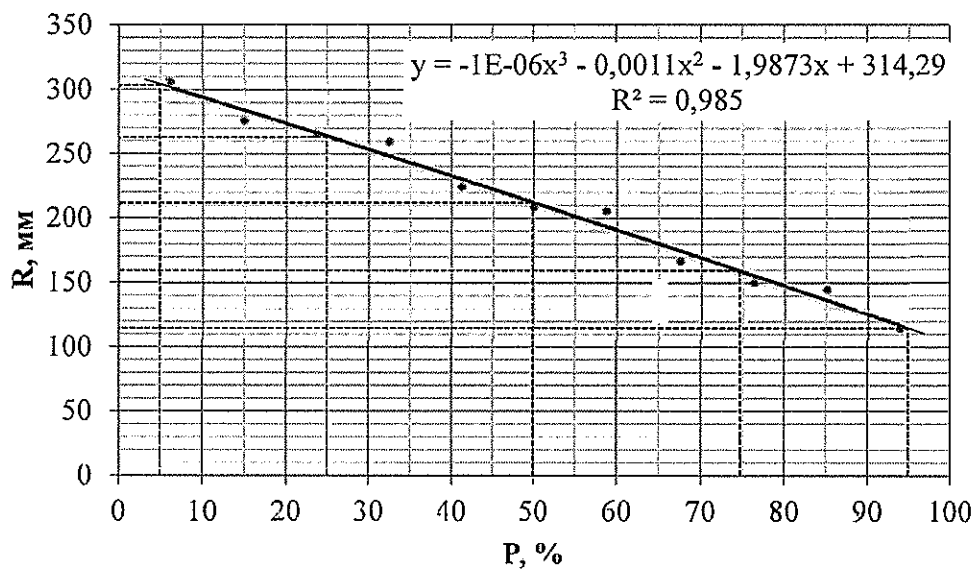
P , %	5	25	50	75	95
R , мм	230	162	131	110	75

В18 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Палласовка (2019-2023 г.)



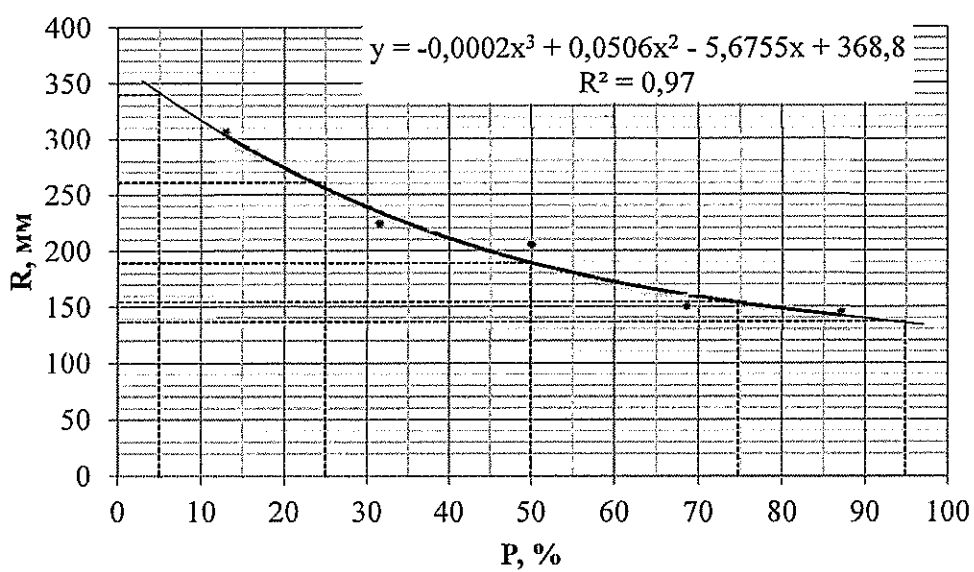
P, %	5	25	50	75	95
R, мм	340	260	205	160	90

B19 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Урюпинск (2003-2023 г.)



P, %	5	25	50	75	95
R, мм	302	261	211	160	110

B20 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Урюпинск (2013-2023 г.)



P, %	5	25	50	75	95
R, мм	340	261	190	155	138

В21 – Вероятность обеспечения суммы осадков (май-сентябрь)
по данным метеостанции г. Урюпинск (2019-2023 г.)

С1 – Исходные данные к актуализации природой теплообеспеченности
Волгоградской области, метеостанция г. Волгоград.

Год	Сумма среднесуточных температур воздуха, °С					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
2003	575,7	534,3	713,6	713,5	456,4	2993,5
2004	485,1	601,1	682,1	749,5	549,7	3067,5
2005	583,1	631,0	729,5	731,1	573,8	3248,5
2006	524,8	703,3	711,4	823,3	544,7	3307,5
2007	596,8	700,3	768,9	873,7	534,9	3474,6
2008	508,0	614,5	778,1	773,3	477,6	3151,5
2009	495,2	727,0	818,5	646,8	534,0	3221,5
2010	574,5	770,4	894,0	883,5	563,5	3685,9
2011	582,2	698,6	894,5	755,7	497,8	3428,8
2012	647,3	756,5	796,3	781,0	544,4	3525,5
2013	670,6	696,5	748,4	723,7	434,5	3273,7
2014	645,6	658,1	772,7	813,7	491,8	3381,9
2015	540,6	746,3	780,8	741,5	622,1	3431,3
2016	520,6	682,2	779,7	820,8	475,2	3278,5
2017	492,7	625,9	785,4	821,5	552,5	3278,0
2018	640,1	702,7	810,3	737,0	566,3	3456,4
2019	588,5	772,3	708,7	705,4	481,2	3256,1
2020	470,5	732,6	833,3	707,1	560,0	3303,5
2021	590,4	710,1	867,8	840,9	451,6	3460,8
2022	439,1	710,6	743,8	856,7	486,3	3236,5

С2 – Исходные данные к актуализации природой теплообеспеченности
Волгоградской области, метеостанция г. Котельниково

Год	Сумма среднесуточных температур воздуха, °С					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
2003	584,0	554,3	703,8	700,6	489,1	3031,8
2004	480,8	574,0	658,0	724,9	551,0	2988,7
2005	575,5	614,6	717,6	748,9	576,9	3233,5
2006	505,7	666,9	700,8	828,5	554,9	3256,8
2007	580,9	702,0	785,5	849,7	565,1	3483,2
2008	474,8	607,8	740,3	780,1	491,0	3094,0
2009	471,3	698,9	800,2	643,4	544,8	3158,6
2010	548,5	728,7	847,6	852,9	577,0	3554,7
2011	550,2	673,9	841,1	740,6	513,8	3319,6
2012	624,2	727,6	788,6	774,1	574,9	3489,4
2013	657,0	706,5	761,2	738,6	435,8	3299,1
2014	615,7	643,0	774,3	813,3	527,2	3373,5
2015	522,1	704,8	769,7	756,7	642,7	3396,0
2016	512,3	679,2	772,3	824,7	497,0	3285,5
2017	484,7	627,4	772,1	822,4	586,0	3292,6
2018	602,3	706,4	796,3	763,8	587,9	3456,7
2019	574,8	764,5	710,9	721,1	514,7	3286,0
2020	467,0	706,2	812,4	730,0	604,1	3319,7
2021	563,0	678,9	850,1	807,5	478,7	3378,2
2022	456,3	712,4	734,5	844,8	514,3	3262,3

СЗ – Исходные данные к актуализации природой теплообеспеченности
Волгоградской области, метеостанция г. Палласовка

Год	Сумма среднесуточных температур воздуха, °С					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
2003	569,6	535,7	733,4	747,6	478,2	3064,5
2004	504,5	659,5	711,9	783,2	557,7	3216,8
2005	621,2	659,8	758,0	742,8	570,6	3352,4
2006	534,5	760,0	726,6	831,0	541,3	3393,4
2007	596,7	699,9	784,1	889,3	546,8	3516,8
2008	536,1	627,9	780,9	783,5	483,3	3211,7
2009	517,1	764,3	842,3	649,9	540,1	3313,7
2010	601,4	810,1	938,4	892,1	575,5	3817,5
2011	591,7	698,6	945,2	770,5	491,6	3497,6
2012	665,4	768,5	826,7	800,2	518,7	3579,5
2013	673,5	703,7	755,9	740,8	459,1	3333,0
2014	673,0	691,7	793,5	836,3	500,3	3494,8
2015	586,0	792,1	794,4	735,3	608,9	3516,7
2016	546,6	698,0	804,9	871,0	474,9	3395,4
2017	499,9	620,2	824,6	835,7	548,6	3329,0
2018	646,9	709,1	850,0	742,8	576,0	3524,8
2019	597,8	784,0	725,6	689,9	463,4	3260,7
2020	505,6	758,3	879,0	712,8	538,3	3394,0
2021	635,9	743,0	873,5	896,0	443,9	3592,3
2022	436,0	714,2	765,1	882,5	511,4	3309,2

С4 – Исходные данные к актуализации природой теплообеспеченности
Волгоградской области, метеостанция п.г.т. Иловля

Год	Сумма среднесуточных температур воздуха, °С					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
2003	538,7	494,2	672,3	659,6	410	2774,8
2004	452,6	573	625,5	711,8	478,9	2841,8
2005	567,3	573	658,8	679,4	503,1	2981,6
2006	476,5	649,7	633,3	765,6	498,4	3023,5
2007	571	631,2	684,1	810,5	483,3	3180,1
2008	469,1	548,5	700	711,5	432,1	2861,2
2009	455,3	688,9	764,6	587,1	498,1	2994
2010	563,7	751,4	869,3	843,9	532,6	3560,9
2011	543,1	627,2	836,4	702,9	452,2	3161,8
2012	610,9	717,3	766,2	730,1	471,1	3295,6
2013	642,8	653,8	681,9	690,3	402,3	3071,1
2014	619,3	592,4	716,5	743,3	454,8	3126,3
2015	509,6	689,5	706,5	665,3	585,2	3156,1
2016	490,4	627,3	735,3	786,3	420,7	3060
2017	449,6	557,8	702	757,4	496,4	2963,2
2018	591,3	642,2	762,7	665,9	528,1	3190,2
2019	560,8	703	653,9	636	426	2979,7
2020	447,8	693,2	786,6	645,6	504,1	3077,3
2021	565,6	665,1	783,5	785,9	385,5	3185,6
2022	394,4	644,8	695,9	816,9	433,3	2985,3

С5 – Исходные данные к актуализации природой теплообеспеченности
Волгоградской области, метеостанция г. Урюпинск

Год	Сумма среднесуточных температур воздуха, °С					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
2003	543,9	477,1	639,6	609,0	385,7	2655,3
2004	438,0	540,9	611,6	658,0	454,2	2702,7
2005	546,9	552,4	625,7	639,8	474,7	2839,5
2006	466,0	623,0	592,2	697,4	450,6	2829,2
2007	548,6	585,3	662,2	761,0	467,4	3024,5
2008	449,0	522,5	661,0	680,4	416,2	2729,1
2009	452,4	647,7	726,9	564,6	499,1	2890,7
2010	565,2	716,3	849,9	813,0	497,0	3441,4
2011	524,7	607,1	766,9	644,1	433,2	2976,0
2012	589,3	672,4	719,0	692,3	454,8	3127,8
2013	621,9	619,1	652,7	672,0	376,1	2941,8
2014	573,6	553,8	683,3	715,9	439,1	2965,7
2015	511,2	659,0	658,3	609,2	554,8	2992,5
2016	477,2	597,4	714,9	730,1	400,2	2919,8
2017	422,4	524,2	656,6	691,3	452,8	2747,3
2018	567,0	595,2	712,3	649,2	518,9	3042,6
2019	545,5	670,5	630,9	586,4	394,9	2828,2
2020	435,5	651,0	717,3	621,8	490,0	2915,6
2021	525,6	630,5	743,3	731,0	382,7	3013,1
2022	367,4	608,6	653,9	766,3	390,9	2787,1

С7 – Исходные данные к актуализации природой влагообеспеченности
Волгоградской области, метеостанция г. Котельниково

Год	Сумма осадков, мм					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
2003	19,0	39,0	74,0	43,0	44,0	219,0
2004	32,0	38,0	24,0	17,0	20,0	131,0
2005	47,0	10,0	34,0	24,0	7,0	122,0
2006	28,0	22,0	4,0	12,0	0,0	66,0
2007	9,2	31,1	23,0	89,0	37,0	189,3
2008	97,7	19,5	13,7	7,3	50,2	188,4
2009	47,0	31,9	37,6	9,9	15,8	142,2
2010	105,5	3,1	29,4	0,4	19,2	157,6
2011	0,0	23,4	43,3	17,3	34,5	118,5
2012	10,1	3,8	67,1	28,8	1,8	111,6
2013	18,1	16,8	20,9	6,4	70,0	132,2
2014	19,7	54,8	6,0	2,6	22,6	105,7
2015	33,0	29,5	27,5	24,1	35,7	149,8
2016	64,2	15,4	92,8	27,9	22,0	222,3
2017	20,7	51,2	18,3	31,4	36,9	158,5
2018	9,1	0,0	31,5	0,0	21,1	61,7
2019	47,1	2,9	79,2	1,8	56,3	187,3
2020	81,4	25,8	3,3	4,9	0,0	115,4
2021	27,2	18,5	59,0	70,4	35,6	210,7
2022	28,1	28,6	41,6	15,8	92,4	206,5
2023	31,0	77,4	15,7	47,5	8,8	180,4

С8 – Исходные данные к актуализации природой влагообеспеченности
Волгоградской области, метеостанция г. Палласовка

Год	Сумма осадков, мм					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
2003	19,0	80,0	54,0	18,0	35,0	206,0
2004	21,0	18,0	104,0	3,0	15,0	161,0
2005	14,0	40,0	14,0	3,0	5,0	76,0
2006	37,0	19,0	8,0	19,0	0,0	83,0
2007	0,0	17,1	20,0	0,0	35,0	72,1
2008	36,0	33,7	114,3	16,9	21,3	222,2
2009	104,3	13,7	5,7	58,6	15,0	197,3
2010	20,8	0,0	27,3	3,3	10,0	61,4
2011	0,0	29,9	8,5	12,2	71,9	122,5
2012	1,6	14,0	28,2	9,9	12,4	66,1
2013	25,4	44,8	25,4	17,4	121,5	234,5
2014	17,9	33,0	3,7	23,5	4,4	82,5
2015	30,1	54,0	13,2	32,6	8,6	138,5
2016	19,5	11,9	31,1	17,1	57,3	136,9
2017	30,9	45,4	5,6	0,0	36,7	118,6
2018	3,6	1,4	81,4	8,0	11,6	106,0
2019	4,7	1,7	101,8	7,0	5,3	120,5
2020	42,4	32,5	4,3	11,7	1,7	92,6
2021	43,9	52,5	8,5	0,0	49,0	153,9
2022	28,5	35,5	34,2	9,3	89,2	196,7
2023	23,0	15,8	50,3	15,6	23,3	128,0

С9 Исходные данные к актуализации природой влагообеспеченности
Волгоградской области, метеостанция г. Камышин

Год	Сумма осадков, мм					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
2003	19,0	73,0	71,0	14,0	34,0	211,0
2004	33,0	23,0	52,0	12,0	63,0	183,0
2005	38,0	63,0	24,0	4,0	45,0	174,0
2006	72,0	23,0	11,0	12,0	0,0	118,0
2007	26,0	46,1	26,0	3,0	46,0	147,1
2008	21,9	42,1	73,4	20,4	34,0	191,8
2009	65,8	13,7	32,5	43,1	6,9	162,0
2010	38,5	0,0	7,7	9,0	27,8	83,0
2011	0,0	28,0	16,2	8,5	53,7	106,4
2012	3,1	19,9	25,6	17,9	22,7	89,2
2013	20,1	21,5	32,9	8,4	97,6	180,5
2014	29,9	20,9	8,7	16,7	4,0	80,2
2015	46,5	4,8	30,8	10,7	11,1	103,9
2016	65,7	20,0	16,4	10,5	67,4	180,0
2017	76,4	61,0	33,3	1,5	19,3	191,5
2018	11,4	0,3	154,0	0,0	31,9	197,6
2019	34,7	1,9	103,1	9,6	11,6	160,9
2020	54,1	22,5	11,4	12,7	3,4	104,1
2021	68,6	74,9	30,7	7,6	43,1	224,9
2022	29,4	77,2	41,4	4,6	56,6	209,2
2023	64,6	28,4	79,8	8,2	29,5	210,5

С10– Исходные данные к актуализации природой влагообеспеченности
Волгоградской области, метеостанция г. Калач-на-Дону

Год	Сумма осадков, мм					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
2003	15,0	35,0	88,0	48,0	32,0	218
2004	35,0	18,0	50,0	38,0	14,0	155
2005	27,0	89,0	24,0	11,0	13,0	164
2006	50,0	28,0	8,0	54,0	0,0	140
2007	0,0	33,2	32,0	9,0	55,0	129,2
2008	43,3	42,1	23,0	17,0	32,7	158,1
2009	85,9	16,3	20,0	39,5	9,4	171,1
2010	107,6	2,2	28,8	3,4	24,6	166,6
2011	0,0	14,0	18,6	0,6	74,6	107,8
2012	0,8	45,6	33,9	22,8	4,1	107,2
2013	39,9	30,6	20,6	8,7	125,7	225,5
2014	19,6	35,2	12,8	17,5	20,8	105,9
2015	54,7	29,2	30,6	4,8	6,6	125,9
2016	101,4	74,7	70,2	18,2	38,4	302,9
2017	25,3	48,3	3,2	7,7	17,6	102,1
2018	2,9	4,9	95,7	2,0	20,9	126,4
2019	25,6	16,6	85,7	14,3	24,3	166,5
2020	108,7	38,4	4,8	19,7	1,2	172,8
2021	39,1	61,3	10,6	118,9	35,1	265
2022	34,9	6,6	11,6	15,4	85,6	154,1
2023	59,3	45,5	31,1	28,4	15,2	179,5

СП – Исходные данные к актуализации природой влагообеспеченности
Волгоградской области, метеостанция п.г.т. Йловля

Год	Сумма осадков, мм					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
2003	30,0	69,0	68,0	8,0	33,0	208,0
2004	43,0	29,0	52,0	18,0	27,0	169,0
2005	36,0	46,0	29,0	17,0	13,0	141,0
2006	45,0	33,0	20,0	19,0	0,0	117,0
2007	20,7	78,6	67,0	5,0	45,0	216,3
2008	32,6	21,1	24,7	12,4	17,4	108,2
2009	39,8	29,5	6,2	28,4	3,3	107,2
2010	80,3	2,5	41,1	3,2	43,5	170,6
2011	0,0	31,9	10,7	2,0	45,3	89,9
2012	2,4	35,1	27,8	17,5	15,2	98,0
2013	17,1	69,5	38,1	24,5	106,5	255,7
2014	15,1	37,8	73,1	24,2	2,6	152,8
2015	51,3	17,7	30,0	14,6	4,1	117,7
2016	140,5	43,7	73,0	49,8	53,8	360,8
2017	49,1	57,7	17,1	14,2	27,2	165,3
2018	19,5	1,3	37,3	8,7	32,1	98,9
2019	52,4	16,7	58,9	12,5	14,9	155,4
2020	74,5	11,5	15,0	34,1	0,0	135,1
2021	37,0	63,9	2,4	87,5	69,3	260,1
2022	22,4	3,7	74,6	4,1	83,3	188,1
2023	31,6	30,0	35,0	4,5	18,6	119,7

С12– Исходные данные к актуализации природой влагообеспеченности
Волгоградской области, метеостанция г. Урюпинск

Год	Сумма осадков, мм					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
2003	20,7	102,1	53,6	44,6	43,7	264,7
2004	37,7	80,5	126,6	30,2	90,6	365,6
2005	86,7	76,9	66,9	50,4	15,6	296,5
2006	33,4	23,2	27,6	58,8	36,5	179,5
2007	25,3	50,3	43,6	21,4	49,0	189,6
2008	28,1	131,8	37,6	11,7	37,0	246,2
2009	50,1	43,5	15,6	19,4	4,9	133,5
2010	44,5	13,6	6,2	2,3	1,9	68,5
2011	38,0	14,5	45,1	34,2	45,5	177,3
2012	12,8	26,9	46,6	85,6	17,8	189,7
2013	40,0	56,8	21,7	15,2	142,4	276,1
2014	16,9	77,4	4,9	57,2	10,2	166,6
2015	40,3	59,6	97,0	2,9	8,5	208,3
2016	62,7	37,5	44,4	48,4	73,0	266,0
2017	62,8	51,4	43,6	42,4	59,3	259,5
2018	21,7	4,4	44,0	6,0	38,8	114,9
2019	38,7	13,7	46,7	96,0	10,4	205,5
2020	38,8	47,0	20,5	32,3	11,8	150,4
2021	67,4	70,0	40,7	57,1	70,8	306,0
2022	35,9	63,4	49,5	11,0	64,4	224,2
2023	20,7	102,1	53,6	44,6	43,7	264,7