

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»**

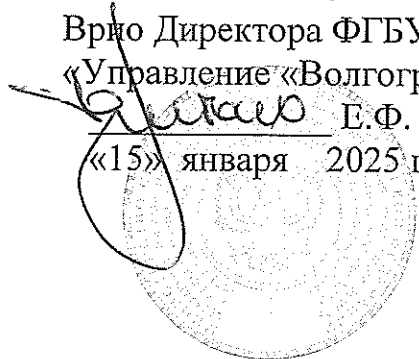
СОГЛАСОВАНО:

Врио Директора ФГБУ

«Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Е.Ф. Горитько

«15» января 2025 г.



УТВЕРЖДАЮ:

Директор ВНИИОЗ,

инд. корр. РАН, д. т. н.

А.Е. Новиков

«15» января 2025 г.



ОТЧЁТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

**Обоснование ожидаемых оросительных норм
для перспективного планирования водоподачи
сельскохозяйственным товаропроизводителям Волгоградской
области с учетом почвенно-климатического
зонирования региона**

(договор № 3 от 12 ноября 2024 г.с ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз»)

Волгоград 2025

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Ведущий научный сотрудник,
к. с.-х. н.



М. Н. Лытов

Ведущий научный сотрудник,
к. с.-х. н.



К. А. Родин

Аспирант



Н. В. Богомолова

РЕФЕРАТ

Отчёт 106 с., 1 кн., 7 рис., 3 табл., 26 источников.

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ, ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, НОРМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ, ОБЕСПЕЧЕННЫЕ ОРОСИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ, ПЛАНИРОВАНИЕ ВОДОПОДАЧИ, ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ

Предметом исследований являются биологически оптимальные уровни водопотребления, климатически обеспеченные оросительные нормы сельскохозяйственных культур по почвенно-климатическим зонам Волгоградской области.

Цель исследований - определение климатически обеспеченных (ожидаемых) оросительных норм для перспективного планирования водоподачи в интересах сельскохозяйственных товаропроизводителей Волгоградской области с учетом почвенно-климатического зонирования региона.

Основные результаты НИР: выполнен анализ почвенно-климатического зонирования Волгоградской области; определены биологически оптимальные уровни суммарного водопотребления орошаемых сельскохозяйственных культур по почвенно-климатическим зонам Волгоградской области; выполнен анализ методических подходов к обоснованию режимов орошения сельскохозяйственных культур с учетом гидрометеорологической обеспеченности климата региона; определены климатически обеспеченные оросительные нормы сельскохозяйственных культур в зонах развитого орошаемого земледелия Волгоградской области.

Область применения результатов НИР – для актуализации нормативных уровней перспективного планирования водоподачи в интересах орошаемого земледелия Волгоградской области.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Почвенно-климатическое зонирование территории Волгоградской области в связи нормированием орошения для перспективного планирования норм водоподачи и режимов работы оросительных систем	7
2. Биологически оптимальные уровни водопотребления орошаемых сельскохозяйственных культур по почвенно-климатическим зонам Волгоградской области	20
3. Обеспеченные оросительные нормы сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-климатического зонирования территории Волгоградской области	27
3.1 Методическое обоснование режимов орошения сельскохозяйственных культур с учетом гидрометеорологической обеспеченности климата региона	27
3.2 Климатически обеспеченные оросительные нормы сельскохозяйственных культур в зонах развитого орошаемого земледелия Волгоградской области	34
Заключение	47
Рекомендации	47
Список использованной литературы	51
Приложения	54

ВВЕДЕНИЕ

Принципы и механизмы рационального природопользования, основанные на биосферном подходе, являются приоритетными инструментами в решения глобальных вызовов человечества. Обеспечение продовольственной безопасности человека и выработка значимой части воспроизводимых ресурсов при сохранении биосферных механизмов и многообразия жизни на Земле, составляют сущность одного из таких глобальных вызовов. Решение его тесно связано с выработкой эффективных инструментов сельскохозяйственного производства, обеспечивающих высокую продуктивность и приемлемую нагрузку на экосистему.

Оросительные мелиорации являются мощным фактором, обеспечивающим повышение продуктивности значительной части сельскохозяйственных земель мира и России, в частности. Мелиорации стали неотъемлемой частью системы обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого производства продуктов питания. В тоже время, необходимо обозначит, как минимум, две существенные проблемы, которые могут стать причиной негативной динамики. Это, во-первых, значительные объемы использования пресной воды, и во-вторых, существенная антропогенная нагрузка на орошаемые агроландшафты. Повышение точности планирования и практического осуществления режимов орошения является той задачей, решение которой позволит решить эти проблемы. Обеспечить повышение точности перспективного планирования водоподачи в интересах орошаемого земледелия можно за счет совершенствования методов его нормирования и, в частности, нормирования водопотребности.

Восстановление мелиоративного фонда и орошаемых площадей является одной из приоритетных задач развития Волгоградской области. Сегодня фактически политая площадь сельскохозяйственных угодий на мелиорированных землях регулярного орошения, обслуживаемых государственными системами федерального и регионального значения,

составляет чуть более 40 тыс. га. Однако, потребность в мелиорированных землях и потенциал роста отрасли как минимум на порядок больше. В связи с этим, очень важно максимально обоснованно и рачительно использовать водные ресурсы, применять научно-обоснованные технологии и системы орошаемого земледелия. Важная роль здесь отводится регуляторной функции «Управление «Волгоградмелиоводхоз», обеспечивающего бережную эксплуатацию инженерных систем и своевременную подачу оросительной воды водопользователям. Необходимо точное распределение оросительной воды, которое бы обеспечивало потребности хозяйствующих субъектов для ведения высокопродуктивного агрохозяйства, но и учитывало бы и экологические ограничения мелиорированных агроландшафтов.

Целью исследований являлось определение климатически обеспеченных (ожидаемых) оросительных норм для перспективного планирования водоподачи в интересах сельскохозяйственных товаропроизводителей Волгоградской области с учетом почвенно-климатического зонирования региона.

Область применения результатов НИР – для актуализации нормативных уровней перспективного планирования водоподачи в интересах орошаемого земледелия Волгоградской области.

1. Почвенно-климатическое зонирование территории Волгоградской области в связи с нормированием орошения для перспективного планирования норм водоподачи и режимов работы оросительных систем

Географическое положение Волгоградской области определяет выраженный дефицит естественной влагообеспеченности на всей территории региона. Волгоградская область расположена в зоне сухих степей и, частично, - полупустыни. Отличается разнообразием почвенно-климатических условий, включая подзоны черноземов, темно-каштановых, каштановых и светло-каштановых почв. Протяженность региона с запада на восток составляет 430 км, с юга на север около 400 км.

Область хорошо обеспечена солнечной радиацией и теплом. Среднегодовая продолжительность солнечного сияния находится в пределах от 2080 ч на северо-западе (Урюпинск) до 2350 ч на юго-востоке (Эльтон).

Испаряемость за период со среднесуточной температурой воздуха выше 5°C изменяется от 750 до 1200 мм (рисунок 1). Среднегодовые 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 2). Формирование водного режима территории в условиях дефицитного влагообеспечения является значимым фактором почвообразования. Характерно, что границы почвенных зон Волгоградской области тесно коррелируют с границами деления территории по поступлению атмосферных осадков (рисунок 2, 3).

Естественными барьерами, отбирающими влагу у западных воздушных масс, являются Калачская и Приволжская возвышенности, Донская и Доно-Медведицкая гряды. Как следствие, - территории Заволжья и Сарпинской низменности достигают сильно обезвоженные ветры, существенно снижается поступление осадков. Одна из изолиний поступления атмосферных осадков практически совмещается с руслом Волгоградского водохранилища.

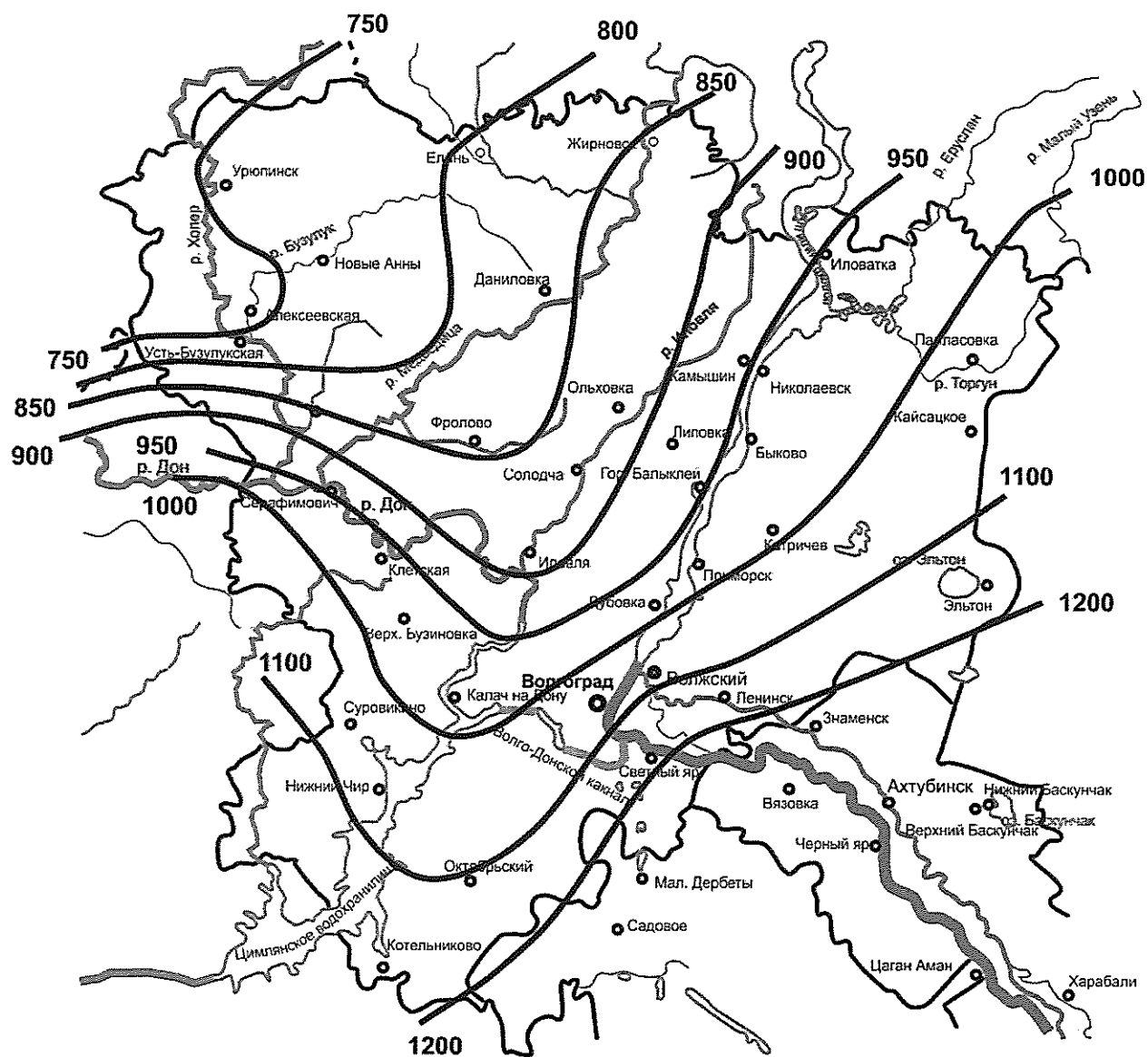


Рисунок 1 – Изолинии испаряемости в административных границах Волгоградской области за период с $\Sigma t > 5^{\circ}\text{C}$ [1]

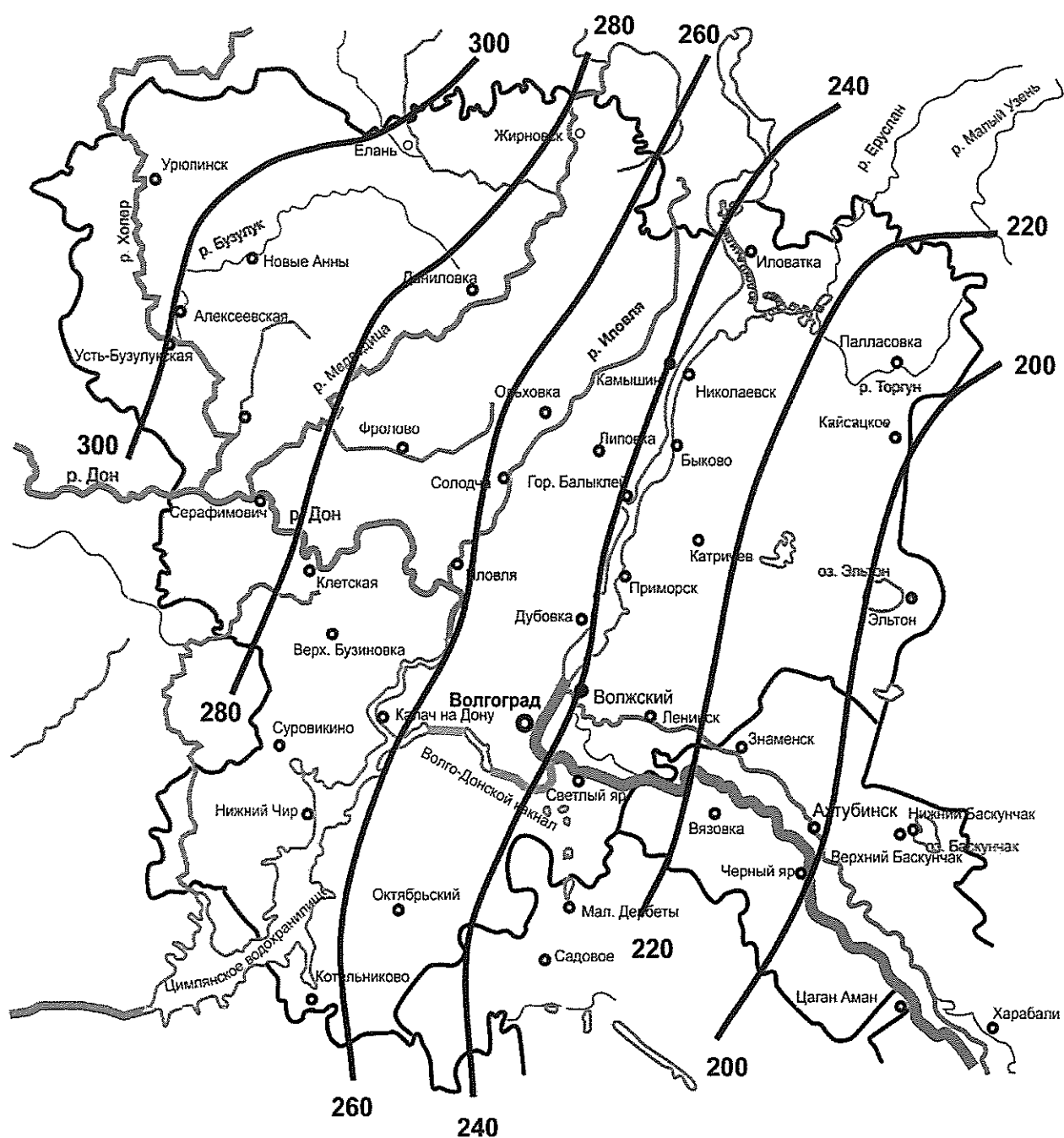
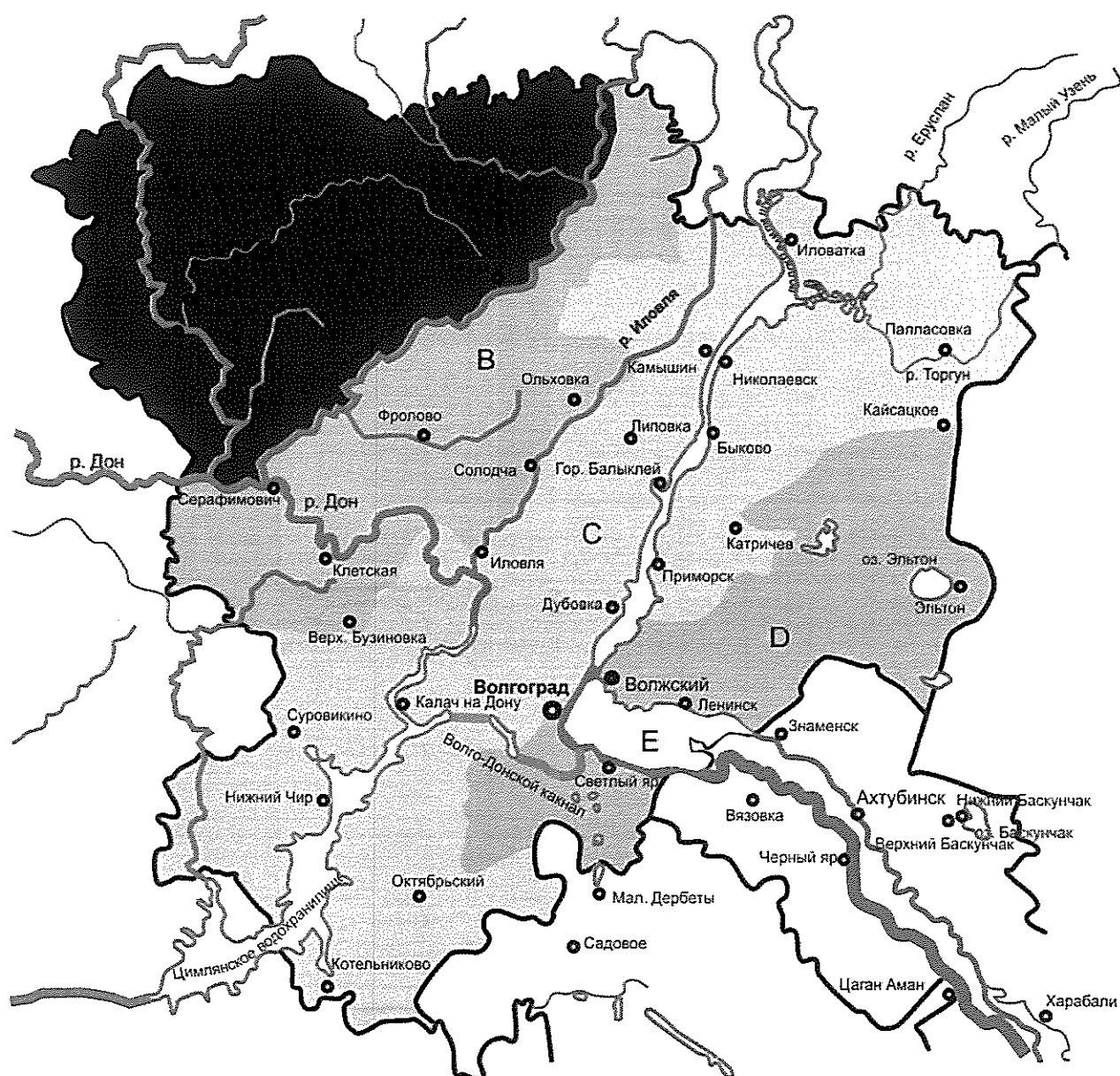


Рисунок 2 – Поступление атмосферных осадков за период с $\Sigma t > 5^{\circ}\text{C}$ [1]



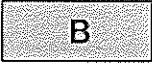
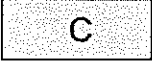
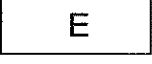
- | | |
|---|---|
|  | – Степная зона черноземных почв |
|  | – Сухостепная зона темно-каштановых почв |
|  | – Сухостепная зона каштановых почв |
|  | – Полупустынная зона светло-каштановых почв |
|  | – Волго-Ахтубинская пойма |

Рисунок 3 – Агроклиматические районы Волгоградской области [2]

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.

Степная зона черноземных почв территориально получила распространение в административных границах (полностью или частично) Киквидзенского, Нехаевского, Новоаннинского, Новониколаевского, Урюпинского, Алексеевского, Даниловского, Еланского, Михайловского, Кумылженского и Руднянского районов (рисунок 3). Степная зона черноземных почв занимает более 28 % сельскохозяйственных угодий области, 31 % пахотных земель. Освоенность земель под пашню наиболее высокая – 76 %.

Запасы почвенной влаги на дату устойчивого перехода температуры воздуха через 10°C в этой зоне составляют до 150 мм продуктивной влаги. Только в самой восточной части степной черноземной зоны запасы влаги в метровом слое почвы весной снижаются до 125 мм (Даниловка, Жирновск). Гидротермический коэффициент рассматриваемой территории на большей части лежит между 0,7 и 0,8, на границе с Воронежской областью достигает 0,9 (рисунок 4). Коэффициент увлажнения, вычисленный по зависимости, предложенной Д.И. Шашко [3], в большей части степной зоны черноземных почв превышает 0,20, что относит ее к области недостаточного увлажнения с засушливым климатом (рисунок 5). По классификации Н.В. Данильченко [1] вся зона распространения черноземных почв в Волгоградской области относится к степной. Коэффициент природного увлажнения, вычисленный по предложенной им формуле, для большей части рассматриваемой территории находится между 0,35 и 0,40 (рисунок 6). Исключение составляют Даниловский, часть Жирновского, Новоаннинского и Алексеевского районов, где коэффициент природного увлажнения территории меньше 0,35.

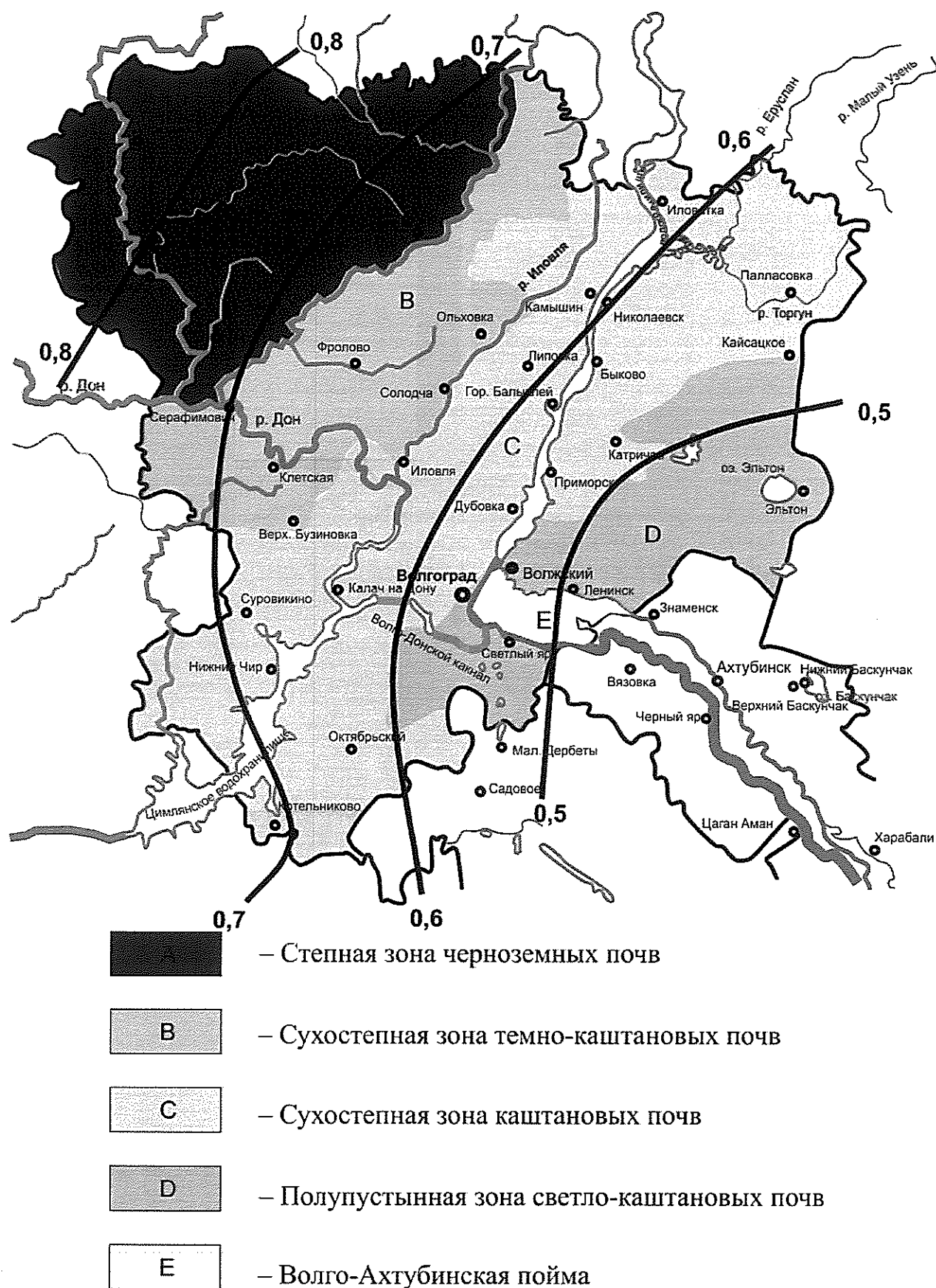


Рисунок 4 – Изолинии гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова в разрезе почвенно-климатического зонирования Волгоградской области [4, 2]

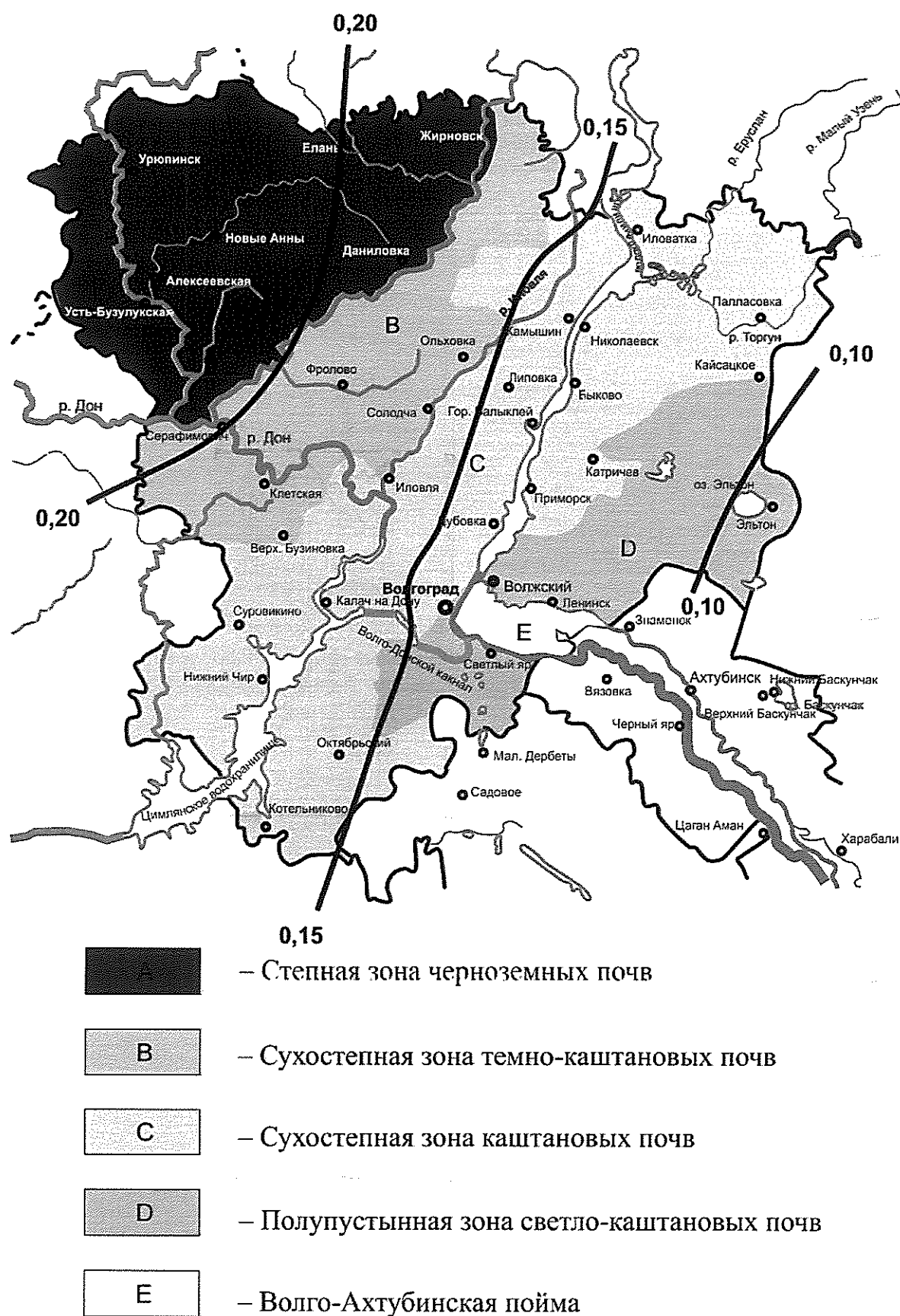


Рисунок 5 – Изолинии коэффициента увлажнения Д.И. Шашко в разрезе почвенно-климатического зонирования Волгоградской области [5, 2]

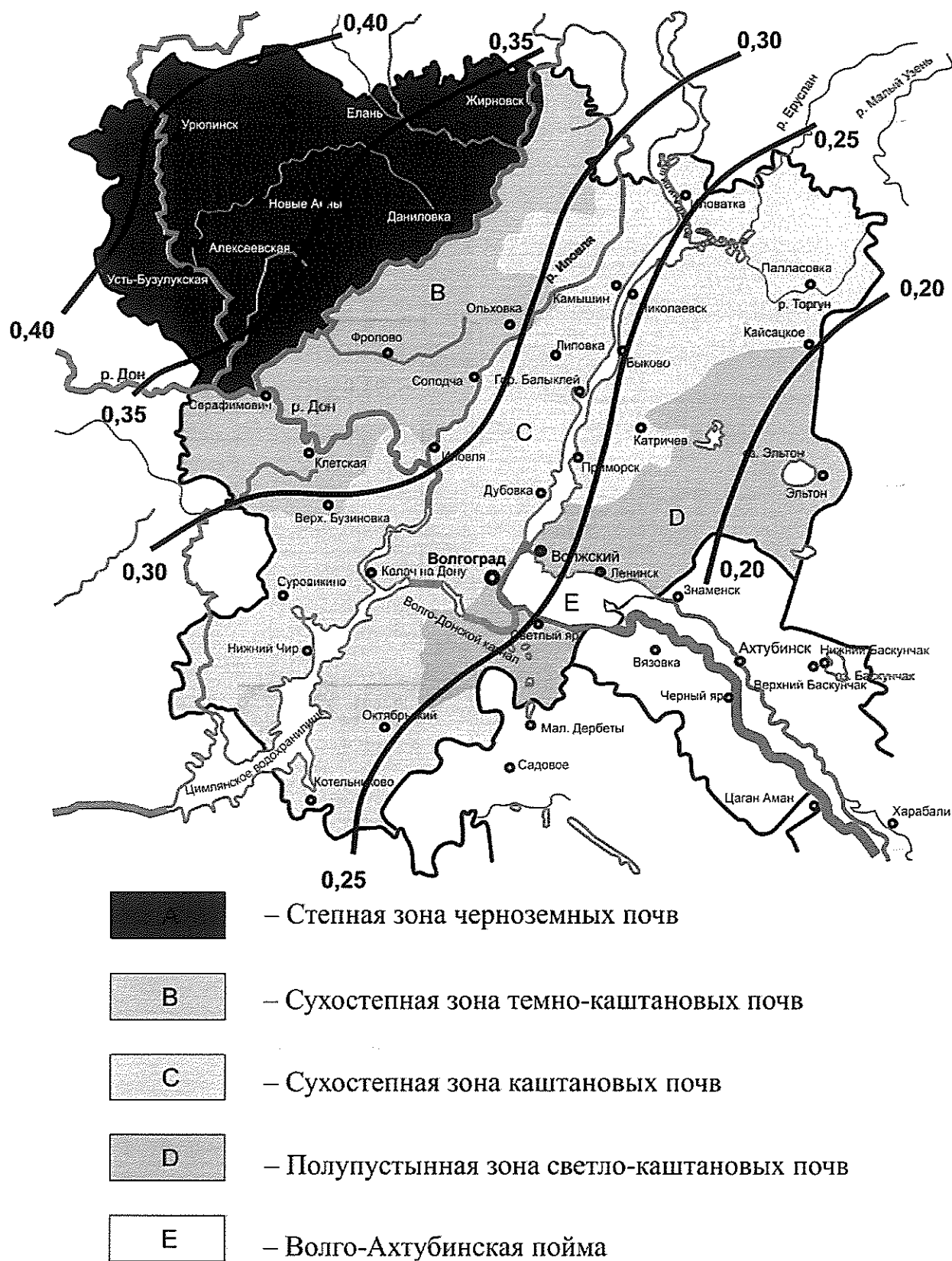


Рисунок 6 – Изолинии коэффициента природного увлажнения
Н.В. Данильченко в разрезе почвенно-климатического зонирования
Волгоградской области [1, 2]

Сухостепная зона темно-каштановых почв получила распространение в административных границах (полностью или частично) Жирновского, Клетского, Котовского, Ольховского, Серафимовичского и Фроловского районов Волгоградской области. В ней располагается 18% сельскохозяйственных угодий области. В почвенном покрове преобладают темно-каштановые почвы, которые являются переходными от черноземов к каштановым. По обеспеченности почвенных влагозапасов на дату перехода температуры воздуха через 5°C , рассматриваемая территория делится пополам, в юго-западной половине которой запасы влаги изменяются от 125 до 150 мм, а в северо-восточной, составляют менее 125 мм. Гидротермический коэффициент в большей части сухостепной зоны темно-каштановых почв находится между 0,6 и 0,7 (рисунок 4).

Согласно классификации Д.И. Шашко почти вся рассматриваемая территория находится в области недостаточного увлажнения, очень засушливой зоне (рисунок 5). Коэффициент увлажнения, рассчитанный по предложенной им зависимости, находится между 0,15 и 0,20.

По классификации Н.В. Данильченко, зона распространения темно-каштановых почв, в пределах Волгоградской области относится к степной природной зоне. Коэффициент природного увлажнения на всей рассматриваемой территории меньше 0,35, но больше 0,30 (рисунок 6).

Сухостепная зона каштановых почв получила распространение в административных границах (полностью или частично) Городищенского, Дубовского, Иловлинского, Камышинского, Калачевского, Котельниковского, Октябрьского, Суровикинского и Чернышковского районов Волгоградской области.

Среднемноголетние запасы почвенной влаги по территории зоны существенно различаются. На юго-западе рассматриваемой территории, в границах Суровикинского района, средние многолетние запасы влаги в метровом слое почвы на дату перехода температуры воздуха через 5°C составляют 125 мм и более. Почти для всей остальной правобережной подзоны рассмат-

риваемой территории запасы влаги в метровом слое почвы на указанную дату изменяются от 75 до 125 мм.

По классификации Г.Т. Селянинова эти районы лежат в зоне сухого земледелия, а по классификации С.А. Сапожниковой – в подзоне засушливой природной зоны, ГТК составляет 0,6-0,7. На части правобережной подзоны значение гидротермического коэффициента составляет 0,6 и более, а в Суровикинском районе – превышает 0,7 (рисунок 4).

По классификации Д.И. Шашко половина сухостепной зоны каштановых почв относится к области недостаточного, а другая половина – к области незначительного увлажнения (рисунок 5).

По классификации Н.В. Данильченко рассматриваемая территория полностью лежит в сухостепной зоне, с коэффициентом природного увлажнения от 0,25 до 0,30 (рисунок 6).

Сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв состоит из земель степной части хозяйств Среднеахтубинского района, Ленинского района (без Волго-Ахтубинской поймы), Палласовского, Быковского, Николаевского районов. Это наименее обеспеченная влагой часть Волгоградской области. Запасы почвенной влаги на дату перехода температуры воздуха через 10 °С на всей территории рассматриваемой зоны составляет менее 75 мм. Гидротермический коэффициент составляет 0,5 и менее (рисунок 4). По классификации Г.Т. Селянинова – это сухая зона или зона ирригации. По классификации Д.И. Шашко рассматриваемая территория делится на полупустынную и пустынную (в районе оз. Эльтон) подзоны и полностью относится к области незначительного увлажнения (рисунок 5). Коэффициент природного увлажнения территории изменяется в пределах от 0,20 до 0,25, а в районе оз. Эльтон составляет менее 0,20 (рисунок 6). По классификации Н.В. Данильченко эта часть территории относится к полупустынной природной зоне.

Исходными данными для расчета обеспеченных оросительных норм сельскохозяйственных культур в различных почвенно-климатических зонах

Волгоградской области является комплексная гидрометеорологическая информация, поставляемая станциями государственной метеослужбы. На рисунке 7 приведена карта Волгоградской области, где флажками отмечены места расположения метеостанций, данные которых использовали для оценки климатических показателей. Однако только пять из указанных метеостанций могут предоставить необходимые ряды актуальных метеорологических данных (отмечено красными флажками). Это станции, расположенные в городах Волгоград, Палласовка, Котельниково, Урюпинск и п.г.т. Иловля.



Рисунок 7 – Карта Волгоградской области с отметками охвата метеонаблюдений

С учетом ограничения числа репрезентативных точек сбора комплексной гидрометеорологической информации и размещения основных зон развитого орошаемого земледелия в Волгоградской области, а также исходя из результатов почвенно-климатического районирования, было принято следующее зонирование рассматриваемой территории:

- правобережная сухостепная зона каштановых почв (Волгоградская агломерация). Территория с коэффициентом природного увлажнения (по Н.В. Данильченко) более 0,25, включая мелиорированные земли правобережья Волгоградского водохранилища и реки Волга в нижнем, относительно г. Волгограда, течении. На территории этой зоны расположены Городищенская, Варваровская, Калачевская, Оленьевская и Райгородская оросительные системы;

- заволжская сухостепная полупустынная зоны светло-каштановых почв (Заволжская агломерация). Расположена на левом берегу Волгоградского водохранилища и включает Николаевский, Быковский, Палласовский, часть Ленинского и Среднеахтубинского районов. Коэффициент природного увлажнения территории за период с температурой воздуха выше 5 °С менее 0,25. На территории этой зоны расположены Палласовская, Кисловская, Тажинская и Ленинская оросительно-обводнительные системы, Заволжская, Большая Волгоградская и Среднеахтубинская оросительная система;

- сухостепная зона каштановых почв (Котельниковская агломерация). Включает мелиорированные земли левого берега Цимлянского водохранилища. Коэффициент природного увлажнения территории за период с температурой воздуха выше 5 °С более 0,25. Здесь размещены Генераловская, Котельниковская и Ильмень-Суворовская оросительные системы;

- сухостепная зона темно-каштановых почв (Иловлинская агломерация). Мелиорированные земли представлены орошаемыми участками Иловлинского района, построенными с использованием преимущественно, местного стока. Коэффициент природного увлажнения территории за период с температурой воздуха выше 5 °С здесь более 0,30;

- сухостепная зона черноземных почв (Урюпинская агломерация). Коэффициент природного увлажнения территории за период с температурой воздуха выше 5 °С здесь более 0,35. Мелиорированные земли представлены локальными участками орошения.

2. Биологически оптимальные уровни водопотребления орошаемых сельскохозяйственных культур по почвенно-климатическим зонам Волгоградской области

Водопотребление сельскохозяйственных культур является чрезвычайно пластичным показателем, зависящим от целого комплекса внешних факторов и биологических особенностей растений. Суммарное водопотребление объединяет два условно самостоятельных процесса – транспирации растений и испарения с поверхности почвы. Количественно разделить эти два процесса очень сложно, а в практических целях не имеет особого смысла, ведь суммарное водопотребление, и в части транспирации, и в части испарения с поверхности почвы, это расходная часть водного баланса почвы, определяющая доступность почвенной влаги растениям.

Биологически обусловленная часть регуляции суммарного водопотребления, а точнее – транспирации, как составляющей его части, включает встроенные биологические механизмы, позволяющие адаптироваться растениям к разным уровням водообеспеченности. Биологически оптимальное суммарное водопотребление, это такой вектор потребления влаги, который с физиологической точки зрения наиболее комфортен растениям, способствует накоплению биомассы и формированию наибольшего урожая. Формирование наибольшей хозяйственно ценной части урожая сельскохозяйственных культур может не совпадать с максимумом накопления биомассы и тогда в качестве критерия оптимальности принимают урожайность. Биологически оптимальное водопотребление не является фиксированным (постоянным) значением, но всегда соответствует физиологически оптимальному состоянию растений.

Факторы внешней среды, обуславливающие транспирацию и испарение влаги с поверхности почвы, отличаются многообразием. Самые сильные корреляции с суммарным водопотреблением сельскохозяйственных культур показывают температура и дефицит влажности воздуха, являющиеся энергетическим фактором испарения, ветер, как фактор обмена парообразной влагой в

среде растений с выше расположенными слоями атмосферы, доступность почвенной влаги, как фактора энергозатратности процесса испарения. Чем больше энергозатратность процесса испарения и выше энергообеспеченность атмосферы, тем больше напряжение сил, вызывающих ток влаги внутри растения и обуславливающих его физиологическое состояние. И лишь до определенного предела эти энергии в сумме будут полезны для растений, после преодоления которого начинается зона адаптации, а затем и физиологически критические состояния сельскохозяйственных культур.

В условиях орошения доступность почвенной влаги, обуславливающей энергозатратность процесса испарения, регулируется. Цель орошения, - это поддержание оптимального уровня водообеспечения, благоприятных условий по доступности почвенной влаги. Принимая необходимость достижения целевых показателей оптимального водообеспечения, можно допустить, что эти условия выполняются. Тогда, оптимальное суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур будет определяться только метеоусловиями, а в многолетнем разрезе, - климатическими особенностями региона. Это дает возможность определить биологическим оптимальное суммарное водопотребление орошаемых сельскохозяйственных культур для разных уровней обеспеченности метеорологическими ресурсами.

Для расчета суммарного водопотребления сельскохозяйственных растений (ET_{crop}) разработан целый ряд математических моделей. Часть из них опираются на метеорологические или климатические показатели, такие как сумма дефицитов влажности воздуха, сумма активных температур воздуха, коэффициент увлажнения территории, другие – на значения потенциальной эвапотранспирации (испаряемости).

Практическое признание в России получила следующая модель расчета суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур [6]:

$$ET_{crop} = k_b k_0 ET_0, \quad (1)$$

где k_b – биологический коэффициент, k_0 – микроклиматический коэффици-

ент, ET_0 – потенциальная эвапотранспирация (испаряемость), мм/сут.

Для расчета потенциальной эвапотранспирации предлагается использовать модифицированную формула Н.Н. Иванова [7]:

$$ET_0 = k_t d_{\varphi} f(v), \quad (2)$$

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

$$f(v) = 0,64(1 + 0,19U_2), \quad (3)$$

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

Энергетический фактор k_t определяется по зависимости:

$$k_t = 0,0061(25 + t)^2 / l_a, \quad (4)$$

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

Использованные в расчётах коэффициенты k_0 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения микроклиматического коэффициента в зависимости от орошаемой площади и увлажнения территории [1]

Площадь орошения, га	Коэффициент увлажнения территории						
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
100	0,88	0,91	0,94	0,96	0,97	0,99	1,0
1000	0,82	0,85	0,88	0,91	0,93	0,94	0,96
10000	0,77	0,82	0,86	0,89	0,91	0,93	0,95
50000	0,73	0,78	0,83	0,86	0,89	0,92	0,94

Биологический коэффициент k_b определяется с учетом очень важного в этом случае условия зональности экспериментальным путем для каждой сельскохозяйственной культуры. Для ряда полевых культур, возделываемых в Волгоградской области, значения этих коэффициентов приведены в приложении А.

Однако, для культур, биологические коэффициенты испарения влаги которых в данной зоне не определены, переход от потенциальной эвапотранспирации (или испаряемости) ET_0 к суммарному водопотреблению ET_{crop} осуществить не представляется возможным.

Потенциальную эвапотранспирацию можно определить, решая уравнение теплового баланса корнеобитаемого (активного) слоя [8]:

$$ET_0 = (R - C_n \Delta\theta + B - \vartheta - Q - \Phi)/L, \quad (5)$$

где R – радиационный баланс деятельной поверхности; C_n — теплоемкость почвы; $C_n \Delta\theta$ – изменение количества тепла в почве при ее нагревании за балансовый период на $\Delta\theta^0$; B – приток тепла в почву из глубинных горизонтов, его направление может меняться в разные сезоны года; ϑ — конвективный обмен теплом с приземным слоем атмосферы за счет нагревания воздуха у самой поверхности почвы и его передвижения вверх, направление этого потока тоже может меняться; Q – затраты энергии на почвообразование и иные процессы: выветривание (измельчение, растворение) твердой фазы, на эндотермические процессы, перенос веществ по профилю, накопление энергии в гумусе и т. п., затраты на почвообразование малы и не превышают 1 % радиационного баланса; Φ — затраты энергии на фотосинтез, составляющие около 2-5 % радиационного баланса; L – теплота парообразования.

К водно-тепlobалансовым методам определения потенциальной эвапотранспирации относятся также известные модели Л.Тюрка и Пенмана-Монтейна [9, 10]. По формуле Л. Тюрка определяют испаряемость за месяц, мм/мес.:

$$ET_0 = 23,4(R_s + 0,85)\left(\frac{t}{t+15}\right), \quad (6)$$

где R_s – солнечная радиация, поступающая на горизонтальную поверхность в среднем за сутки расчетного месяца, Дж/см²; t – средняя суточная температура воздуха в расчетном месяце, °С.

Модель Пенмана-Монтейта является модифицированной формулой Х.Л. Пенмана и служит для определения эталонной эвапотранспирации – суммарного водопотребления идеализированной эталонной культуры. Определением эталонной культуры как гипотетической культуры высотой 0,12 м, сопротивлением поверхности 70 с/м и альбедо, равным 0,23, сходной с испарением обширной площадью зеленой травы одной высоты, активно растущей

и соответственно увлажненной, была заложена основа для разработки метода Пенмана-Монтейта [10]:

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{t + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)}, \quad (7)$$

где ET_0 – эталонная эвапотранспирация, мм/сут., R_n – чистая радиация на поверхности растений, МДж/м² в сут., G – плотность теплового потока почвы, МДж/м² в сут., t – среднесуточная температура воздуха на высоте 2 м, U_2 – скорость ветра на высоте 2 м, м/с, e_s – давление пара насыщения, кПа, e_a – фактическое давление пара, кПа, $e_s - e_a$ – дефицит давления пара насыщения, кПа, Δ – уклон кривой давления пара, кПа/°С, γ – психрометрическая постоянная, кПа/°С.

Эталонная эвапотранспирация, ET_0 , рассчитанная по приведенной формуле, принята ФАО ООН в качестве стандарта, с которым можно:

- сравнивать эвапотранспирацию в разные периоды года;
- можно соотнести эвапотранспирацию для других культур.

Уравнение использует стандартные климатические замеры солнечной радиации (солнечное сияние), температуры и влажности воздуха, скорости ветра. Для повышения совместимости данных, замеры должны проводиться на высоте 2 м (или преобразованы для этой высоты) над обширным орошаемым участком с вегетирующими растениями, затеняющими поверхность почвы. Уравнение Пенмана-Монтейта является простым представлением физических и физиологических факторов, управляющих процессами эвапотранспирации. Используя значения ET_0 по Пенману-Монтейту, можно рассчитывать биологические коэффициенты культуры на изучаемых площадках, определив соотношение измеренной эвапотранспирации культуры (ET_{crop}) с расчетной ET_0 : $K_b = ET_{crop}/ET_0$. В методе определения коэффициента культуры должны быть учтены различия архитектоники посева и аэродинамического сопротивления растений относительно гипотетической эталонной культуры. Коэффициент K_b в этом случае служит в качестве объединителя физиче-

ских и физиологических различий между культурами и эталонного определения.

В настоящее время модель Пенмана-Монтейна рекомендуется ФАО ООН как единственный стандартный метод расчета эталонной (потенциальной) эвапотранспирации. Учеными ФАО ООН разработана и свободно распространяется программа для определения потенциальной эвапотранспирации (ET_oCalc), алгоритмы расчета которой построены на модели Пенмана-Монтейна. Однако, отсутствие экспериментально определенных значение коэффициента K_b, является той проблемой, которая ограничивает применение метода в разных почвенно-климатических зонах мира.

В засушливых регионах России большое практическое применение получили аналоговые модели расчета суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур, опирающиеся, как правило, на легко прогнозируемые, метеорологические показатели. Методы определения суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур А.И. и С.М. Алпатьевых являются классическими примерами таких моделей [19]:

$$ET_{crop} = k_{bd} \sum d_{\varphi}, \quad (8)$$

где d_{φ} - суточный дефицит влажности воздуха, k_{bd} - биоклиматический коэффициент, устанавливаемый как отношение фактического суммарного испарения к сумме дефицитов влажности воздуха за расчетный период. Значения этого коэффициента определены для многих орошаемых сельскохозяйственных культур Волгоградской области (приложение А).

В условиях Северного Кавказа Г. К. Льгов [11], основываясь на многолетних наблюдениях за суммарным испарением, получил эмпирическую формулу:

$$ET_{crop} = 1,88 \cdot t, \quad (9)$$

где t сумма среднемесячных температур воздуха за расчетный период, °С.

Недостатком этой формулы является игнорирование биологических особенностей орошаемых культур. Для решения этой проблемы была пред-

ложена зависимость:

$$ET_{crop} = k_{bt} \sum t_{сут.}, \quad (10)$$

где k_{bd} - биоклиматический коэффициент, устанавливаемый как отношение фактического суммарного водопотребления к сумме среднесуточных температур воздуха за расчетный период, мм/ $^{\circ}\text{C}$, $t_{сут.}$ - средняя суточная температура воздуха за расчетный период, $^{\circ}\text{C}$.

В южных регионах России такая форма представления зависимости Г. К. Льгова нашла широкое распространение. Для орошаемых сельскохозяйственных культур Волгоградской области значения температурных коэффициентов испарения приведены в приложении А.

Таким образом, для определения климатически обеспеченных уровней биологически оптимального суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур, могут быть использованы различные математические модели. Полученные решения имеют достаточно высокую точность при всестороннем учете зонального фактора. Особенно важна зональность при использовании простых, однопараметрических моделей, опирающихся на сумму дефицитов влажности воздуха или сумму среднесуточных температур воздуха. Экспериментально определенные зональные биологические (или биоклиматические) коэффициенты испарения влаги позволяют учесть и биологические особенности сельскохозяйственных культур, и зональность почвенно-климатических условий. Формирование исходных данных по экспериментально определенным значениям зональных биоклиматических коэффициентов является необходимым условием моделирования суммарного водопотребления орошаемых сельскохозяйственных культур.

В таблице В1 приложения В приведены расчетные, климатически обеспеченные уровни оптимального суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур, возделываемых на мелиорированных (орошаемых) землях различных почвенно-климатических зон Волгоградской области.

3. Обеспеченные оросительные нормы сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-климатического зонирования территории Волгоградской области

3.1 Методическое обоснование режимов орошения сельскохозяйственных культур с учетом гидрометеорологической обеспеченности климата региона

Режим орошения сельскохозяйственных культур определяется совокупностью числа, сроков и норм полива, обеспечивающей оптимальный для данной культуры водный режим корнеобитаемого слоя почвы при определенных природных и агротехнических условиях. Одним из основных, обобщающих показателей режима орошения сельскохозяйственных культур является оросительная норма. Оросительная норма определяется суммой поливов, проведенных за вегетационный период для компенсации дефицита естественной влагообеспеченности и обеспечения запасами влаги биологически оптимального суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур:

$$M_{nt} = \sum m_{nt}, \quad (11)$$

где M_{nt} – оросительная норма нетто, м³/га; m_{nt} – расчетная поливная норма (нетто) сельскохозяйственной культуры, м³/га.

Размер поливной нормы зависит от водно-физических свойств почвы, рельефа, культуры, способа и технологии полива. Расчетную поливную норму нетто (m_{nt}) определяют по следующей общей зависимости:

$$m_{nt} = 10\gamma h(\beta_{\text{НВ}} - \beta_{\text{cr}}), \quad (12)$$

где γ – плотность сложения расчетного слоя почвы, т/м³; h – расчетная глубина промачивания, м; $\beta_{\text{НВ}}$ – влажность почвы при НВ, % массы почвы; β_{cr} – предполивная (минимально допустимая) влажность почвы, % массы почвы.

Влажность почвы в состоянии наименьшей влагоемкости зависит от гранулометрического состава и составляет 4-12 % для почв песчаного и супесчаного гранулометрического состава, 12-16 % – для легкосуглинистых почв, 18-25 % – среднесуглинистых, 24-30 % – для тяжелосуглинистых почв.

При отсутствии сведений о наименьшей влагоемкости орошаемого участка поливную норму приближенно можно определить на основании данных по гранулометрическому составу почвы [8]:

$$m_{nt} = (100 - \beta_{min})(0,27X_{<0,05} + 13)h, \quad (13)$$

где β_{min} – нижний предел оптимального увлажнения, % от НВ; $X_{<0,05}$ – количество почвенных фракций менее 0,05 мм, %; h – расчетная глубина промачивания, м.

Допустимый порог иссушения почвы находится в тесной взаимосвязи с её водными и физическими свойствами, определяющими состояние и доступность почвенной влаги. Выделяют следующие водные состояния почвы [12, 13]:

состояние влажности, когда вода недоступна и труднодоступна растениям. Верхняя ее граница лежит у влажности устойчивого завядания. При такой влажности почвы в растениях происходят необратимые изменения, приводящие к их гибели. Сохранить жизнеспособность при такой влажности почвы могут лишь хорошо укрытые точки роста отдельных растений;

– состояние влажности, когда вода доступна растениям, но требуется значительные затраты энергии для ее добычи и транспортировки. Верхняя граница – влажность торможения роста. Это вода с пониженной продуктивностью. Такая влажность при благоприятных условиях и невысокой транспирации может обеспечить нормальное созревание репродуктивных органов;

– состояние влажности, когда влага легко доступна растениям и обеспечивается благоприятный водно-воздушный режим для культуры. Этот диапазон влажности можно разделить еще на два интервала: нижний интервал, как правило, благоприятствует росту репродуктивных органов, верхний – росту вегетативной части растения. Но, в общем, влага из почвы в этом диапазоне влажности используется для роста наиболее продуктивно. Верхняя граница определяется такой влажностью почвы, когда в последней остается

не менее 15 % воздуха от общего, занимаемого объема, что примерно соответствует наименьшей влагоемкости;

– состояние влажности почвы, когда влага также легко доступна растениям, но доля воздуха в ней 15 % и менее. Вследствие затруднительного газообмена снабжение воздухом корней растений значительно затруднено. В таких условиях нормально развиваться могут лишь растения с воздухопроводящей тканью (аэренхимой). Этот диапазон влажности находится выше наименьшей влагоемкости и сверху ограничивается полной влагоемкостью.

Принято считать допустимым уровнем иссушения почвы (β_{cr}) сумму влажности почвы в состоянии наименьшей влагоемкости ($\beta_{нв}$) и при влажности устойчивого завядания ($\beta_{вuz}$):

$$\beta_{cr} = 0,5(\beta_{нв} - \beta_{вuz}), \quad (14)$$

При отсутствии данных о влажности завядания, уровень предполивной влажности почвы определяется по эмпирической формуле [6]:

$$\beta_{cr} = 0,361 + 1,476 \cdot 10^{-3} \beta_{нв} - 9,524 \cdot 10^{-7} \beta_{нв}. \quad (15)$$

Кроме того, при установлении допустимого уровня снижения влажности почвы важно учитывать биологические особенности возделываемых культур.

Расчетный слой увлажнения почвы зависит от литологического строения зоны аэрации, гидрогеологических условий, толщины мелкозернистого слоя почвы, способа полива и др. Особое значение при выборе расчетного слоя имеет мощность и распространение корневой системы орошаемых культур.

Способ орошения определяет возможность подачи воды на орошаемый участок в соответствии с расчетной поливной нормой. Из опыта орошения земель установлены пределы поливных норм при разных способах полива (таблица 2).

Таблица 2 – Предельные поливные нормы при разных способах полива [14]

Способ полива	Поверхностный	Дождевание	Капельный	Подпочвенный
---------------	---------------	------------	-----------	--------------

m, мм	80–160	15–70	5–10	5–10
-------	--------	-------	------	------

При дождевании поливная норма также зависит от интенсивности и качества дождя, впитывающей способности почвы, рельефа, уклона поверхности. Необходимое качество и эффективность дождевания обеспечиваются только при досточковых поливных нормах, а режим орошения дождеванием должен базироваться на технологически возможных поливных нормах. Досточковая поливная норма определяется по зависимости, предложенной Н.С. Ерховым [6]:

$$m_{nt(max)} = \frac{K_{vp}}{\sqrt{\rho e^{0,5d}}}, \quad (16)$$

где $m_{nt(max)}$ – максимальное значение технологически допустимой поливной нормы при дождевании, K_{vp} – показатель, характеризующий впитывающую способность почвы, мм, ρ – средняя интенсивность дождя, мм/мин, e – основание натурального логарифма, d – средний диаметр капель дождя, мм.

Для легкосуглинистых и супесчаных почв показатель K_{vp} составляет 61–90 мм, для среднесуглинистых и супесчаных 31–60 мм, а для тяжелосуглинистых – 30 мм и меньше. Знаменатель в предложенной зависимости, $\sqrt{\rho e^{0,5d}} = S$, характеризует собой энергетическую составляющую дождя конкретной дождевальной машины.

Как уже отмечалось, сумма вегетационных поливов в системе обоснованного режима орошения сельскохозяйственных культур должна обеспечивать оптимальный для данной культуры водный режим корнеобитаемого слоя почвы при определенных природных и агротехнических условиях. Современная наука дает определение оросительной норме нетто как сумме дефицитов влаги в естественном водном балансе [15, 16]:

$$M_{nt} = d_{wb} \text{ или } M_{nt} = d_{wb} = \sum m_{nt}, \quad (17)$$

а для условий, когда есть необходимость соблюдения промывного режима и проведения вневегетационных поливов, оросительная норма нетто определяется из выражения:

$$M_{nt} = d_{wb} + m_{\text{пром}} + \sum m_0, \quad (18)$$

где d_{wb} – дефицит водоного баланса, мм; $m_{\text{пром}}$ – количество поливной воды, обеспечивающее, при необходимости, соблюдение промывного режима, мм, $\sum m_0$ – суммарное значение вневегетационных поливов (влагозарядковые, предпосевные, освежительные, противозаморозковые, удобрительные и др.) мм.

При этом технические потери воды на орошаемом поле в результате инфильтрации ниже расчетного слоя почвы, сброса воды за пределы поля и испарения в процессе полива учитываются в расчетах оросительной нормы брутто (M_{br}):

$$M_{br} = M_{nt} \cdot \eta, \quad (19)$$

где η – суммарный коэффициент, учитывающий потери воды на поле в процессе полива ($\eta > 1$).

Величина оросительной нормы (M_{nt}) определяет мелиоративный режим орошаемого участка, который может быть благоприятным, обеспечивающим прирост продуктивности посевов, воспроизводство почвенного плодородия, и неблагоприятным, сопровождающимся засолением, осолонцеванием почвы, усиленной минерализации, потерей органического вещества и развитием прочих негативных процессов.

Одним из наиболее подходящих для современной практики критериев оценки оптимального мелиоративного режима и потребности в оросительных мелиорациях является радиационный индекс [17]:

$$\bar{R} = \frac{R}{L \cdot P}, \quad (20)$$

где R – радиационный баланс поверхности почвы, $\text{кДж/см}^2 \cdot \text{год}$, L – скрытая теплота парообразования, $\frac{\text{кДж/см}^2 \cdot \text{год}}{\text{мм}}$, P – атмосферные осадки, мм.

Значения индекса близки к единице ($\bar{R} \cong 1$) в зоне распространения наиболее плодородных почв степной зоны, которые обладают наибольшими запасами свободной энергии, аккумулированной в гумусе, высокой емкостью катионного обмена и водопрочной структурой. В пустынной зоне ($\bar{R} \geq 2$)

биологическая продуктивность почв низка, органические остатки быстро минерализуются, в связи с чем почвы бедны гумусом и отличаются невысокой емкостью катионного обмена. При $\bar{R} \leq 0,8$ преобладают процессы вымывания минеральных и органических веществ из почвы. Таким образом, с учетом процессов почвообразования и для обеспечения расширенного воспроизводства почвенного плодородия, оптимальными следует считать условия, когда $\bar{R} \cong 1$. При орошении должно выполняться следующее условие: $\bar{R} = \frac{R}{L \cdot (P + M_r)} = 1$, где M_r – экологически допустимая величина водной нагрузки, мм/га. Отсюда $M_r \leq \frac{R}{L \cdot \bar{R}} - P$ [18], а учитывая, что $\bar{R} \cong 1$ получим:

$$M_r \leq \frac{R}{L} - P, \quad (21)$$

Дефицит водопотребления для любого периода роста и развития сельскохозяйственных культур, включая вегетационный период, определяется из упрощенного уравнения водного баланса [18]:

$$d_{wb} = ET_{crop} - W_a - P_{ef} - V_{gr}, \quad (22)$$

где ET_{crop} – суммарное водопотребление культуры за расчетный период, мм, W_a – активные запасы почвенной влаги, которые могут быть использованы растениями, мм, P_{ef} – эффективные атмосферные осадки за период, мм V_{gr} – объем используемых грунтовых вод, мм.

Определению биологически оптимальных и климатически обеспеченных уровней суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур (ET_{crop}) посвящен предыдущий раздел настоящего отчета.

Активные влагозапасы в расчетном слое почвы определяются по формуле [19]:

$$W_a = W_{HB}(\mu - V_\delta)h_a, \quad (23)$$

где: W_{HB} – запасы влаги в метровом слое почвы при влажности, соответствующей наименьшей влагоёмкости, мм; μ – коэффициент, характеризующий степень фактического насыщения почвенного слоя влагой на начало расчетного периода, в долях от W_{HB} ; V_δ – запасы влаги в почве, соответствующие

предполивному (допустимому) порогу иссушения, в долях от $W_{\text{нв}}$, h_a - почвенный слой активного влагообмена на начало расчётного периода, изменяющийся на протяжении вегетации культуры в соответствии с формированием корневой системы, м.

Коэффициент μ в зависимости от характера выпадения и количества атмосферных осадков за зимне-весенний период, изменяется в аридной зоне в пределах 0,70 - 0,85.

Количество используемых атмосферных осадков, P_{ef} , зависит от частоты и обильности их выпадения. Количественно объем используемых осадков определяется по формуле [19]:

$$P_{ef} = aP, \quad (24)$$

где a - коэффициент использования осадков, P - общий объем атмосферных осадков, мм.

Коэффициент использования осадков определяется следующими условиями:

$$\text{если } P \leq ET_{crop} + (W_{\text{нв}} - W_0), \text{ то } a = 1,$$

$$\text{если } P > ET_{crop} + (W_{\text{нв}} - W_0), \text{ то } a = [ET_{crop} + (W_{\text{нв}} - W_0)]/P, \quad (25)$$

где ET_{crop} и P - соответственно декадные значения суммарного водопотребления и атмосферных осадков, мм, $W_{\text{нв}}$ - наименьшая влагоемкость (водоудерживающая способность) максимального расчетного слоя почвы для данной культуры, мм, W_0 - начальные (перед выпадением дождей) запасы влаги в том же слое почвы, мм.

Использование грунтовых вод V_{gr} при близком их залегании определяется по зависимости [6]:

$$V_{gr} = ET_{crop} \cdot k_g, \quad (26)$$

где: k_g - коэффициент капиллярного подпитывания, в долях от ET_{crop} , зависящий от глубины залегания грунтовых вод, гранулометрического состава почв, мощности зоны аэрации и глубины распространения корневой системы растений.

Следует учитывать, что в аридной зоне мелиорированные земли имеют, преимущественно, автоморфный тип почвообразования. а грунтовые воды залегают на достаточно большой глубине, чтобы оказывать влияние на водный режим корнеобитаемого слоя почвы.

3.2 Климатически обеспеченные оросительные нормы сельскохозяйственных культур в зонах развитого орошаемого земледелия Волгоградской области

В практике мелиоративного проектирования и эксплуатации одной из важных задач является определение параметров мелиоративного режима для заданной обеспеченности, то есть вероятности превышения или не превышения оцениваемого показателя (проектного или эксплуатационного параметра) за расчет период (сезон, год).

Оценка климатически обеспеченных оросительных норм производится с использованием кривой вероятности (обеспеченности), позволяющей выделять расчетные параметры в годы различной увлажненности [1]:

- 5% и 25% - влажные, средневлажные годы;
- 50% - средняя многолетняя обеспеченность;
- 75%, 85% и 95% – среднесухие и сухие годы.

Функция обеспеченностей, построенная по эмпирическим данным, называется эмпирической кривой обеспеченностей. Возможны два метода построения эмпирической кривой обеспеченности:

- построение эмпирической кривой обеспеченностей на основе гистограммы эмпирических частот;
- построение эмпирической кривой обеспеченностей на основе ранжированного ряда.

Метод гистограмм эмпирических частот является довольно простым и наглядным, но требует достаточно продолжительных рядов наблюдений, для расчета обеспеченных параметров режима орошения этот метод применяется крайне редко, так как реальные ряды наблюдений, как правило, не превыша-

ют нескольких десятков лет. Кроме того, необходимо учитывать актуальные тренды изменения климата, вследствие чего продолжительный ретроспективный ряд снижает точность прогноза.

Формализованное выражение эмпирической кривой обеспеченностей на основе ранжированного ряда имеет следующий вид:

$$p_m = P\{X \leq x_m\} \approx \frac{m}{n} \cdot 100\%, \quad (27)$$

где p_m – уровень обеспеченности для m -того члена ранжированного ряда, %; x_m – значение m -того члена ранжированного ряда; $P\{X \leq x_m\}$ – вероятность не превышения x_m , %; m – порядковый номер члена x_m ранжированного ряда; n – объем выборки.

В соответствии с этим выражением обеспеченность первого (самого маленького) члена ранжированного ряда будет равна $(1/n) \cdot 100\%$, второго – $(2/n) \cdot 100\%$, последнего $(n/n) \cdot 100\%$ или 100 %. Получается, что вероятность не превышения значения, соответствующего последнему члену ранжированного ряда, составляет 100 %. Данный парадокс объясняется прямой заменой числа членов N генеральной совокупности числом членов n выборки из генеральной совокупности без корректировки расчетного выражения. В действительности можно получить бесконечное множество выборок из генеральной совокупности длиной n , каждая из которых будет иметь свой максимум и свой минимум. В этом смысле эмпирическая обеспеченность m -го члена ранжированного ряда сама будет являться случайной величиной, и в качестве расчетного значения разумно принять ее математическое ожидание, моду или иную статистическую характеристику. С учетом сказанного в настоящее время разработано около десятка формул для расчета эмпирической обеспеченности. Каждая из этих формул имеет свое математическое обоснование и получила распространение для решения своей группы задач. С учетом характера решаемой задачи из этого многообразия имеет смысл рассмотреть две следующие формулы. Первая, – формула С.Н. Крицкого – М.Ф. Менкеля (Вейбулла):

$$p_m = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%, \quad (28)$$

вторая формула Н.Н. Чегодаева:

$$p_m = \frac{m-0,3}{n+0,4} \cdot 100\%, \quad (29)$$

Формула Вейбулла соответствует математическому ожиданию эмпирической обеспеченности, а формула Чегодаева – медианному значению эмпирической обеспеченности.

Для расчета климатически обеспеченных оросительных норм (вероятности не превышения) считаем целесообразным использовать медианное сглаживание по формуле Н.Н. Чегодаева. Ранжированный ряд включал рассчитанные по фактическим метеоданным дефициты водного баланса для корнесодержащего слоя почвы. Предполагается, что дефицит водного баланса в оптимуме должен быть компенсирован проведением поливов в объеме оросительной нормы. Данные ряда включают 20 дат, которые ранжированы по возрастанию. Для каждого члена ранжированного ряда определен порядковый номер и рассчитана вероятность не превышения (обеспеченность). На рисунках С.1-С.86 приложения С представлены кривые обеспеченности оросительных норм, дифференцированно, для каждой орошаемой культуры с учетом климатического зонирования территории Волгоградской области и районов развитого орошаемого земледелия. Значения климатически обеспеченных оросительных норм сельскохозяйственных культур с учетом климатического зонирования области приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Обеспеченные оросительные нормы (м³/га) сельскохозяйственных культур в основных почвенно-климатических зонах Волгоградской области

Культура	Природная зона	Оросительная система	Обеспеченность, %						
			5 %	25 %	30 %	50 %	75 %	95 %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Кукуруза овощная (сахарная)	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	1100	1600	1700	2150	2450	3250	
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светлых каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	1400	1850	1900	2300	2700	3100	
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	500	1100	1250	1500	1900	2650	
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	500	1000	1050	1200	1700	2600	
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	100	500	800	1250	1650	2600	
Кукуруза на зерно	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	2700	3200	3350	3650	4000	5100	
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светлых каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	3150	3500	3650	4200	4300	5000	
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	1500	2550	2600	3000	3400	4250	

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кукуруза на силос	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	1750	2300	2350	2600	3250	4300
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланьского районов	600	1950	2050	2250	2700	4300
	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	3000	4500	4700	5500	5900	6600
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ОСС, Большая Волгоградская ОС, Тажгинская ООС, Среднеахтубинская ОС	3700	4900	5100	5800	6600	7300
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	900	2600	2750	3000	3900	5200
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	1400	2300	2800	3350	4500	6000
Кукуруза на зеленый корм	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланьского районов	0	1600	1800	2400	3050	5600
	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	1800	2750	3000	3300	3600	4800
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ОСС, Большая Волгоградская ОС, Тажгинская ООС, Среднеахтубинская ОС	2100	3000	3200	3400	4350	4500

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	200	1200	1250	1650	2250	3300
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	750	1200	1400	2300	2750	3500
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланьского районов	0	600	800	1700	2000	3000
	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленевская ОС, Райгородская ОС	700	1700	1750	2250	2600	4200
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светлых каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ОС, Ленинская ОС, Заволжская ОС, Кисловская ОС, Большая Волгоградская ОС, Таженская ОС, Среднеахтубинская ОС	1000	1700	1850	2500	3000	3700
Озимая пшеница	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	0	200	400	850	1800	2900
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	0	700	850	1200	200	2900
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланьского районов	0	50	200	1050	1550	2150
Яровая пшеница	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленевская ОС, Райгородская ОС	1000	2000	2050	2500	3100	4700

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светлых каштановых почв, Кув. <0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	1200	2000	2100	2800	3500	4400
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув. >0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	0	500	600	1300	1800	3000
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув. >0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	0	700	1000	1500	2200	3300
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув. >0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	0	200	400	1100	1800	2800
	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув. >0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленевская ОС, Райгородская ОС	350	1250	1300	1700	2200	3800
Ячмень	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светлых каштановых почв, Кув. <0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	700	1300	1400	2000	2600	3400
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув. >0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	0	0	100	750	1200	2200
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув. >0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	0	0	200	850	1500	2500
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув. >0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	0	0	0	650	1100	2000

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Соя	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленевская ОС, Райгородская ОС	2800	3200	3350	3700	4050	4900
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ОСС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	3150	3550	3600	4000	4350	5000
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	2000	2750	2850	3050	3500	4400
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	1850	2450	2500	2700	3150	4300
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	900	1900	2100	2550	2950	4250
Люцерна на сено	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленевская ОС, Райгородская ОС	3400	4700	5000	5900	6400	6600
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	3800	5200	5400	6200	7100	7800
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	1000	2500	2700	3000	4100	5800
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	1000	2100	2600	3500	4700	6300

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланьского районов	0	1100	1400	2400	3300	6000
Люцерна на зеленый корм	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	3400	4700	5000	5900	6400	6600
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская СС	3800	5200	5400	6200	7100	7800
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	1000	2500	2700	3000	4100	
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	1000	2100	2600	3500	4700	6300
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланьского районов	0	1100	1400	2400	3300	6000
Суданка на сено	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	3000	4500	4700	5300	5800	6100
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская СС	3700	4800	5200	5900	6500	7200
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	1000	2600	2700	3000	3900	5200

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сорго на зерно	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	1500	2300	2800	3500	4400	6000
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	0	1600	1800	2400	3100	5900
	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленевская ОС, Райгородская ОС	3250	4800	5050	5700	6200	6500
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светлых каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	3900	5300	5500	6300	6900	7700
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	1400	2800	3000	3300	4200	5400
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	1800	2500	3000	3800	4700	6400
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	0	1800	2000	2600	3400	6000
	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленевская ОС, Райгородская ОС	2500	4000	4100	4600	5000	5500
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светлых каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	3100	4100	4400	4900	5800	6100
Сорго на силос								

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	800	2100	2400	2800	3300	4400
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	1450	2200	2500	3000	3800	5300
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланьского районов	0	1400	1450	2400	3000	4600
	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	1400	2600	2650	2950	3200	3900
Сорго на зеленый корм	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	3100	4000	4350	4900	5800	6050
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	800	2100	2400	2800	3300	4200
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	1400	2100	2500	2950	3600	4100
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланьского районов	0	1400	1450	2400	2900	3800
Подсолнечник	Правобережная сухостепная зона на каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	2100	3200	3500	4000	4500	4900

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светлых каштановых почв, Кув. <0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	2700	3600	4000	4500	5100	5900
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув. >0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	300	1600	1700	2100	2700	4000
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув. >0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	700	1400	1500	2200	3200	4800
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув. >0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	0	550	650	1300	2100	4200
	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув. >0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	1500	2000	2100	2500	2850	3700
Нут	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светлых каштановых почв, Кув. <0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	1800	2250	2300	2600	3150	3500
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув. >0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	800	1450	1550	1850	2300	3000
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув. >0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	700	1300	1400	1650	2050	3000
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув. >0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	0	800	1200	1600	1900	2850
	Правобережная сухостепная	Городищенская ОС, Варваровская	900	1400	1450	1800	2100	3600
Горчица								

Продолжение таблицы 3

	зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС						
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светлых каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	1300	1600	1650	2000	2500	2950
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	200	700	900	1200	1850	2400
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	50	650	800	1100	1450	2600
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	0	350	400	1000	1500	2200
Картофель	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	2500	2800	3000	3600	3800	4800
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светлых каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	2800	3300	3350	3700	4100	4800
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	1600	2400	2500	2700	3200	4050
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	1600	2200	2250	2500	3100	4000
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	800	1800	2000	2400	2800	3900

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Географическое положение Волгоградской области определяет выраженный дефицит естественной влагообеспеченности на всей территории региона. Оросительные мелиорации являются необходимым условием устойчивого производства сельскохозяйственной продукции и обеспечения продовольственной безопасности в регионе.

Территория Волгоградской области отличается разнообразием почвенно-климатических условий, включая подзоны черноземов, темно-каштановых, каштановых и светло-каштановых почв. Формирование водного режима территории в условиях дефицитного влагообеспечения является значимым фактором почвообразования. Характерно, что границы почвенных зон Волгоградской области тесно коррелируют с границами деления территории по поступлению атмосферных осадков.

Необходимость актуализации оросительных норм для перспективного планирования водоподачи при орошении сельскохозяйственных культур Волгоградской области определяется современными трендами глобального изменения климата и его последствий в регионе, а также необходимостью дифференцирования потребности в оросительной воде по почвенно-климатическим зонам. В настоящее время необходимо также учитывать ограниченность исходной гидрометеорологической информации в части актуальных данных для расчета суммарного водопотребления и климатически обеспеченных оросительных норм. С учетом ограничения числа репрезентативных точек сбора комплексной гидрометеорологической информации и размещения мелиорированных земель, а также исходя из результатов почвенно-климатического районирования, обеспеченные оросительные нормы были дифференцированы по следующим зонам Волгоградской области:

- Волгоградская агломерация, включающая правобережную сухостепную зону каштановых почв с коэффициентом природного увлажнения (по Н.В. Данильченко) более 0,25;

- Заволжская агломерация, включающая Заволжскую сухостепную и полупустынную зоны светло-каштановых почв, расположенные на левом берегу Волгоградского водохранилища и характеризующиеся коэффициентом природного увлажнения территории за период с температурой воздуха выше 5°C менее 0,25;

- Котельниковская агломерация, расположенная в сухостепной зоне каштановых почв и включающая мелиорированные земли левого берега Цимлянского водохранилища с коэффициентом природного увлажнения территории за период с температурой воздуха выше 5°C более 0,25;

- Иловлинская агломерация, расположенная в сухостепной зоне темно-каштановых почв и включающая орошаемые участки Иловлинского района, построенные с использованием, преимущественно, местного стока с коэффициентом природного увлажнения территории более 0,30;

- Урюпинская агломерация, расположенная в сухостепной зоне черноземных почв и включающая локальные участки орошения с коэффициентом природного увлажнения территории более 0,35.

Для определения климатически обеспеченных уровней биологически оптимального суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур, могут быть использованы различные математические модели. Полученные решения имеют достаточно высокую точность при всестороннем учете зонального фактора. Экспериментально определенные зональные биологические (биоклиматические) коэффициенты испарения влаги позволяют учесть и биологические особенности сельскохозяйственных культур, и зональность почвенно-климатических условий. Зональные биоклиматические коэффициенты испарения влаги и то, с использованием какой математической модели они были установлены, определяет выбор метода расчета биологически оптимального суммарного водопотребления для основных орошаемых сельскохозяйственных культур Волгоградской области. В настоящей работе суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур определяли с опорой на

температурные коэффициенты испарения влаги и биоклиматические коэффициенты, определенные по сумме дефицитов влажности воздуха.

Определение климатически обеспеченных оросительных норм проводили с использованием медианного сглаживания многолетних ранжированных рядов дефицита водного баланса по формуле Н.Н. Чегодаева. Ранжированный ряд включал рассчитанные по фактическим метеоданным дефициты водного баланса для корнесодержащего слоя почвы. Предполагается, что дефицит водного баланса в оптимуме должен быть компенсирован проведением поливов в объеме оросительной нормы. Для каждого члена ранжированного ряда определен порядковый номер и рассчитана вероятность не превышения (обеспеченность). Полученные результаты обобщены и сгруппированы для лет с 5, 25, 30, 50, 75 и 95 %-ной обеспеченностью дефицита водного баланса.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Для перспективного планирования водоподачи в интересах орошаемого земледелия Волгоградской области использовать климатически обеспеченные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур, с учетом климатического зонирования области, которые приведены в таблице 3 отчета.

Перспективное планирование водоподачи осуществлять с учетом высокой вероятности не превышения установленных, климатически обеспеченных оросительных норм в почвенно-климатических условиях Волгоградской области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Данильченко Н.В. Водосберегающие оросительные нормы и природоохранные режимы орошения зерновых и кормовых культур в Нижнем Поволжье. – М.: МГУП, 2006. – 151 с.
2. Система ведения агропромышленного производства Волгоградской области на 1996-2010 гг. – Волгоград: Комитет по печати, 1997. – 208 с.
3. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 250 с.
4. Агроклиматический справочник по Волгоградской области / Отв. ред. З.М. Русива. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1967. – 144 с.
5. Кружилин И.П. Агромелиоративная оценка влагообеспеченности территории Нижнего Поволжья. – Волгоград: ВСХИ, 1976. – 65 с.
6. Данильченко Н.В. Биоклиматические основы нормирования орошения. – Москва: МГУП, 2009. – 187 с.
7. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: Справочник. – М.: Колос, 1999. – 432 с.
8. Голченко М.Г., Шавлинский О.А., Казеко В.Г. Интенсификация орошаемого овощеводства. – Минск: Ураджай, 1987. – 184 с.
9. Andreas P. SAVVA, Karen FRENKEN Crop Water Requirements and Irrigation Scheduling. – Harare: Water Resources Development and Management Officers FAO Sub-Regional Office for East and Southern Africa, 2002. – 132 с.
10. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage / Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. – 326 с.
11. Льгов Г. К. Орошаемое земледелие. – М.: Колос, 1979. – 191 с.
12. Плюснин И.И. Мелиоративное почвоведение. – М.: Колос, 1971. – 416 с.

13. Теории и методы физики почв / Под ред. Е.В. Шеина и Л.О. Карпачевского. – М.: «Гриф и К», 2007.- 616 с.
14. Мелиорация земель / Под ред. А.И. Голованова. – М.: Колосс, 2011. – 824 с.
15. Ильинская И.Н. Нормирование водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе. – Новочеркасск: РОС-НИИПМ, 2001. – 163 с.
16. Укрупненные нормы водопотребности для орошения по природно-климатическим зонам СССР. Утверждены приказом Минводхоза СССР от 12 декабря 1983 г. № 335. – М.: Минводхоз СССР, 1984. – 346 с.
17. Айдаров И.П., Голованов А.И, Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель: рекомендации. – М.: Агропромиздат, 1990. – 60 с.
18. Методические указания и нормативы разработки систем управления экологической устойчивостью орошаемых агроландшафтов / под ред. В.Ф. Мамина. – М.: Россельхозакадемия, 2007. – 105 с.
19. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник / под ред. Б.Б. Шумакова. М.: Колос, 1999. – 432 с.
20. Брижак В. В. Капельное орошение сахарной кукурузы в сухостепной зоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья : диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.02 / Брижак Виталий Викторович; [Место защиты: Саратов. гос. аграр. ун-т им. Н.И. Вавилова]. - Волгоград, 2008. - 222 с.
21. Семененко А. С. Приемы возделывания нута в системе ресурсосберегающих агротехнологий Нижнего Поволжья : диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.01 / Семененко Артем Сергеевич; [Место защиты: Саратов. гос. аграр. ун-т им. Н.И. Вавилова]. - Саратов, 2018. - 210 с.
22. Пустовалов Е. В. Технология орошения животноводческими стоками горчицы Сарептской на светло-каштановых почвах Волгоградской области : диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.02 / Пус-

товалов Евгений Васильевич; [Место защиты: Волгогр. гос. аграр. ун-т]. - Волгоград, 2019. - 156 с.

23. Стрижакова Е. А. Возделывание картофеля на орошаемых светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья : диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.09, 06.01.02. - Москва, 2004. - 182 с.

24. Кузнецова Н. В. Научное и экспериментальное обоснование режимов орошения и технологии возделывания кукурузы с использованием модели формирования различной урожайности на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья : диссертация ... доктора сельскохозяйственных наук : 06.01.02. - Волгоград, 2007. - 355 с.

25. Моисеев М. Ю. Рациональные режимы орошения и дозы удобрений сои в Волгоградском Заволжье : автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.02; 06.01.09 / Моисеев Михаил Юрьевич; [Место защиты: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова]. - Саратов, 2004. - 22 с.

26. Рекомендации по проведению комплекса агромелиоративных приемов, обеспечивающих повышение почвенного плодородия, повышение продуктивности сельскохозяйственных культур и экономное расходование материальных ресурсов на орошаемых землях: отчет НИР (Государственный контракт № 211/20 ГК от 11.11.2019 г.) / Ю.Е. Домашенко (с соавт.). - Новочеркасск, 2021. – 379 с.

Таблица А.1 – Температурные коэффициенты испарения влаги посевами сельскохозяйственных культур, возделываемых в условиях орошения Волгоградской области, мм/ $^{\circ}$ С [20, 21, 22, 23, 24, 25]

Период роста и развития	Продолжительность периода	Биоклиматический коэффициент
Соя (посев 11 мая)		
Посев-всходы	13	0,127
Всходы – ветвление	14	0,141
Ветвление – начало цветения	32	0,221
Цветение – начало формирования бобов	23	0,274
Начало формирование – начало налива бобов	11	0,273
Начало налива – начало созревания бобов	20	0,240
Начало- полное созревание бобов	9	0,175
Кукуруза сахарная (посев 15 мая)		
Посев-всходы	10	0,077
Всходы - формирование 3 листа	9	0,097
Формирование 3-5 листьев	10	0,106
Формирование 5-7 листьев	11	0,117
Формирование 7-9 листьев	10	0,134
Формирование 9-11 листьев	10	0,154
Формирование 11-го листа - выметывание метелки	13	0,178
Выметывание метелки – молочная спелость зерна	20	0,225
Кукуруза на зерно		
Посев-всходы	11	0,074
Всходы-3-й лист	6	0,108
3...5-й лист	7	0,113
5...7-й лист	7	0,152
7...9-й лист	8	0,168
9...11-й лист	10	0,203
11-й лист-выметывание метелки	13	0,248
Выметывание-молочная спелость зерна	24	0,262
Молочная-молочно-восковая спелость зерна	8	0,192
Молочно-восковая-восковая спелость зерна	7	0,185
Восковая-полная спелость зерна	27	0,1
Нут (посев 20 апреля)		
Посев-всходы	10	0,103
Всходы - ветвление	15	0,167
Ветвление - цветение	24	0,215
Цветение - налив бобов	28	0,182
Налив бобов - полная спелость семян	15	0,117
Горчица Сарептская (посев 15 апреля)		
Посев-всходы	13	0,08
Всходы-розетка листьев	17	0,1
Розетка листьев - ветвление	15	0,1

Продолжение таблицы А.1

Ветвление - цветение	18	0,17
Цветение - зеленый стручок	24	0,19
Зеленый стручок - созревание	23	0,15
Картофель		
Посадка - всходы	18	0,127
Всходы - начало бутонизации	29	0,191
Начало бутонизации - полное цветение	11	0,239
Цветение – окончание роста ботвы	21	0,242
Окончание роста ботвы – техническая спелость клубней	25	0,169

Таблица А.2 Биоклиматические коэффициенты испарения влаги посевами сельскохозяйственных культур в Волгоградской области, мм/мб

Сумма приведённых температур от всходов, °С	Кукуруза на силос	Кукуруза на з/массу	Люцерна на сено	Люцерна на з/массу	Суданка на сено	Сорго	Озимая пшеница	Яровая пшеница	Ячмень	Подсолнечник
0-100	–	–	0,60	0,60	–	–	0,53	0,27	0,27	–
100-200	0,23	0,23	0,52	0,52	0,23	0,23	0,53	0,30	0,30	0,23
200-300	0,25	0,25	0,42	0,42	0,25	0,25	0,53	0,33	0,33	0,25
300-400	0,27	0,27	0,44	0,44	0,27	0,27	0,52	0,36	0,36	0,27
400-500	0,29	0,29	0,46	0,46	0,29	0,29	0,51	0,39	0,39	0,29
500-600	0,30	0,30	0,48	0,48	0,30	0,30	0,50	0,41	0,41	0,30
600-700	0,31	0,31	0,52	0,52	0,31	0,31	0,49	0,44	0,44	0,31
700-800	0,34	0,34	0,54	0,54	0,34	0,34	0,47	0,46	0,46	0,34
800-900	0,36	0,36	0,52	0,52	0,36	0,36	0,45	0,47	0,47	0,36
900-1000	0,38	0,38	0,42	0,42	0,38	0,38	0,43	0,46	0,46	0,38
1000-1100	0,39	0,39	0,44	0,44	0,39	0,39	0,42	0,43	0,43	0,39
1100-1200	0,41	0,41	0,46	0,46	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
1200-1300	0,42	0,42	0,52	0,52	0,42	0,42	0,37	0,40	0,40	0,42
1300-1400	0,44	0,44	0,53	0,53	0,44	0,44	0,34	0,37	0,37	0,44
1400-1500	0,45	0,45	0,53	0,53	0,45	0,45	0,30	0,34	0,34	0,45
1500-1600	0,48	0,48	0,42	0,42	0,48	0,48	0,26	0,30	0,30	0,48
1600-1700	0,49	0,49	0,43	0,43	0,49	0,49	0,23	0,27	0,27	0,49
1700-1800	0,49	0,49	0,45	0,45	0,49	0,49	0,19	–	–	0,49
1800-1900	0,48	0,48	0,47	0,47	0,48	0,48	–	–	–	0,48
1900-2000	0,46	0,46	0,49	0,49	0,46	0,46	–	–	–	0,46
2000-2100	0,45	0,45	0,51	0,51	0,45	0,45	–	–	–	0,45
2100-2200	0,43	0,43	0,52	0,52	0,43	0,43	–	–	–	0,43
2200-2300	0,40	0,40	0,52	0,52	0,40	0,40	–	–	–	0,40
2300-2400	0,37	0,37	0,42	0,42	0,37	0,37	–	–	–	0,37
2400-2500	0,35	0,35	0,44	0,44	0,35	0,35	–	–	–	0,35
2500-2600	0,32	0,32	0,46	0,46	0,32	0,32	–	–	–	0,32

Продолжение таблицы А.2

2600-2700	0,29	0,29	0,48	0,48	0,29	0,29	—	—	—	0,29
2700-2800	0,26	0,26	0,49	0,49	0,26	0,26	—	—	—	0,26
2800-2900	0,25	0,25	0,51	0,51	0,25	0,25	—	—	—	0,25
2900-3000	—	—	0,52	0,52	—	—	—	—	—	—
3000-3100	—	—	0,52	0,52	—	—	—	—	—	—
3200-3300	—	—	0,42	0,42	—	—	—	—	—	—

Таблица В1 – Климатически обеспеченные оптимальные уровни суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур в основных почвенно-климатических зонах Волгоградской области, м³/га

Культура	Природная зона	Оросительная система	Обеспеченность, %					
			5%	25%	30 %	50%	75 %	95%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кукуруза овощная (сахарная)	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	2957	3219	3269	3333	3456	3825
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	3078	3301	3352	3469	3555	3989
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	2888	3171	3205	3304	3417	3632
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	2772	2909	2970	3136	3156	3748
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	2650	2753	2828	2914	3016	3633

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кукуруза на зерно	Правобережная сухостеп- ная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваров- ская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	4571	5001	5074	5215	5380	5818
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны свет- ло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Паласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кислов- ская ООС, Большая Волгоград- ская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	4709	5104	5225	5404	5499	6051
	Сухостепная зона каштано- вых почв, Кув.>0,25 (Ко- тельниковская агломера- ция)	Генераловская ОС, Котельни- ковская ОС, Ильмень- Суворовская ОС	4476	4989	5019	5167	5289	5551
	Сухостепная зона темно- каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлин- ского района	4269	4560	4624	4813	4937	5641
	Сухостепная зона черно- земных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	4062	4319	4355	4541	4693	5463

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кукуруза на силос	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	4863	6148	6373	6774	7296	7533
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кистовская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	5254	6480	6760	7150	7729	8365
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	3833	4991	5199	5345	5563	6137
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	4131	4784	5212	5863	6291	7474
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	3464	4056	4513	4766	5126	6691

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кукуруза на зеле- ный корм	Правобережная сухостеп- ная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваров- ская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	3342	4129	4464	4705	4797	5184
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны свет- ло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Паласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кислов- ская ООС, Большая Волгоград- ская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	3495	4420	4502	4848	5202	5568
	Сухостепная зона каштано- вых почв, Кув.>0,25 (Ко- тельниковская агломера- ция)	Генераловская ОС, Котельни- ковская ОС, Ильмень- Суворовская ОС	2660	3308	3314	3552	3772	4110
	Сухостепная зона темно- каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлин- ского района	2746	3237	3338	3993	4331	4838
	Сухостепная зона черно- земных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	2406	2893	2932	3297	3497	4127

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Озимая пшеница	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	2742	3174	3319	3621	3847	4388
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловодская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	2604	3324	3348	3645	3908	4482
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	2159	2451	2453	2686	2980	3437
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	2225	2611	2773	3137	3410	3771
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	2026	2510	2537	2790	3019	3327

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Яровая пшеница	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	2968	3297	3682	3821	4174	4816
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	2867	3469	3618	4047	4326	5014
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	2292	2651	2690	2925	3282	3681
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	2394	2663	2936	3405	3746	4125
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	2170	2529	2653	2976	3156	3608

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ячмень	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	2367	2742	2945	3052	3344	3848
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	2294	2844	2893	3239	3461	4012
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	1833	2137	2150	2344	2626	2947
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	1914	2160	2349	2729	2996	3300
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	1738	2028	2121	2389	2520	2886

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Соя	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	4857	5263	5359	5454	5721	6119
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	4993	5382	5469	5596	5861	6350
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	4717	5143	5321	5416	5530	5835
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	4541	4853	4902	5038	5304	5943
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	4324	4543	4633	4767	4982	5775

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Люцерна на сено	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	6135	7122	7429	8104	8509	8701
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Паласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	6070	7747	7779	8259	8939	9503
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	4622	5771	5926	6216	6625	7340
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	4845	5923	6070	6761	7384	8442
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	4240	5174	5359	5722	6096	7766

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Люцерна на зеле- ный корм	Правобережная сухостеп- ная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваров- ская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	6135	7122	7429	8104	8509	8701
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны свет- ло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кислов- ская ООС, Большая Волгоград- ская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	6070	7747	7779	8259	8939	9503
	Сухостепная зона каштано- вых почв, Кув.>0,25 (Ко- тельниковская агломера- ция)	Генераловская ОС, Котельни- ковская ОС, Ильмень- Суворовская ОС	4622	5771	5926	6216	6625	7340
	Сухостепная зона темно- каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлин- ского района	4845	5923	6070	6761	7384	8442
	Сухостепная зона черно- земных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	4240	5174	5359	5722	6096	7766

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Суданка на сено	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	4918	6166	6426	6790	7348	7466
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	5244	6579	6729	7189	7684	8319
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	3809	5070	5200	5307	5574	6153
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	4127	5093	5188	5859	6348	7403
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	3533	4411	4525	4835	5132	6673

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сорго на зерно	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	5161	6480	6746	7125	7710	7840
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловодская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	5504	6914	7066	7545	8079	8735
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	4005	5320	5457	5569	5856	6460
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	4338	5351	5443	6160	6662	7780
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	3711	4633	4747	5075	5388	7000

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сорго на силос	Правобережная сухостеп- ная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваров- ская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	4405	5421	5832	6022	6428	6654
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны свет- ло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Паласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кислов- ская ООС, Большая Волгоград- ская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	4598	5759	5802	6336	6828	7197
	Сухостепная зона каштано- вых почв, Кув.>0,25 (Ко- тельниковская агломера- ция)	Генераловская ОС, Котельни- ковская ОС, Ильмень- Суворовская ОС	3384	4538	4568	4792	4876	5392
	Сухостепная зона темно- каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлин- ского района	3731	4484	4519	5141	5854	6440
	Сухостепная зона черно- земных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	3119	3854	3992	4278	4618	5811

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сорго на зеленый корм	Правобережная сухостеп- ная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваров- ская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	3082	3983	4130	4281	4453	5109
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны свет- ло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кислов- ская ООС, Большая Волгоград- ская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	4598	5759	5802	6336	6828	7197
	Сухостепная зона каштано- вых почв, Кув.>0,25 (Ко- тельниковская агломера- ция)	Генераловская ОС, Котельни- ковская ОС, Ильмень- Суворова ОС	3384	4538	4568	4792	4876	5392
	Сухостепная зона темно- каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлин- ского района	3731	4484	4519	5141	5854	6440
	Сухостепная зона черно- земных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	3119	3854	3992	4278	4618	5811

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Подсол- нечник	Правобережная сухостеп- ная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваров- ская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	3926	5019	5086	5474	5899	6157
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны свет- ло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кислов- ская ООС, Большая Волгоград- ская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	4242	5245	5494	5721	6257	6837
	Сухостепная зона каштано- вых почв, Кув.>0,25 (Ко- тельниковская агломера- ция)	Генераловская ОС, Котельни- ковская ОС, Ильмень- Суворовская ОС	3053	4051	4183	4275	4464	4975
	Сухостепная зона темно- каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлин- ского района	3331	4081	4189	4722	4989	6098
	Сухостепная зона черно- земных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	2728	3608	3620	3792	4100	5429

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Нут	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	3257	3648	3651	3764	3892	4161
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	3328	3736	3777	3858	4018	4335
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	3140	3527	3618	3695	3788	3938
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	3040	3292	3335	3496	3541	4037
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	2914	3116	3150	3298	3366	3906

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горчица	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	2911	3188	3235	3378	3522	3698
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Паласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	2944	3318	3330	3445	3598	3873
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	2834	3118	3229	3308	3436	3559
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	2723	2933	2969	3117	3258	3581
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	2632	2787	2810	2987	3064	3496

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Картофель	Правобережная сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Волгоградская агломерация)	Городищенская ОС, Варваровская ОС, Калачевская ОС, Оленьевская ОС, Райгородская ОС	4204	4620	4665	4752	4978	5317
	Заволжская сухостепная и полупустынная зоны светло-каштановых почв, Кув.<0,25 (Заволжская агломерация)	Палласовская ООС, Ленинская ООС, Заволжская ОС, Кисловская ООС, Большая Волгоградская ОС, Тажинская ООС, Среднеахтубинская ОС	4307	4729	4776	4941	5059	5538
	Сухостепная зона каштановых почв, Кув.>0,25 (Котельниковская агломерация)	Генераловская ОС, Котельниковская ОС, Ильмень-Суворовская ОС	4059	4550	4605	4719	4817	5066
	Сухостепная зона темно-каштановых почв, Кув.>0,3 (Иловлинская агломерация)	Орошаемые участки Иловлинского района	3914	4176	4289	4421	4549	5166
	Сухостепная зона черноземных почв, Кув.>0,35 (Урюпинская агломерация)	Локальные участки орошения Урюпинского, Новоаннинского и Еланского районов	3762	3989	4080	4156	4351	5028

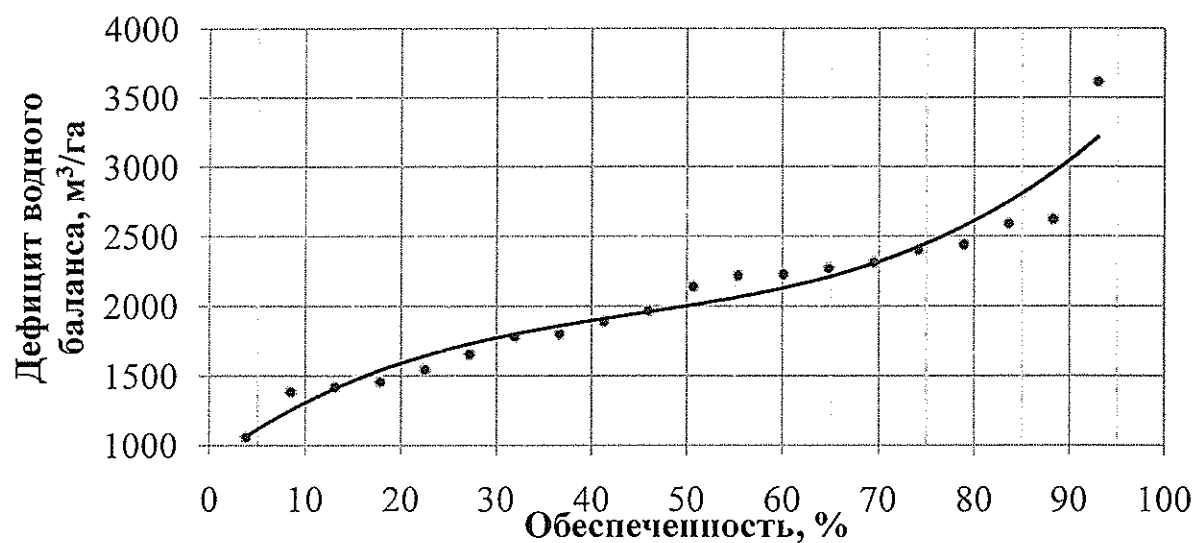


Рисунок С.1 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы овощной (сахарной, г. Волгоград)

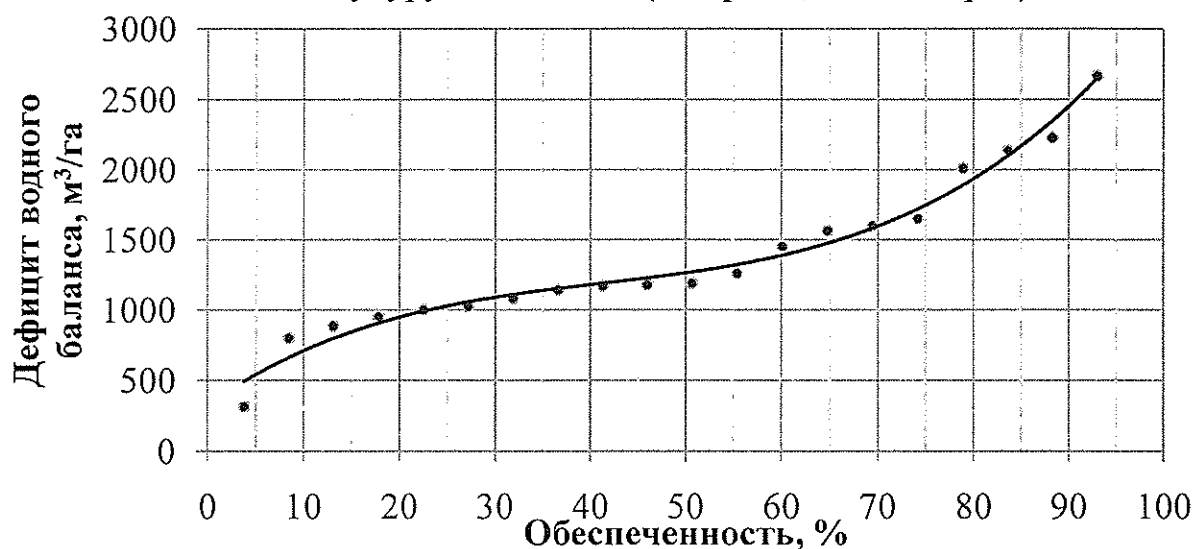


Рисунок С.2 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы овощной (сахарной, п.г.т. Иловля)

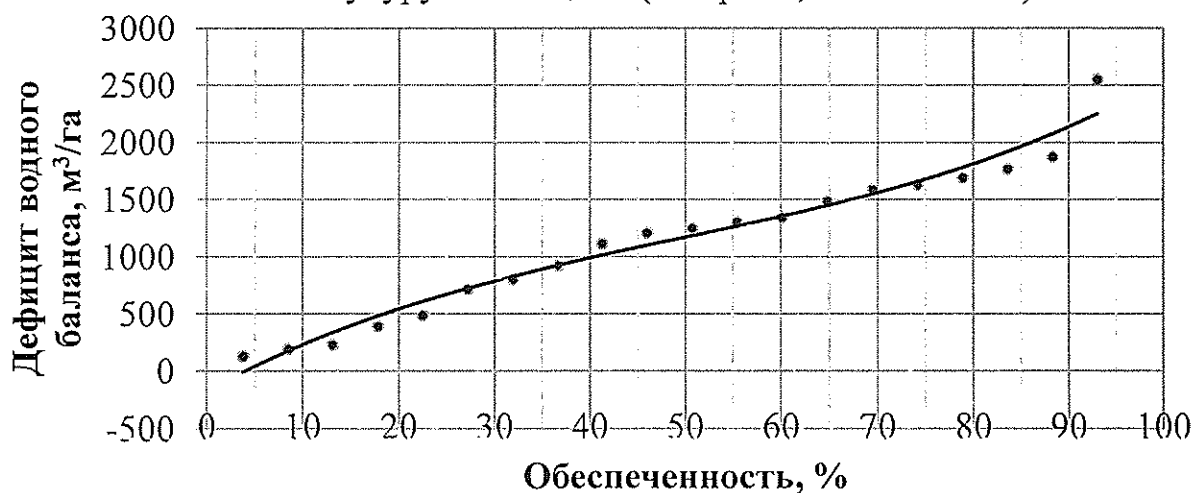


Рисунок С.3 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы овощной (сахарной, г. Урюпинск)

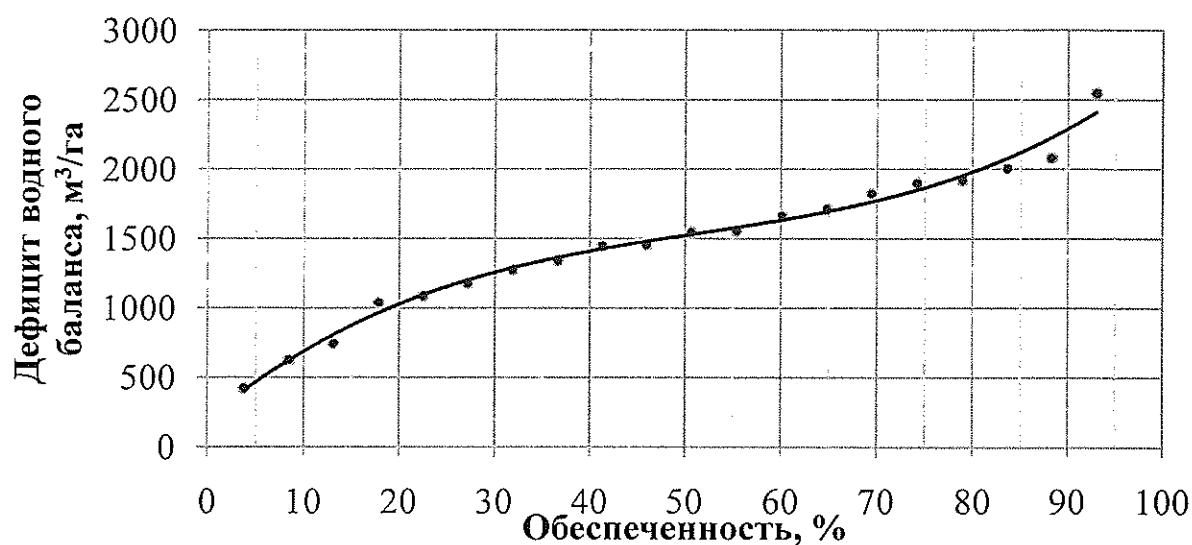


Рисунок С.4 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы овощной (сахарной, г. Котельниково)

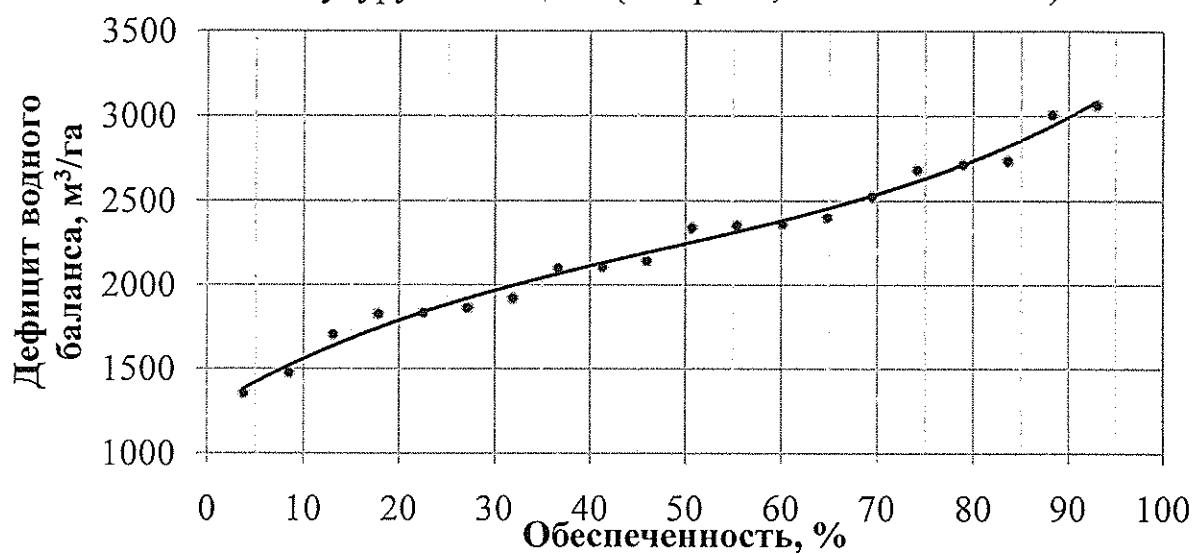


Рисунок С.5 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы овощной (сахарной, г. Палласовка)

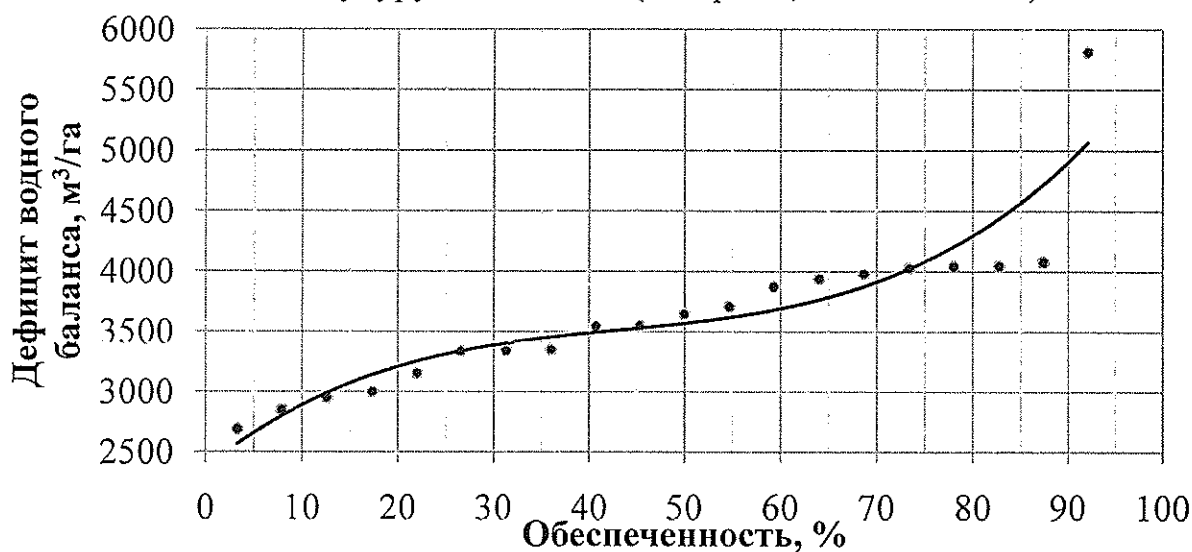


Рисунок С.6 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на зерно (г. Волгоград)

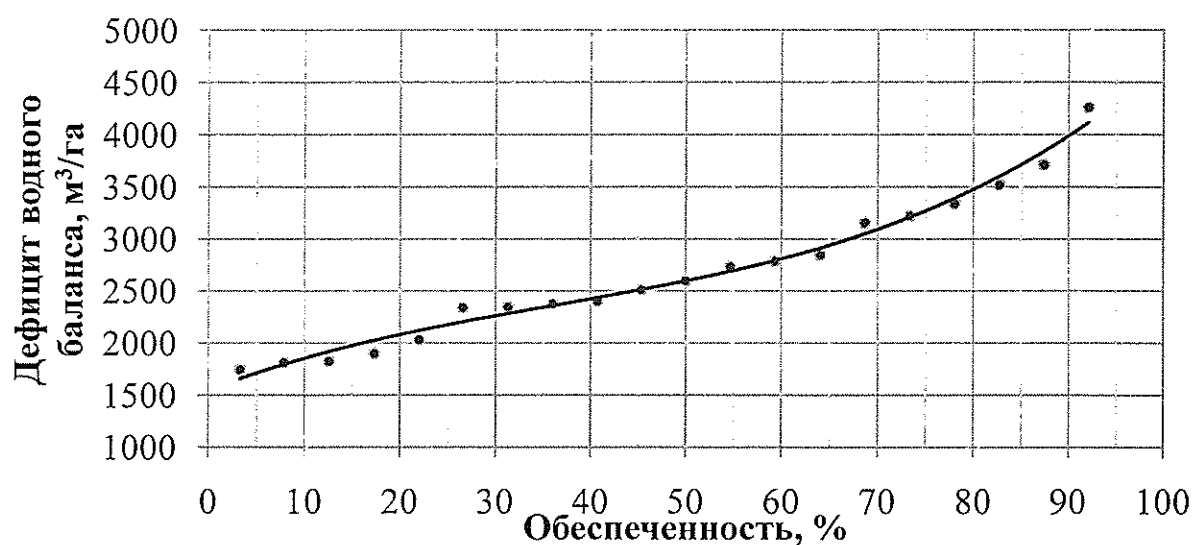


Рисунок С.7 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на зерно (п.г.т. Иловля)

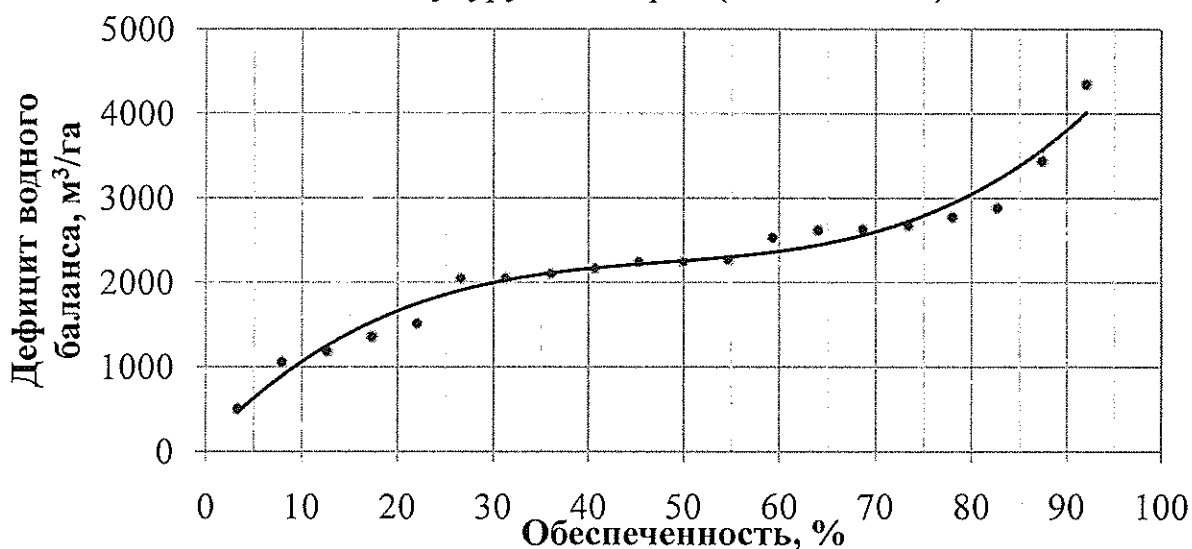


Рисунок С.8 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на зерно (г. Урюпинск)

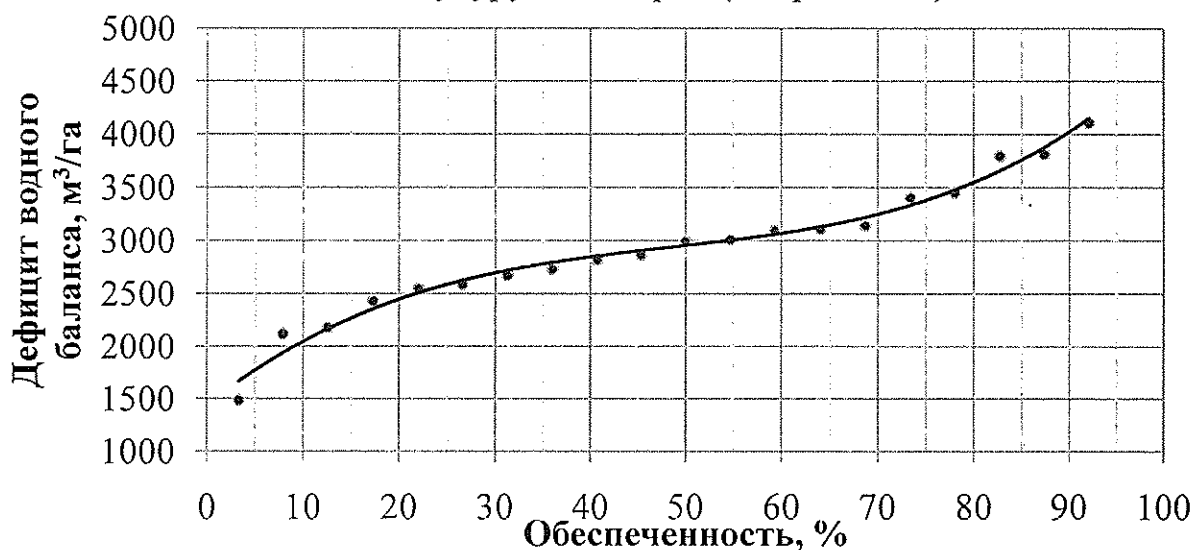


Рисунок С.9 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на зерно (г. Котельниково)

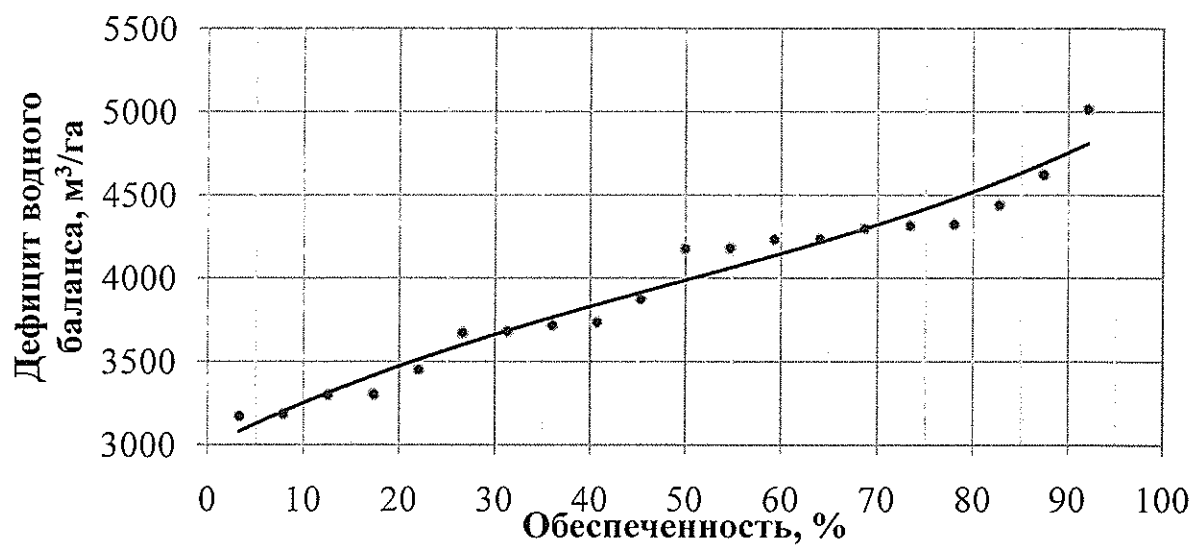


Рисунок С.10 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на зерно (г. Палласовка)

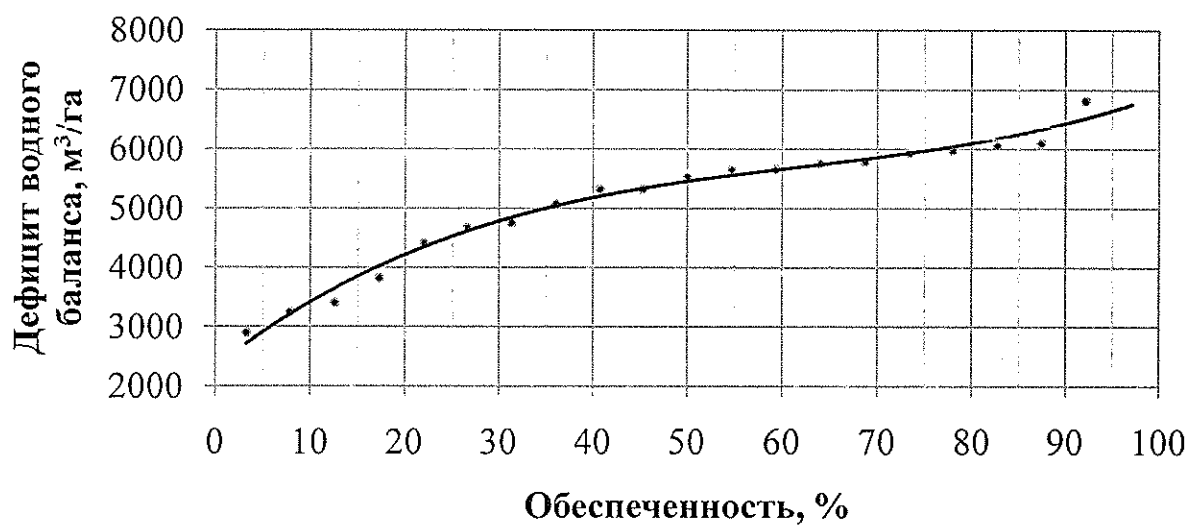


Рисунок С.11 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на силос (г. Волгоград)

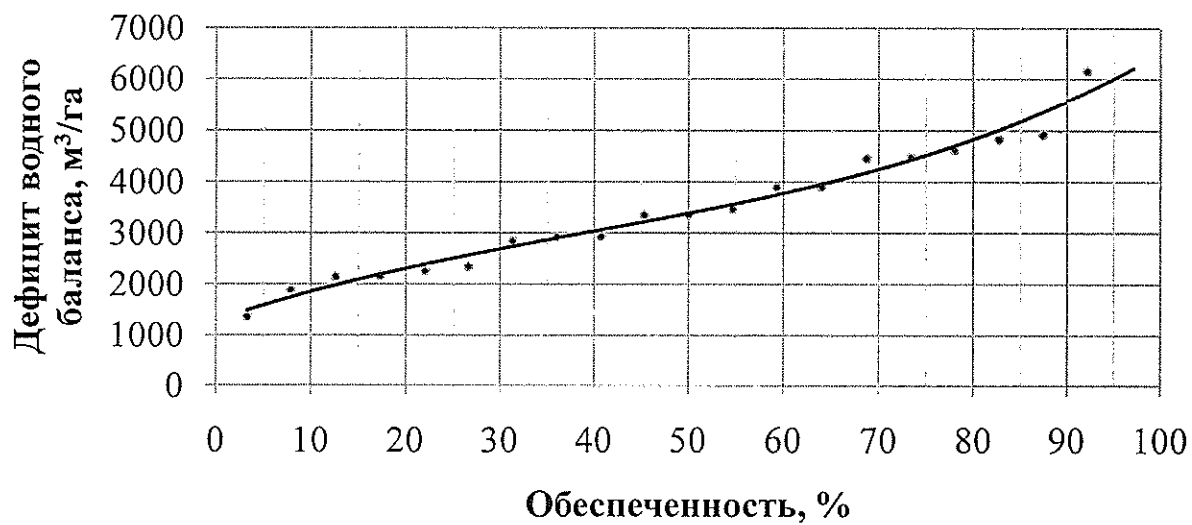


Рисунок С.12 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на силос (п.г.т. Иловля)

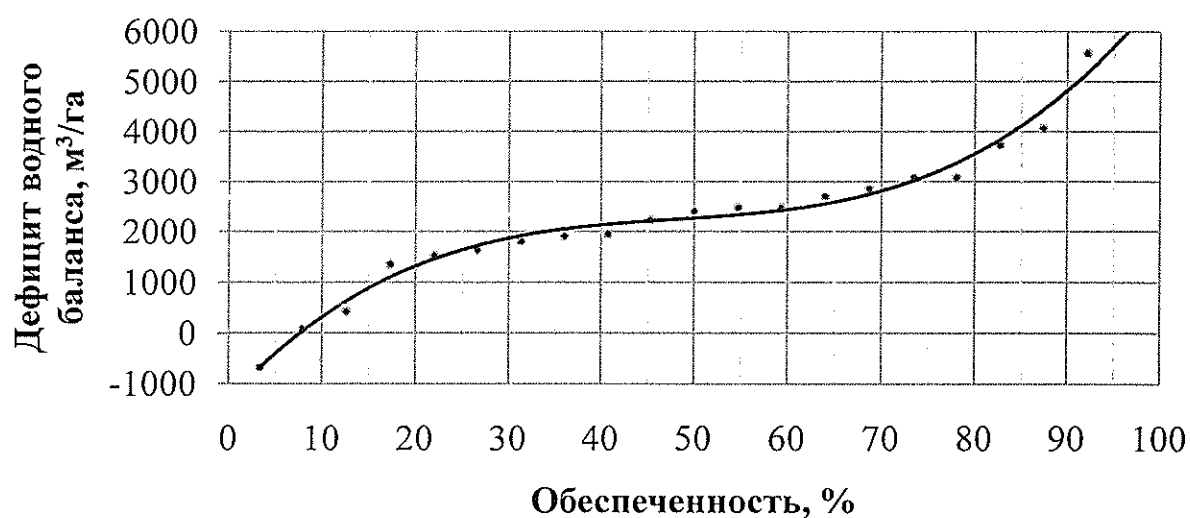


Рисунок С.13 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на силос (г. Урюпинск)

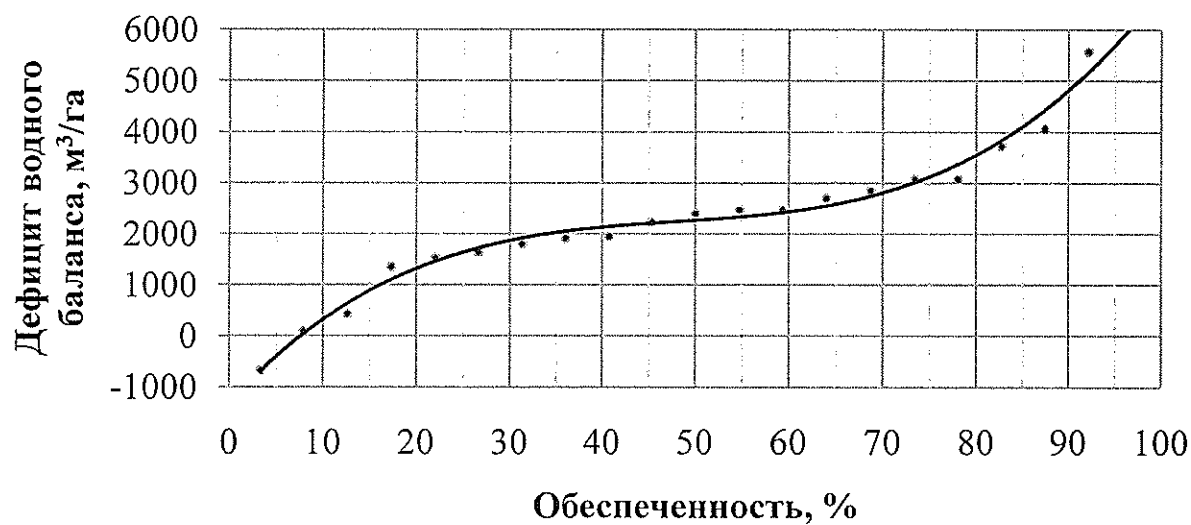


Рисунок С.14 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на силос (г. Урюпинск)

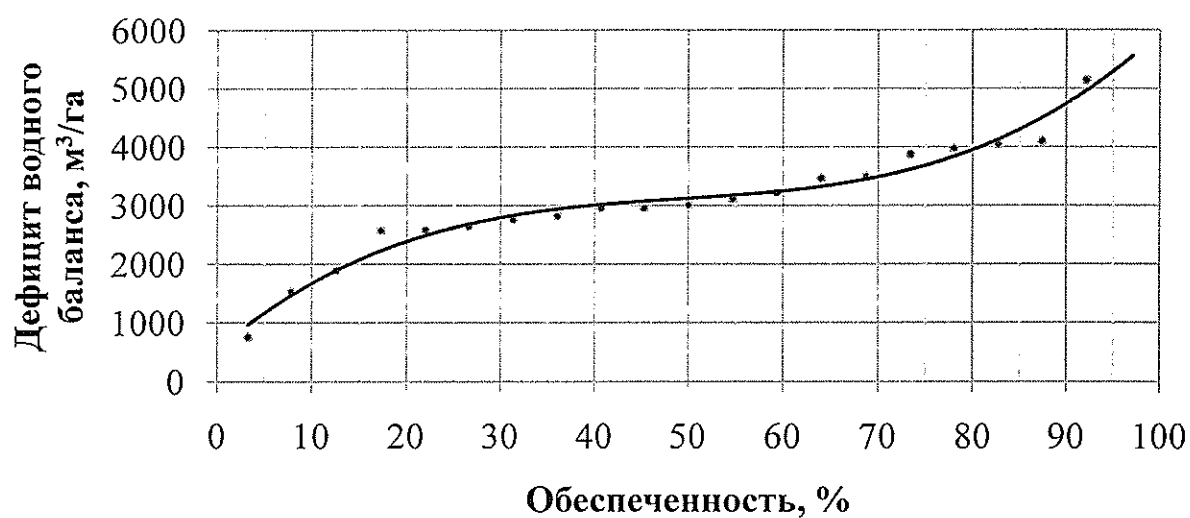


Рисунок С.15 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на силос (г. Котельниково)

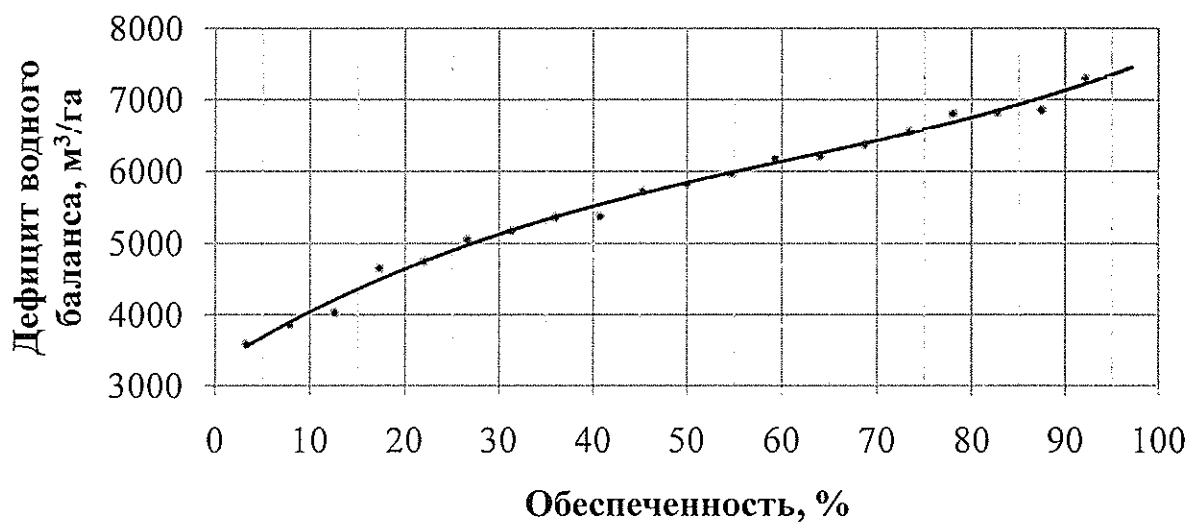


Рисунок С.16 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на силос (г. Палласовка)

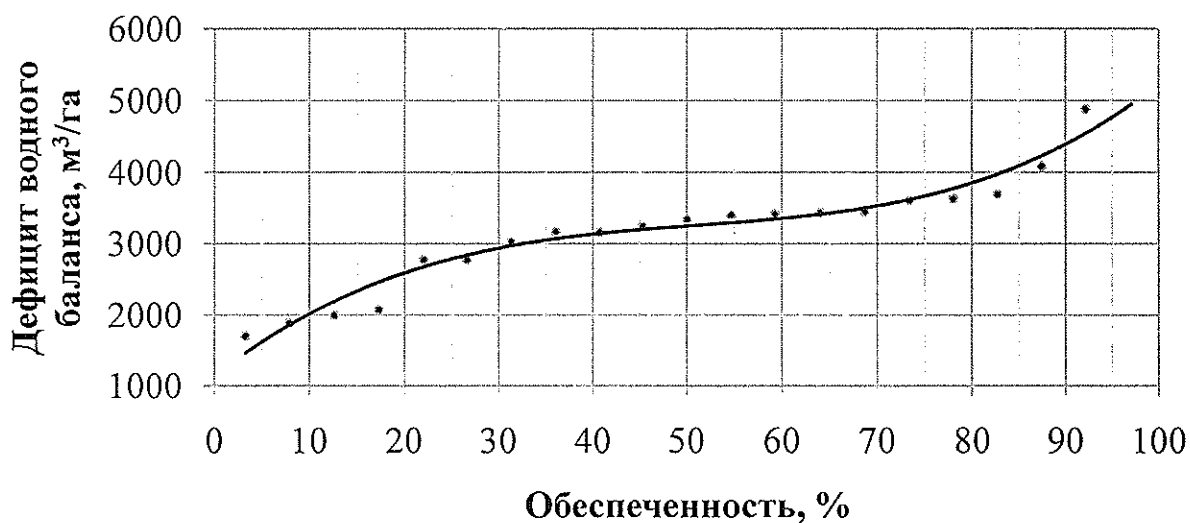


Рисунок С.17 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на зеленый корм (г. Волгоград)

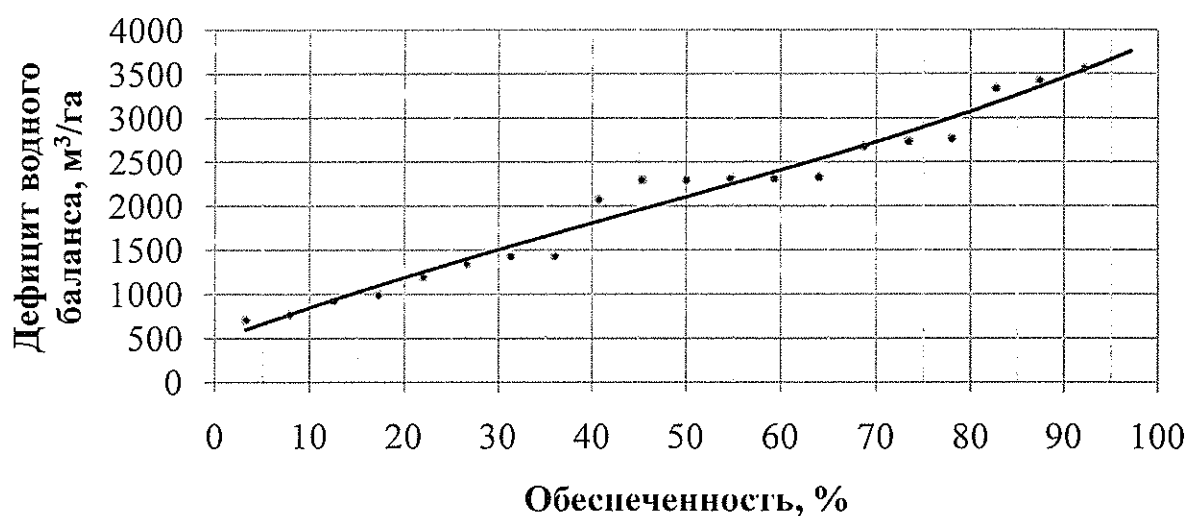


Рисунок С.18 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на зеленый корм (п.г.т. Иловля)

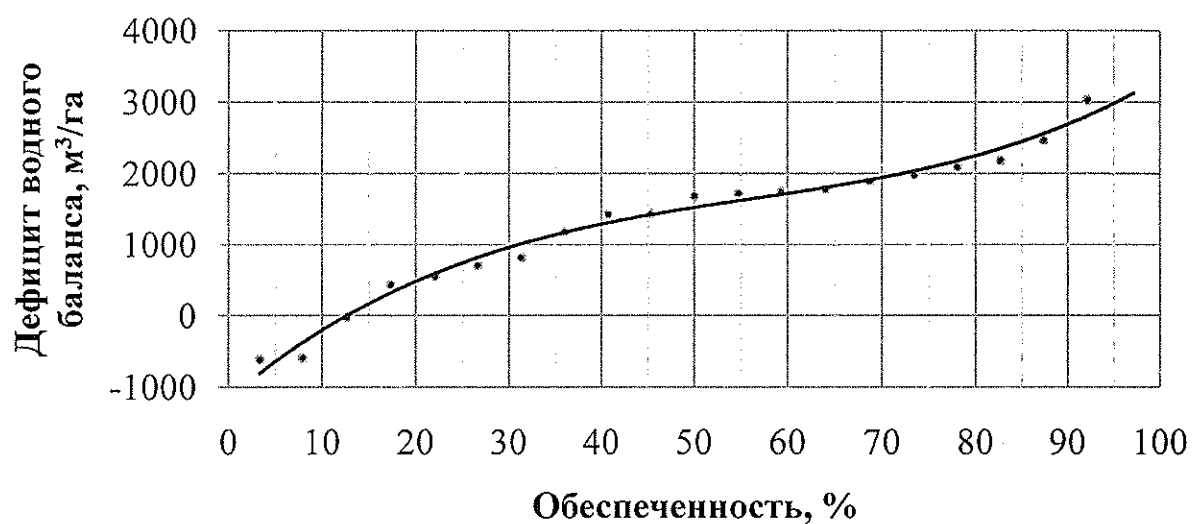


Рисунок С.19 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на зеленый корм (г. Урюпинск)

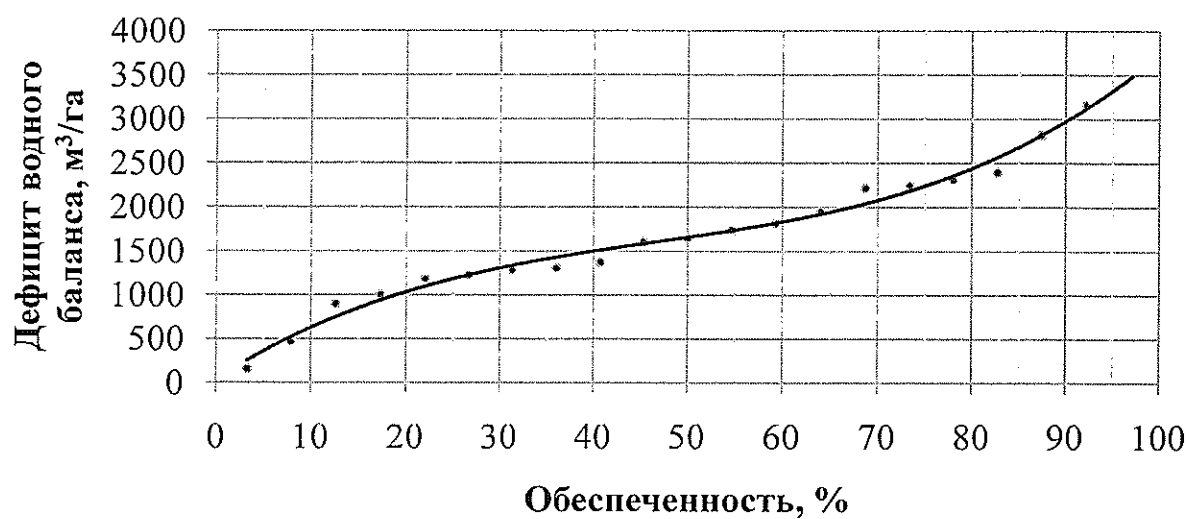


Рисунок С.20 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на зеленый корм (г. Котельниково)

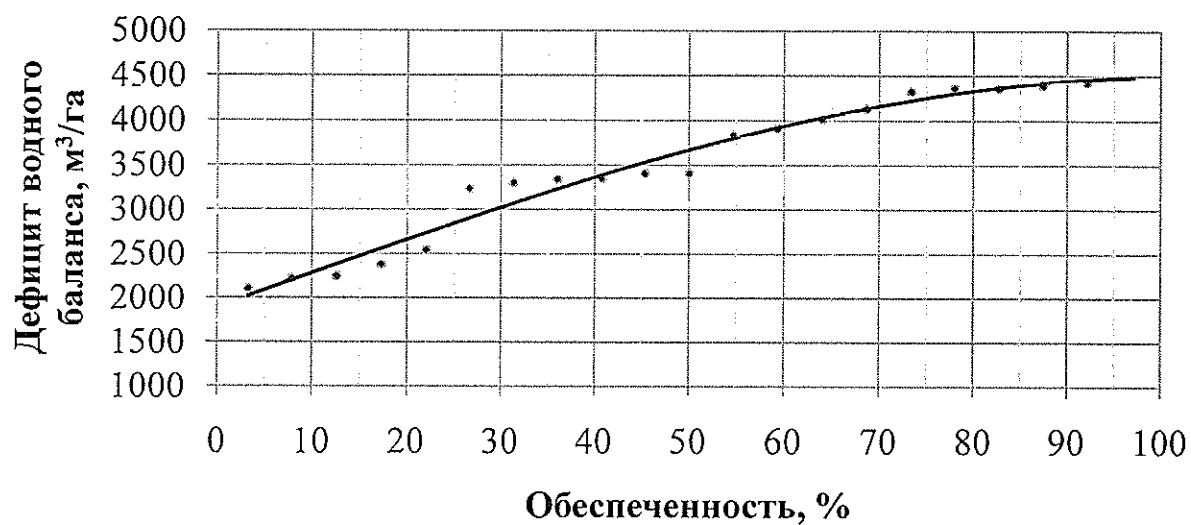


Рисунок С.21 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса кукурузы на зеленый корм (г. Палласовка)

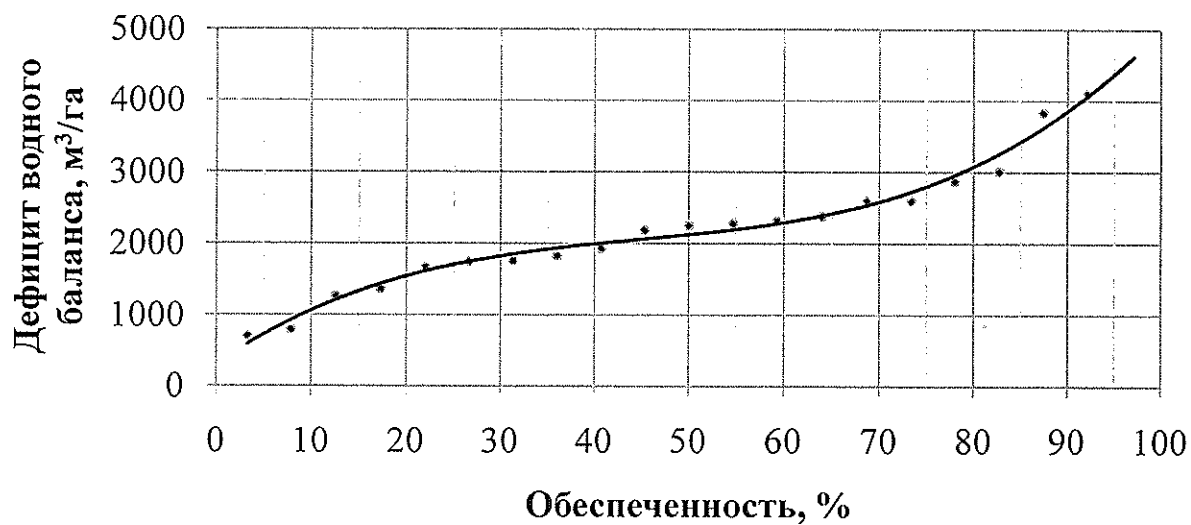


Рисунок С.22 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса озимой пшеницы (г. Волгоград)

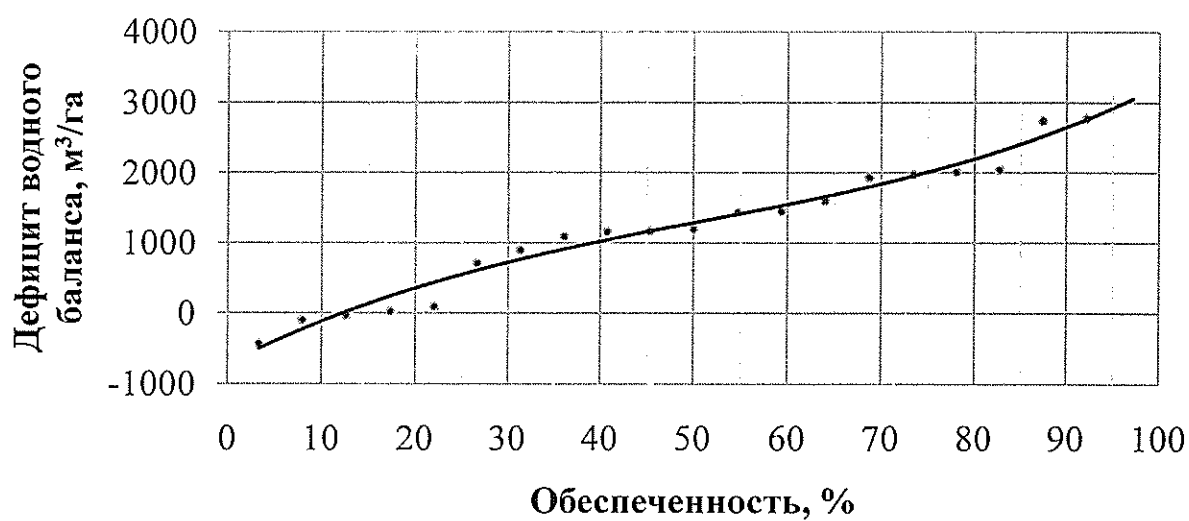


Рисунок С.23 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса озимой пшеницы (п.г.т Иловля)

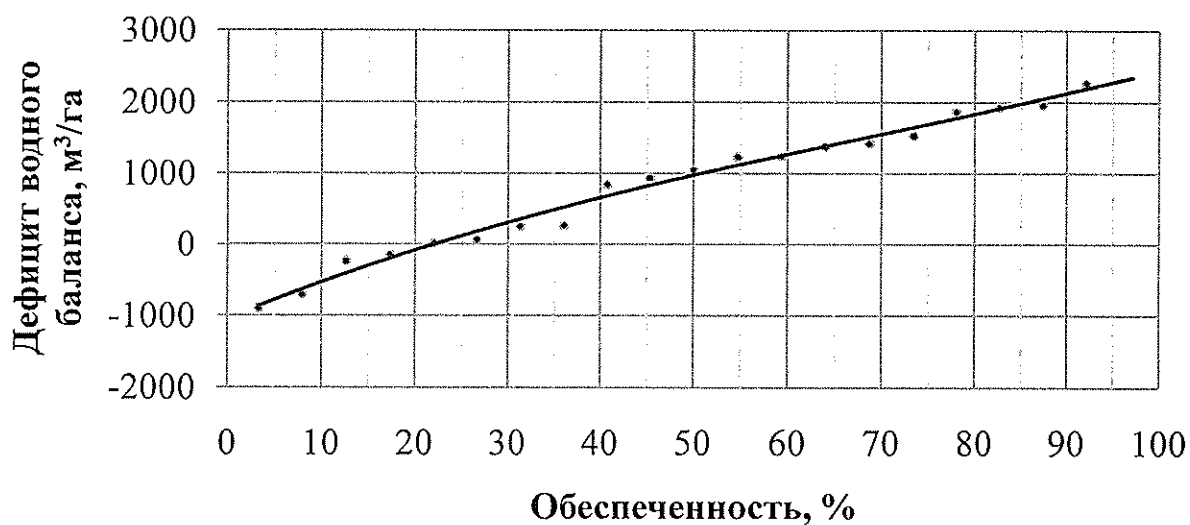


Рисунок С.24 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса озимой пшеницы (г. Урюпинск)

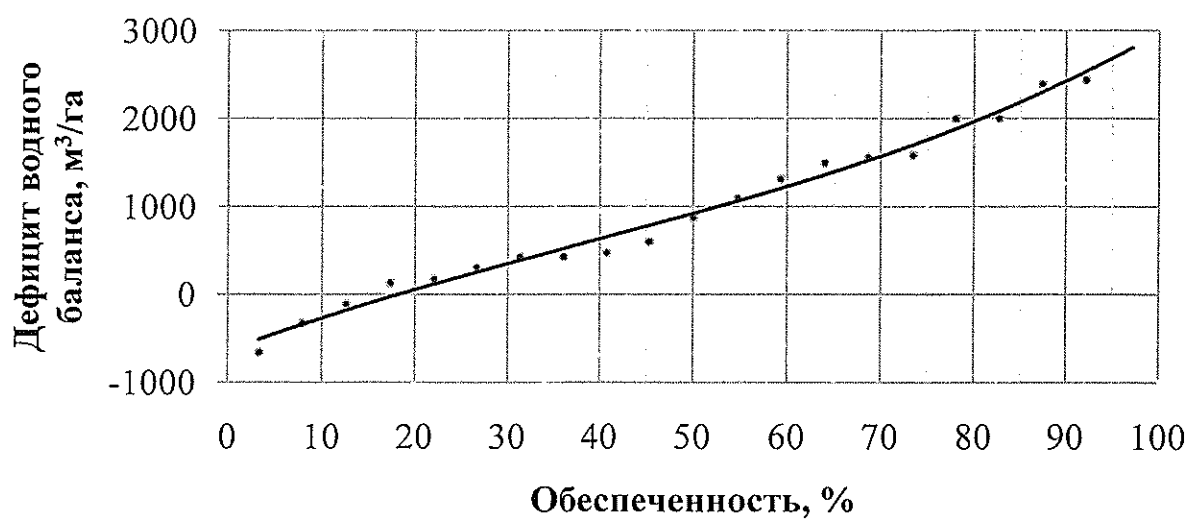


Рисунок С.25 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса озимой пшеницы (г. Котельниково)

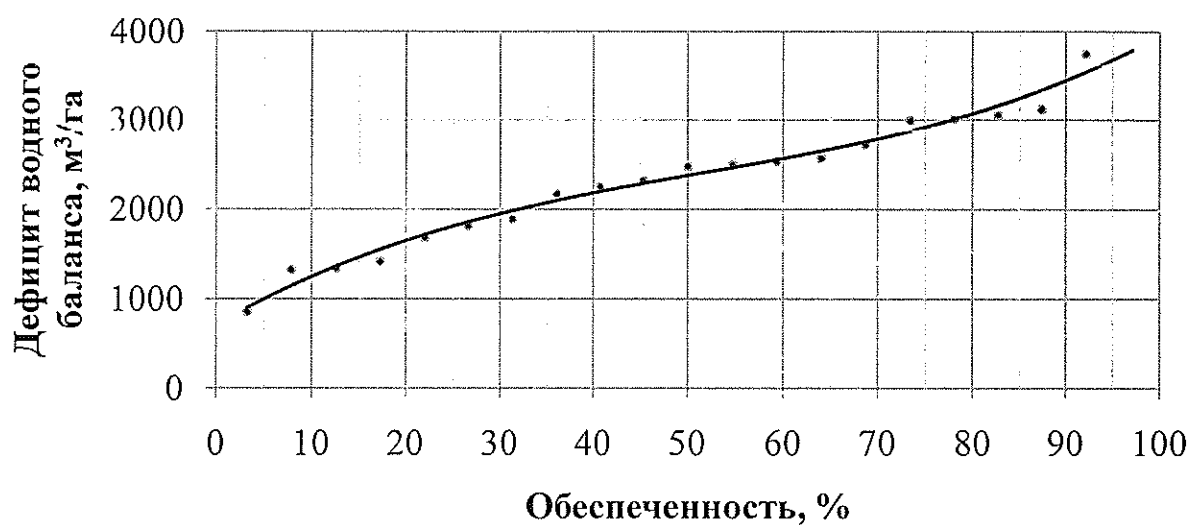


Рисунок С.26 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса озимой пшеницы (г. Палласовка)

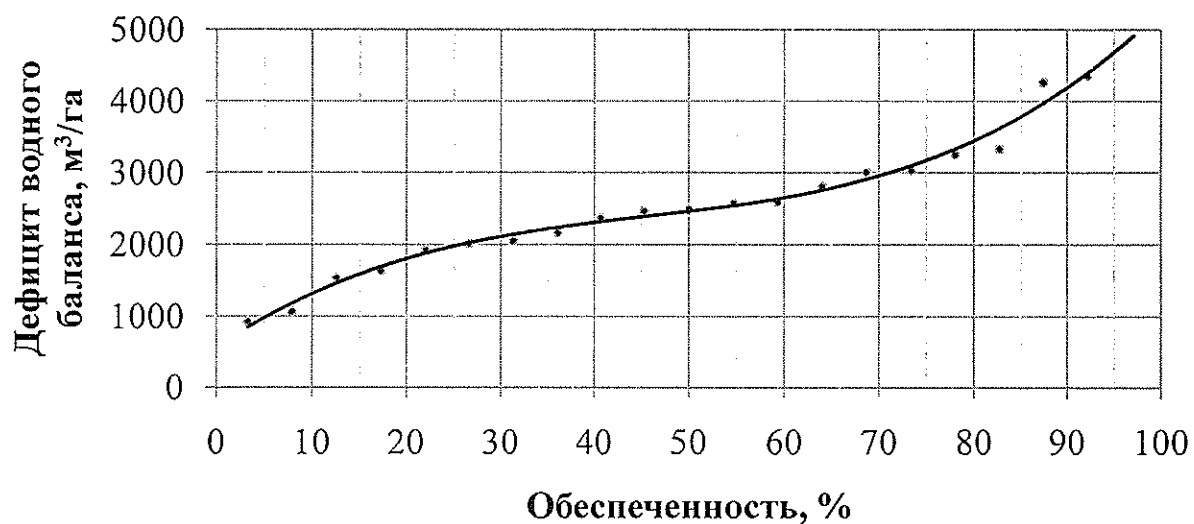


Рисунок С.27 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса яровой пшеницы (г. Волгоград)

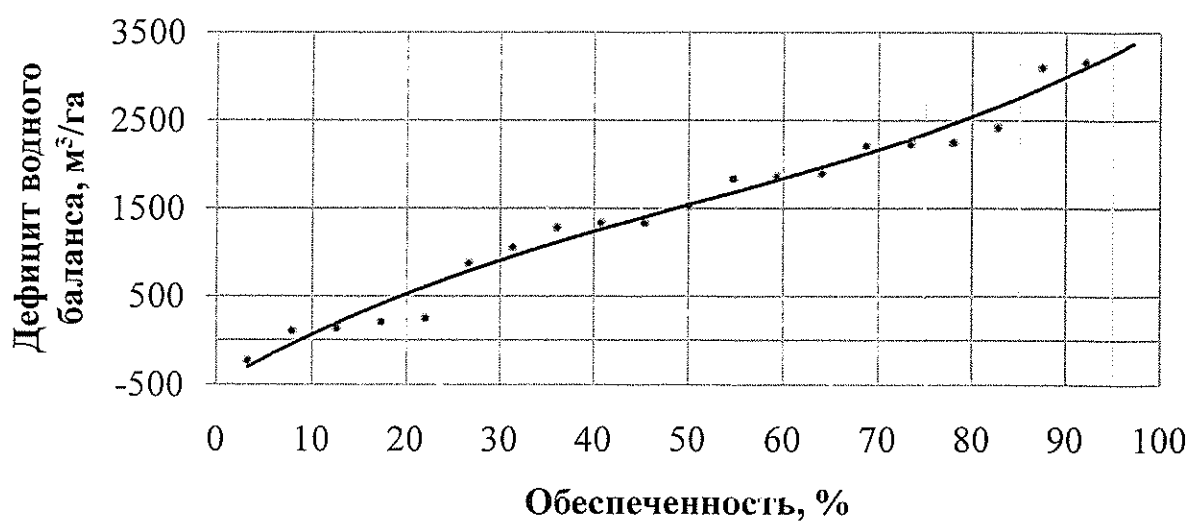


Рисунок С.28 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса яровой пшеницы (п.г.т. Иловля)

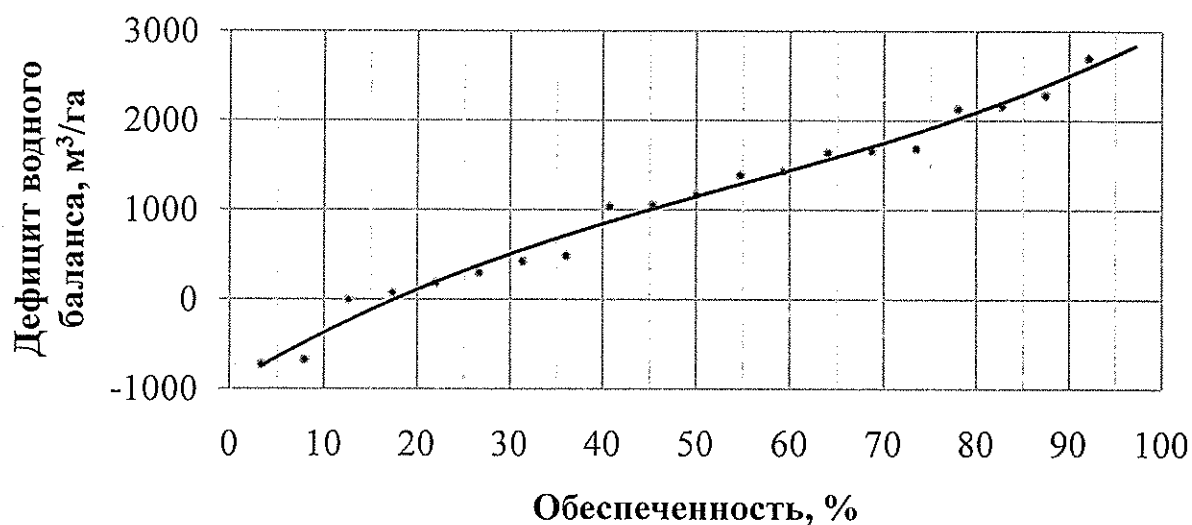


Рисунок С.29 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса яровой пшеницы (г. Урюпинск)

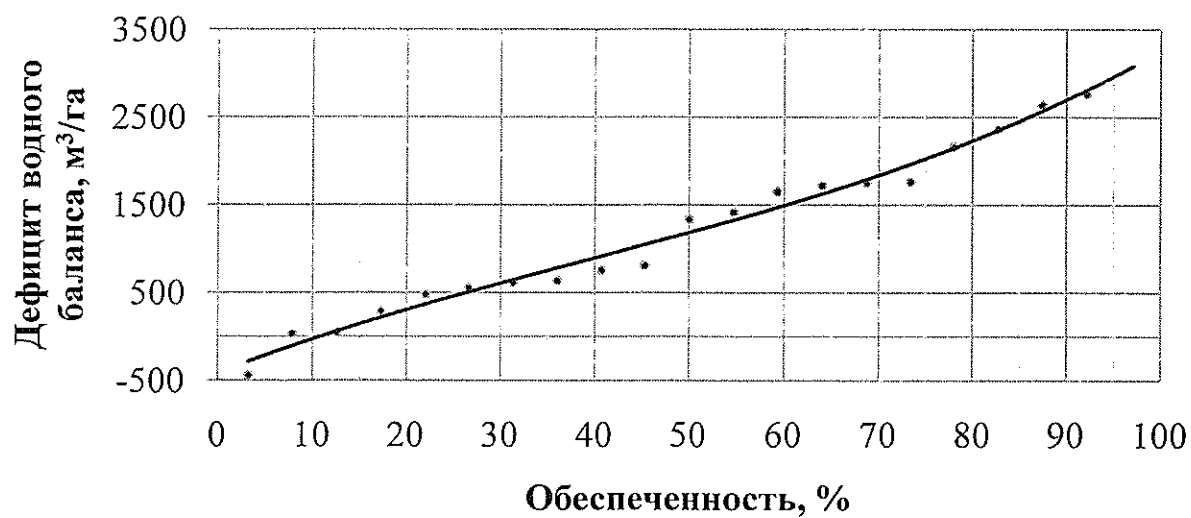


Рисунок С.30 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса яровой пшеницы (г. Котельниково)

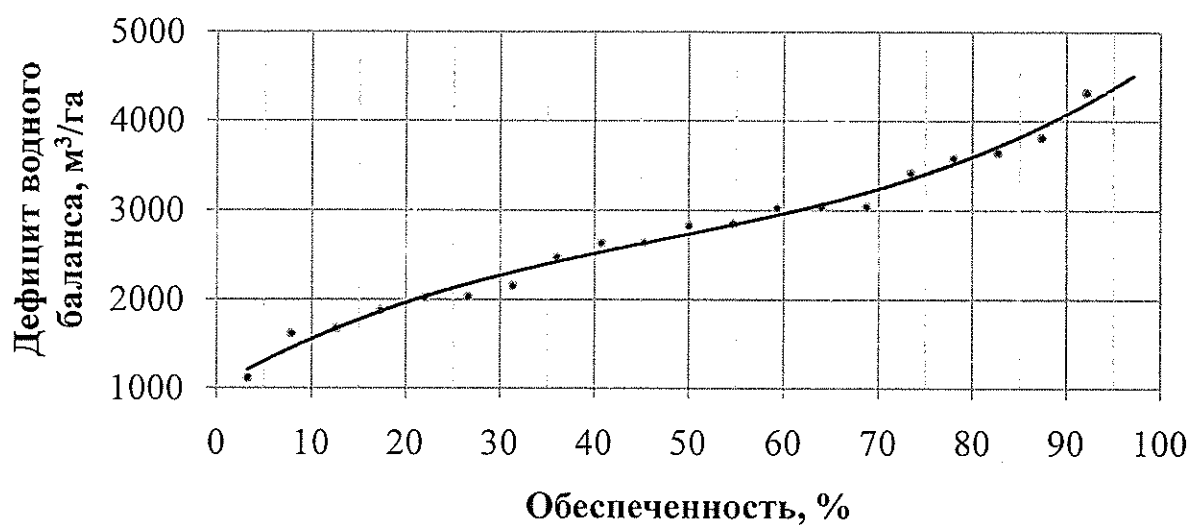


Рисунок С.31 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса яровой пшеницы (г. Палласовка)

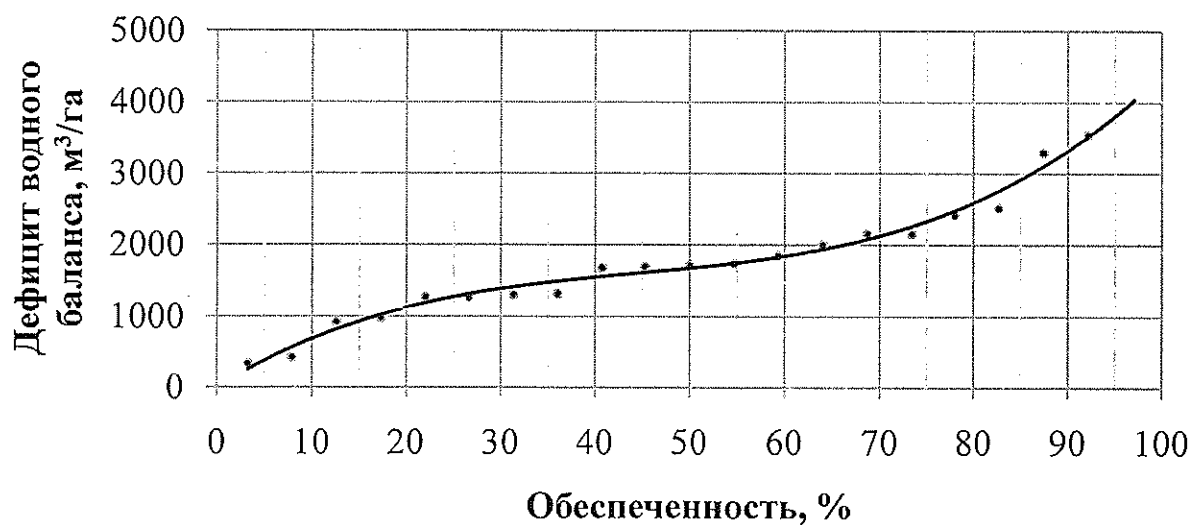


Рисунок С.32 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита

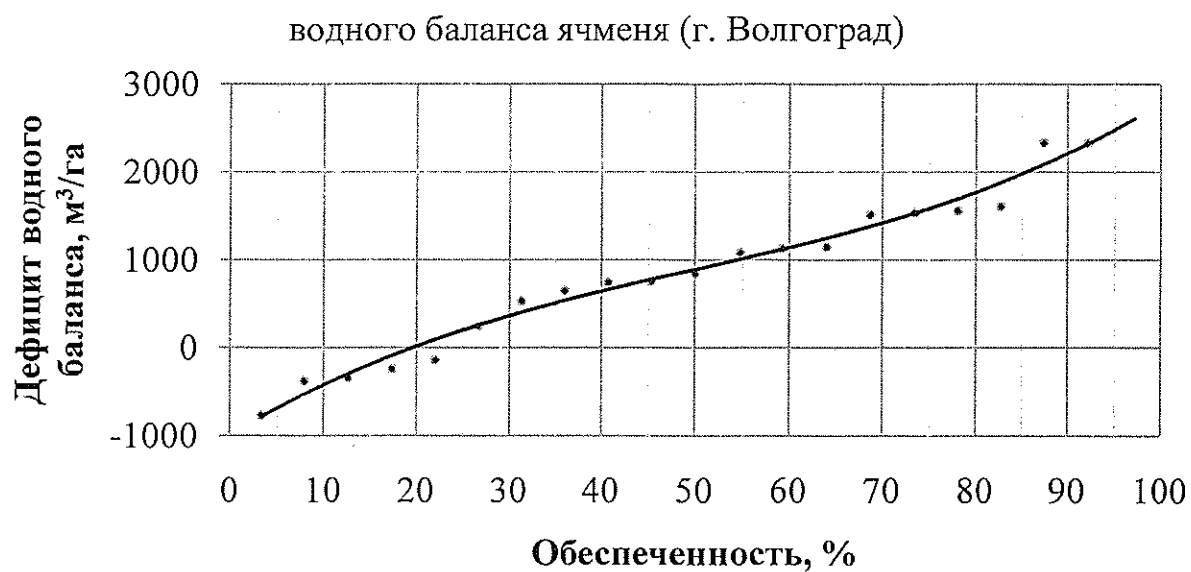


Рисунок С.33 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса ячменя (п.г.т. Иловля)

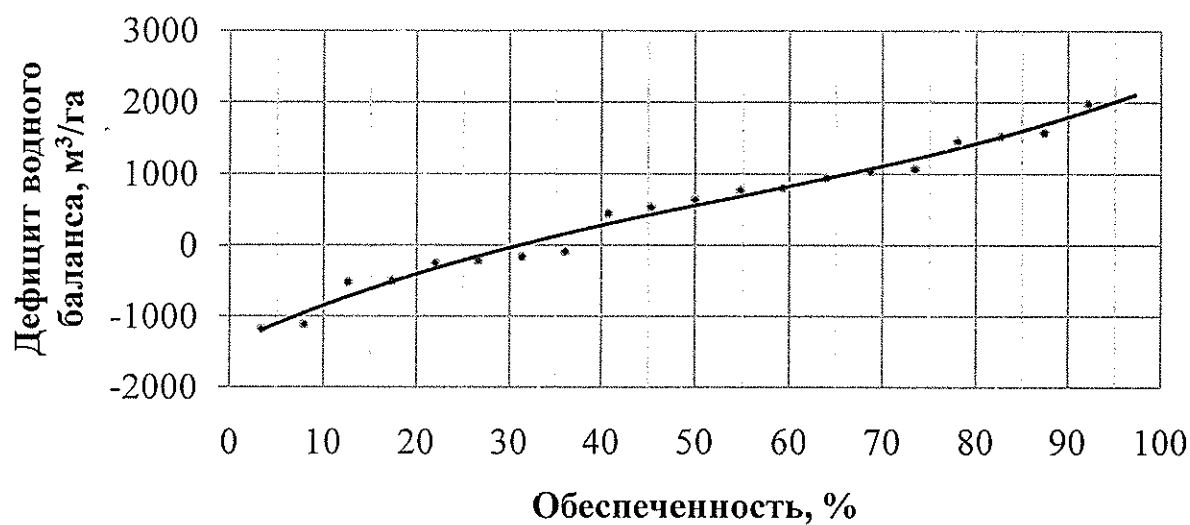


Рисунок С.34 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса ячменя (г. Урюпинск)

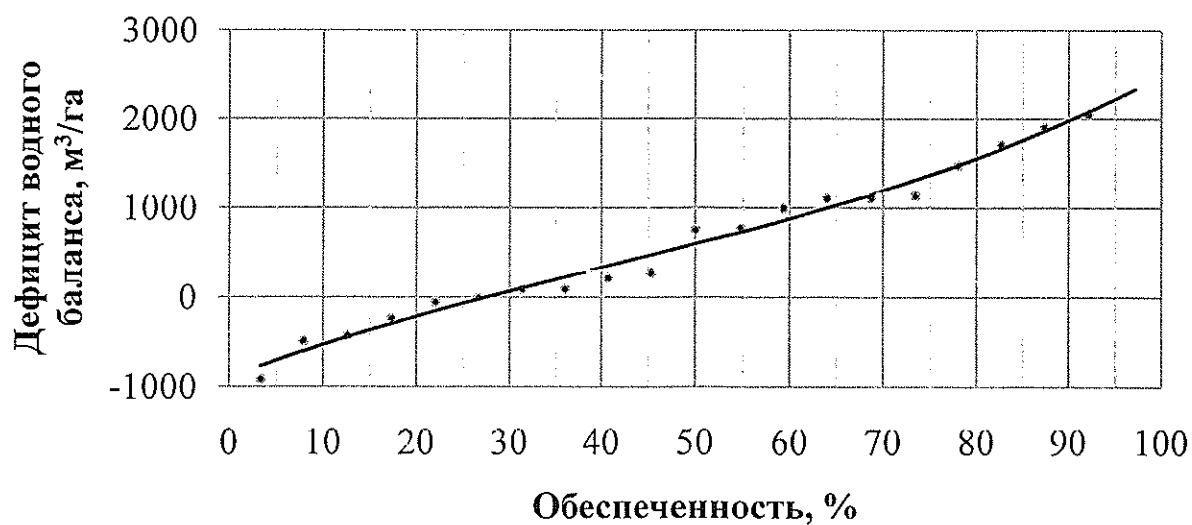


Рисунок С.35 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса ячменя (г. Котельниково)

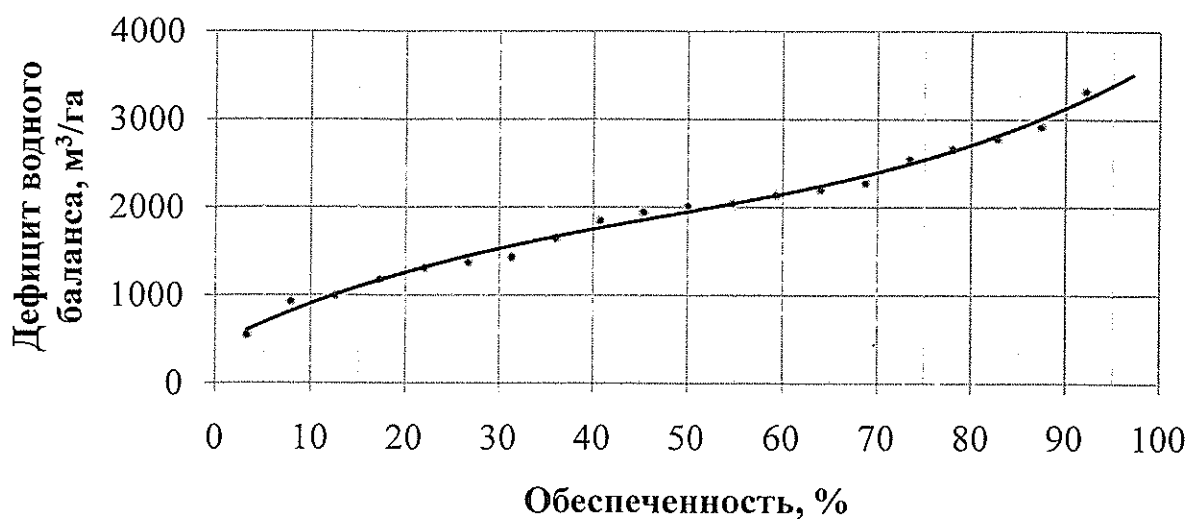


Рисунок С.36 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса ячменя (г. Палласовка)

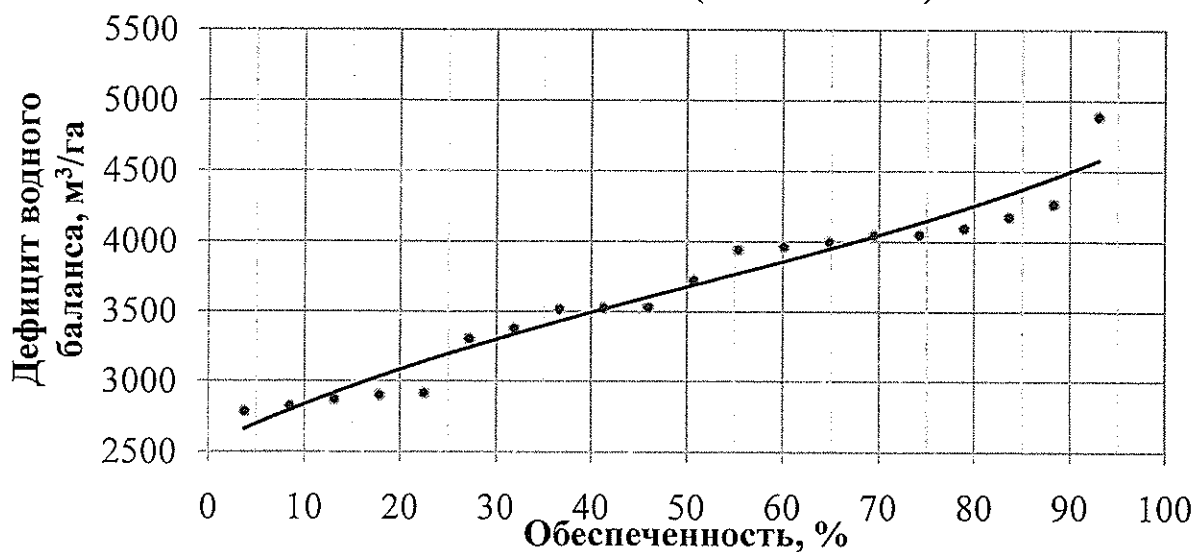


Рисунок С.37 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сои (г. Волгоград)

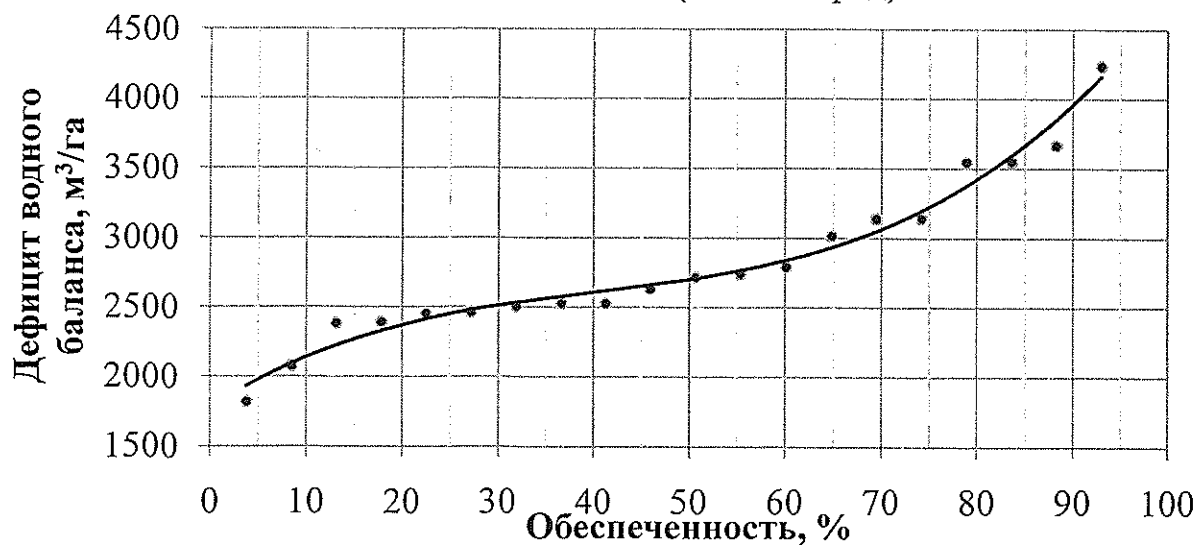


Рисунок С.38 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сои (р.п. Иловля)

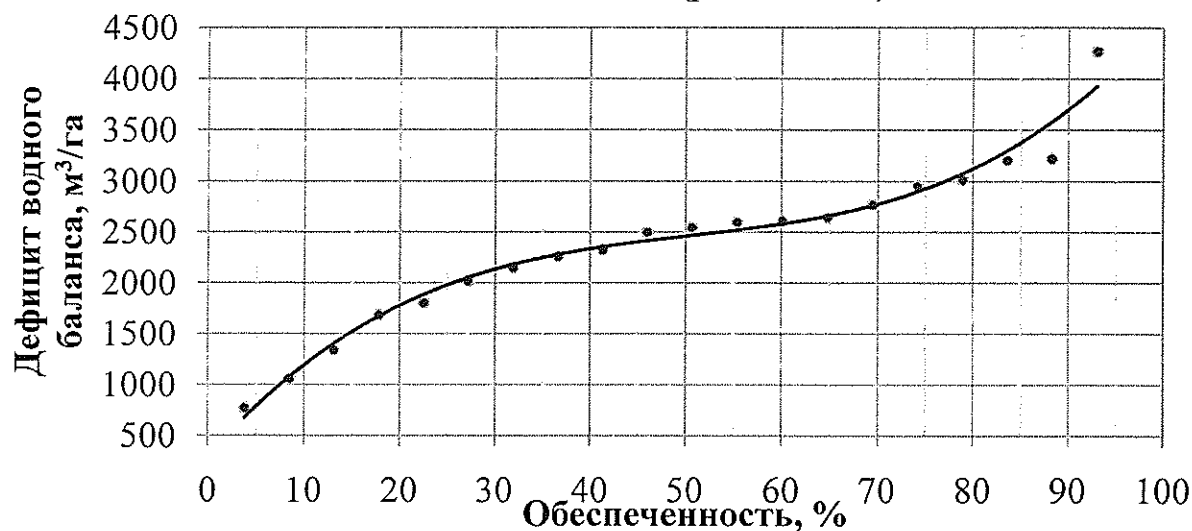


Рисунок С.39 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сои (г. Урюпинск)

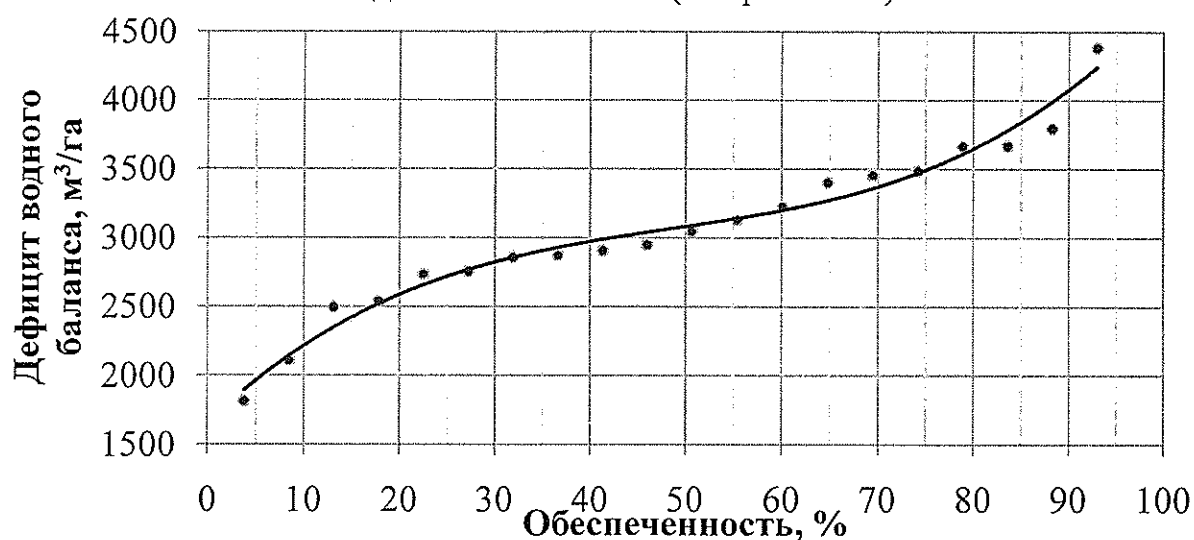


Рисунок С.40 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сои (г. Котельниково)

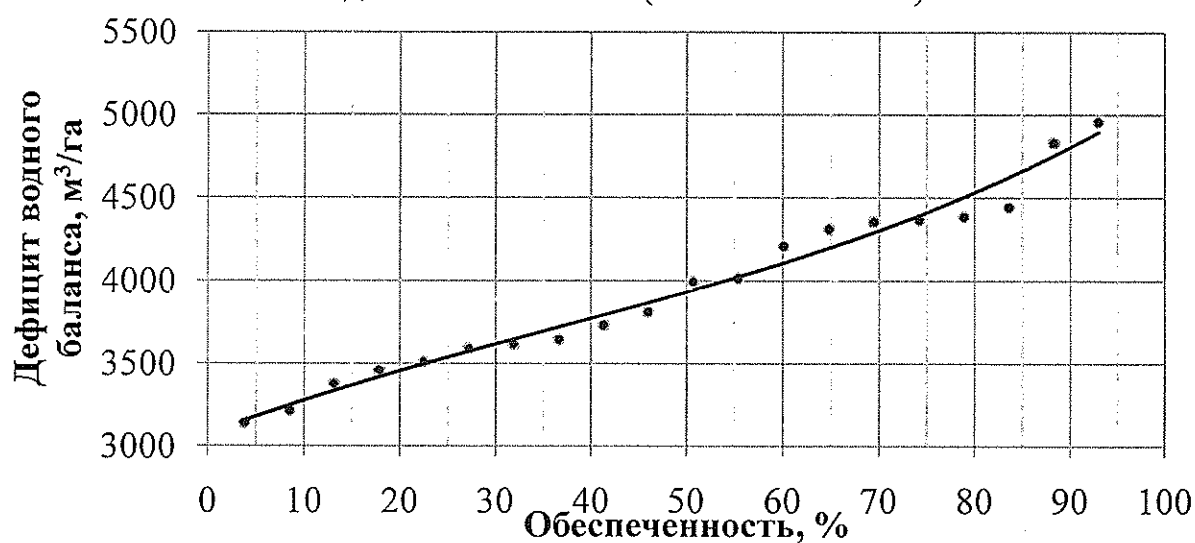


Рисунок С.41 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита

водного баланса сои (г. Палласовка)

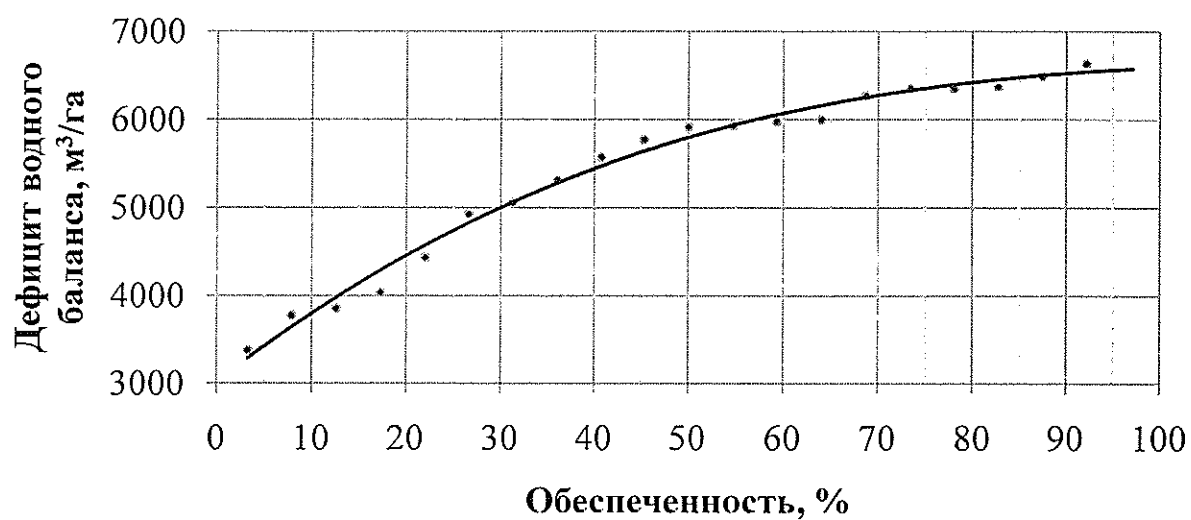


Рисунок С.42 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса люцерны (г. Волгоград)

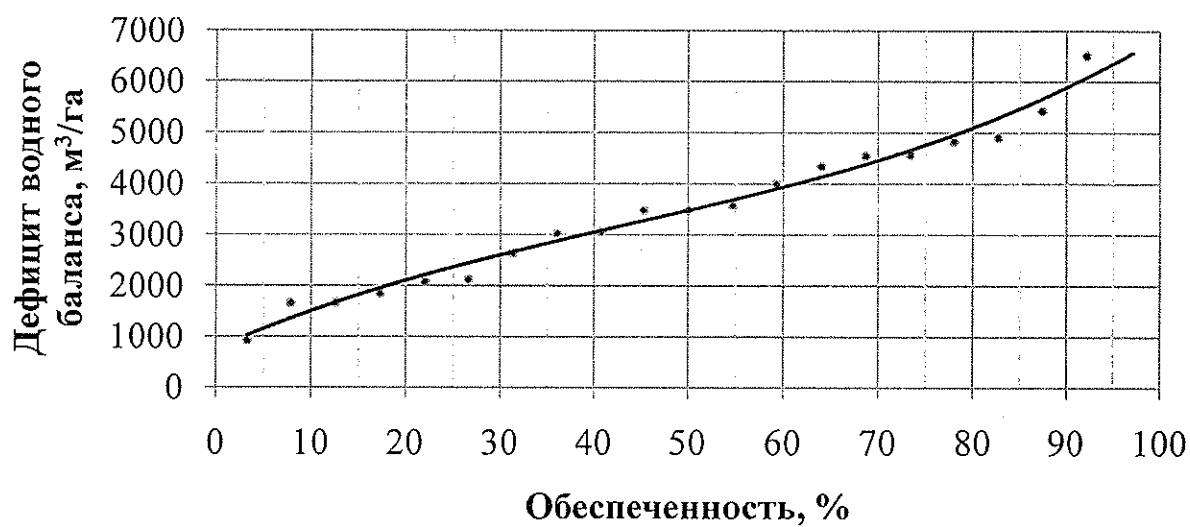


Рисунок С.43 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса люцерны (п.г.т. Иловля)

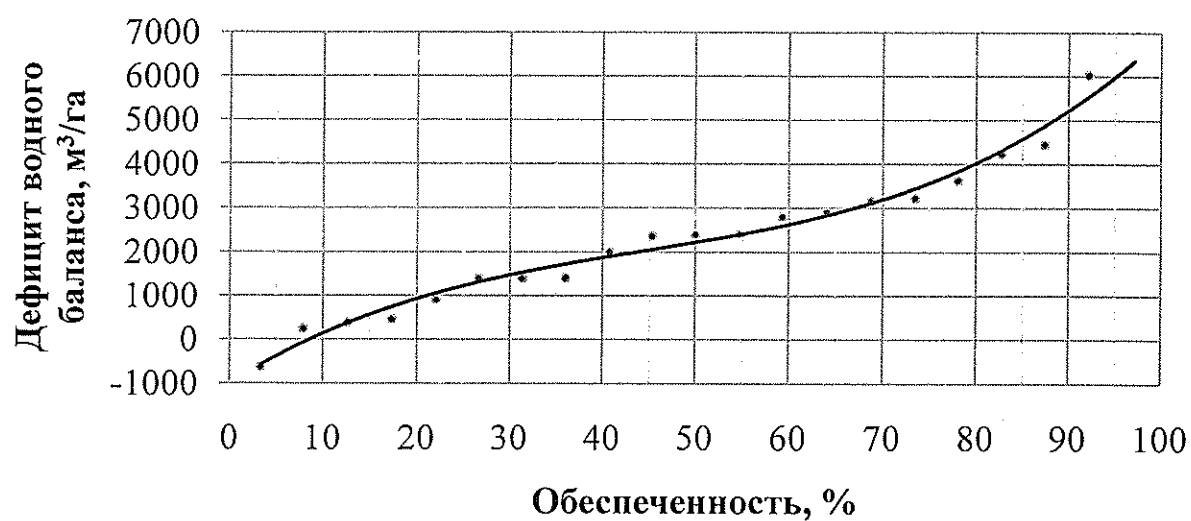


Рисунок С.44 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса люцерны (г. Урюпинск)

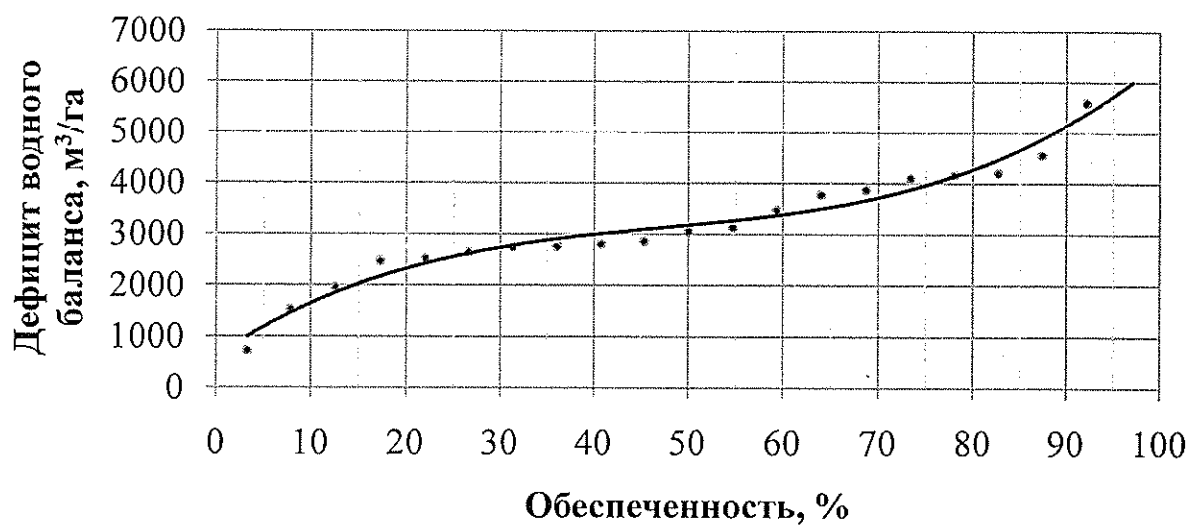


Рисунок С.45 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса люцерны (г. Котельниково)

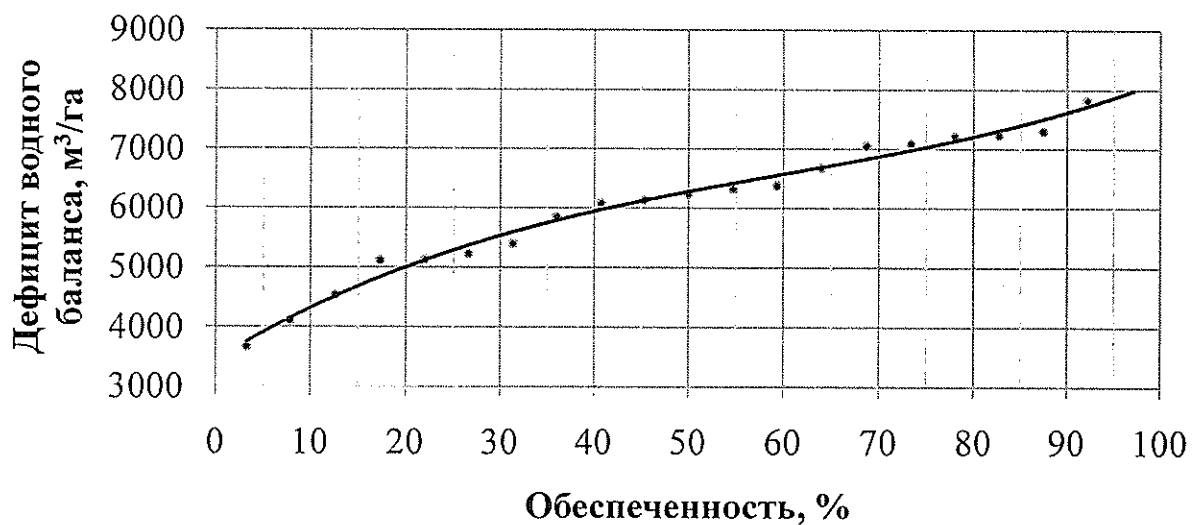


Рисунок С.46 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита

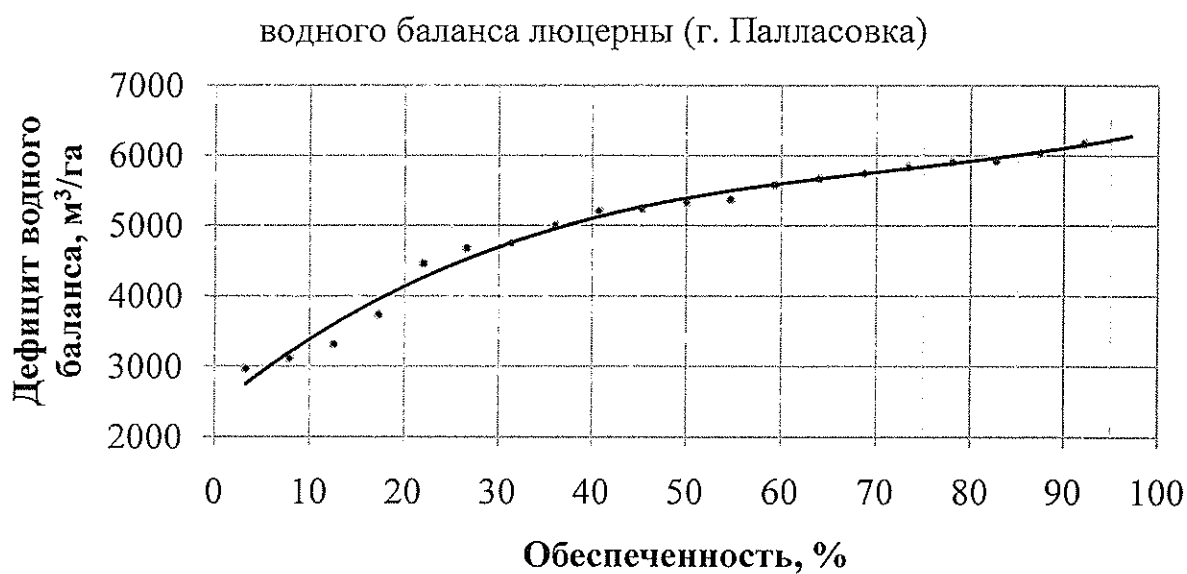


Рисунок С.47 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса суданки на сено (г. Волгоград)

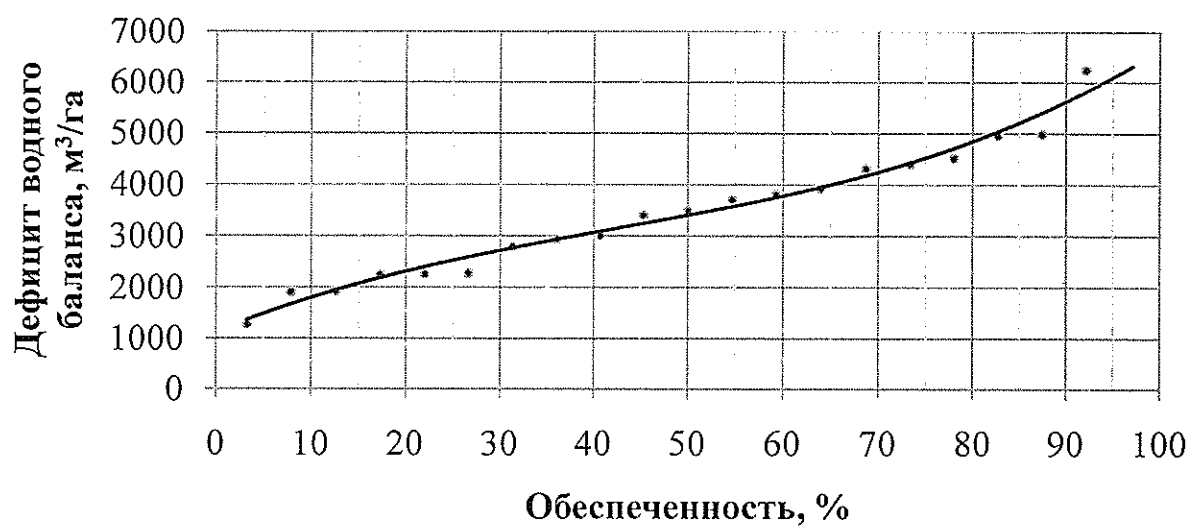


Рисунок С.48 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса суданки на сено (п.г.т. Иловля)

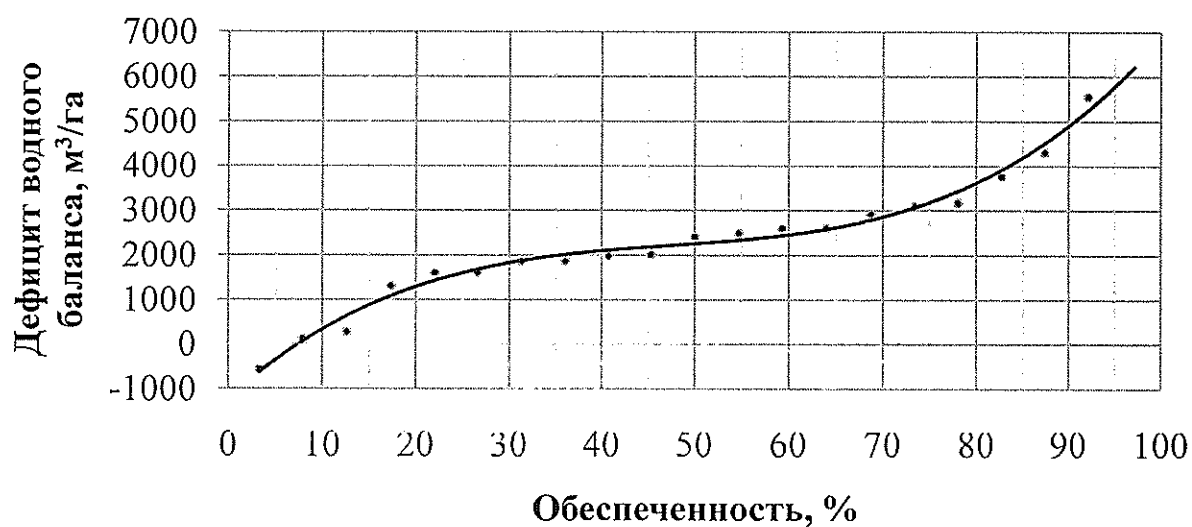


Рисунок С.49 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса суданки на сено (г. Урюпинск)

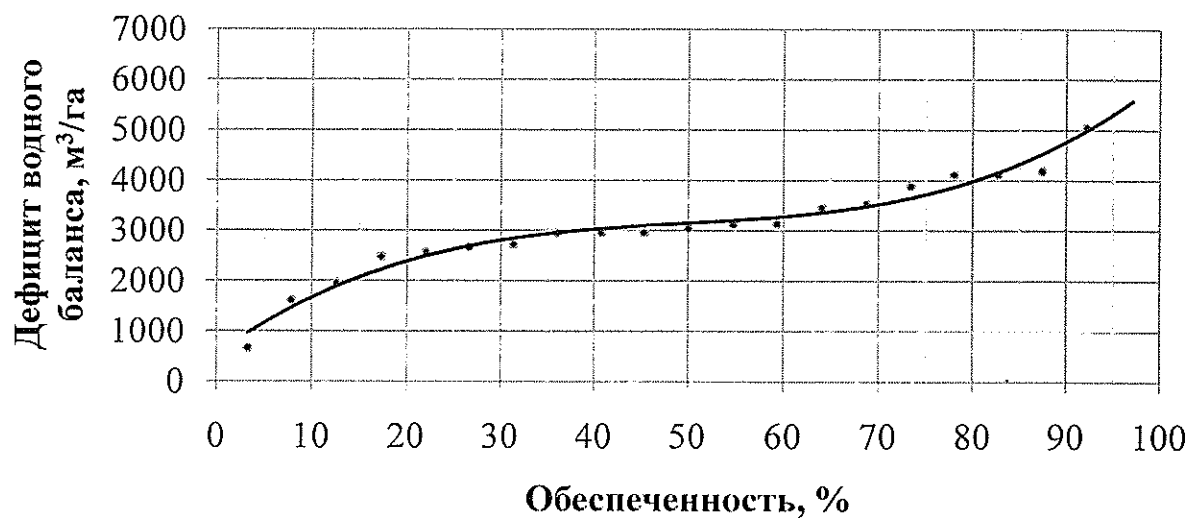


Рисунок С.50 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса суданки на сено (г. Котельниково)

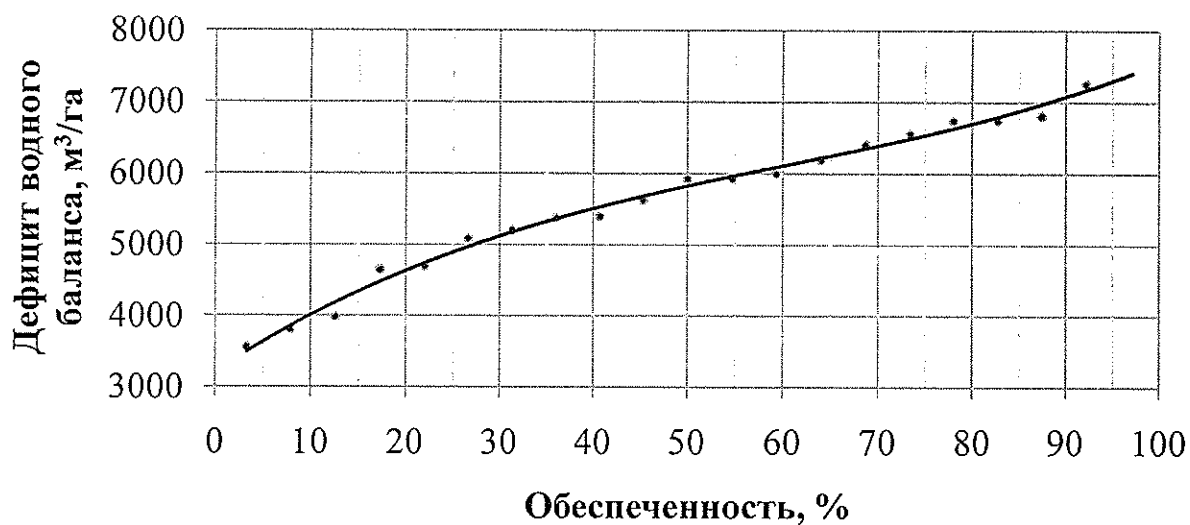


Рисунок С.51 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса суданки на сено (г. Палласовка)

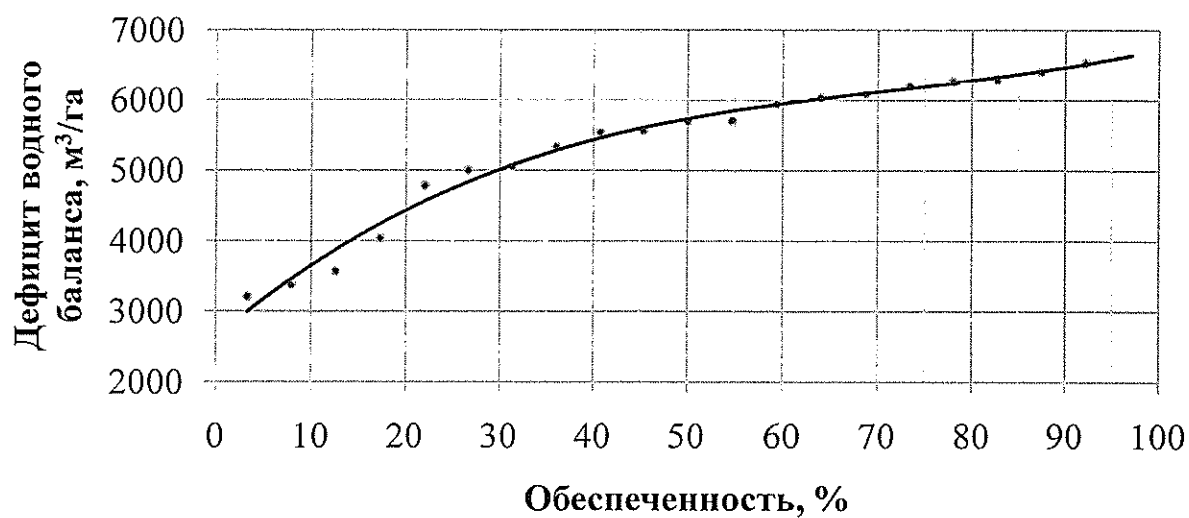


Рисунок С.52 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на зерно (г. Волгоград)

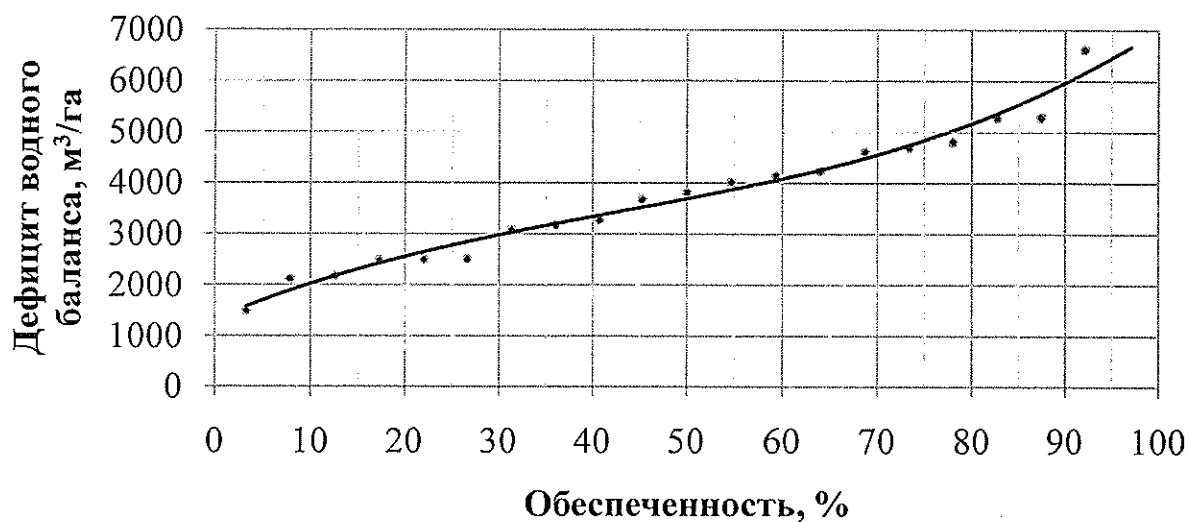


Рисунок С.53 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на зерно (п.г.т. Иловля)

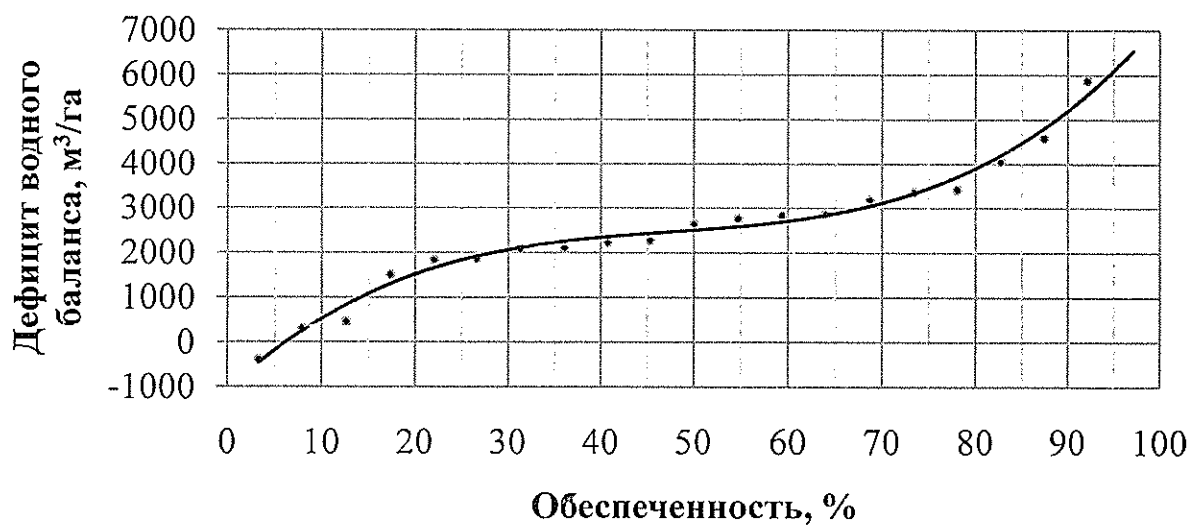


Рисунок С.54 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита

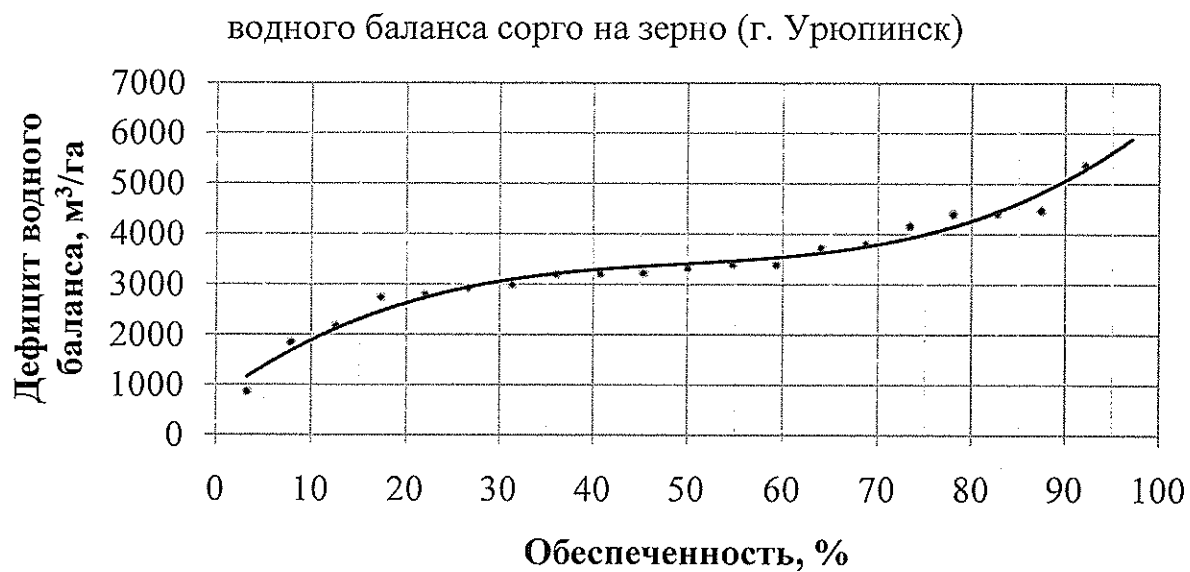


Рисунок С.55 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на зерно (г. Котельниково)

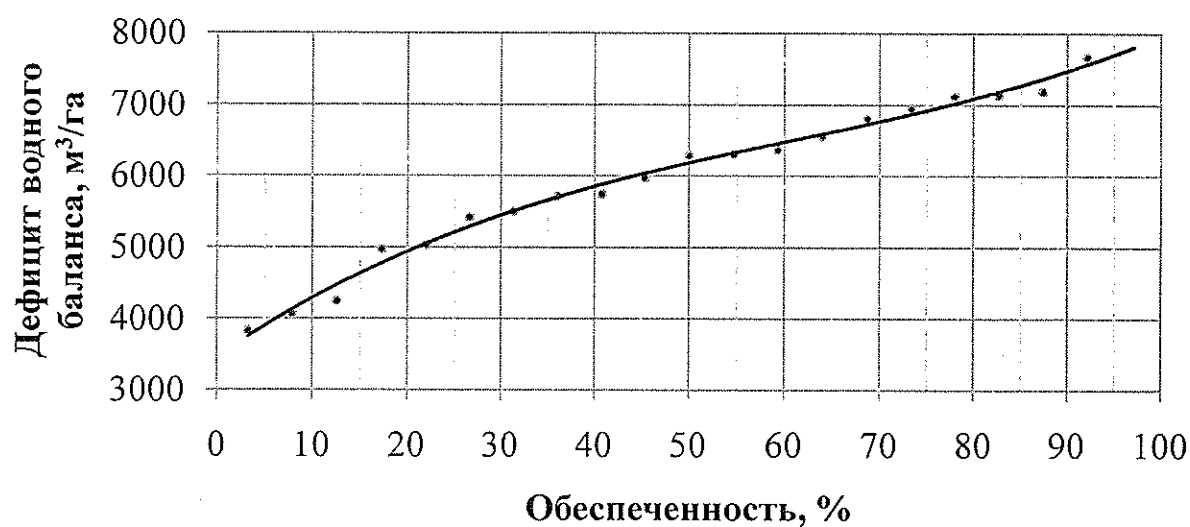


Рисунок С.56 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на зерно (г. Палласовка)

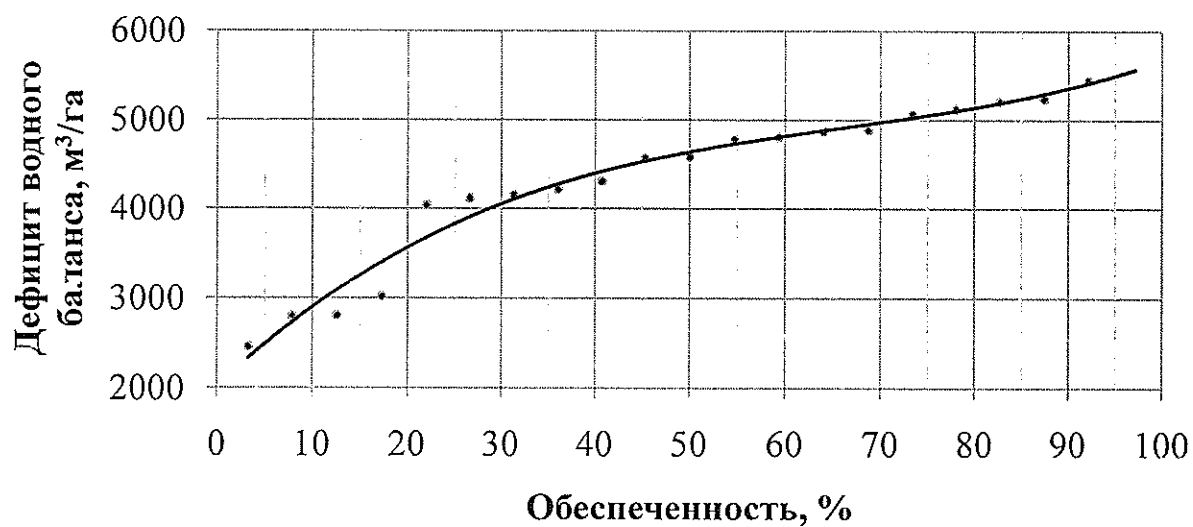


Рисунок С.57 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на силос (г. Волгоград)

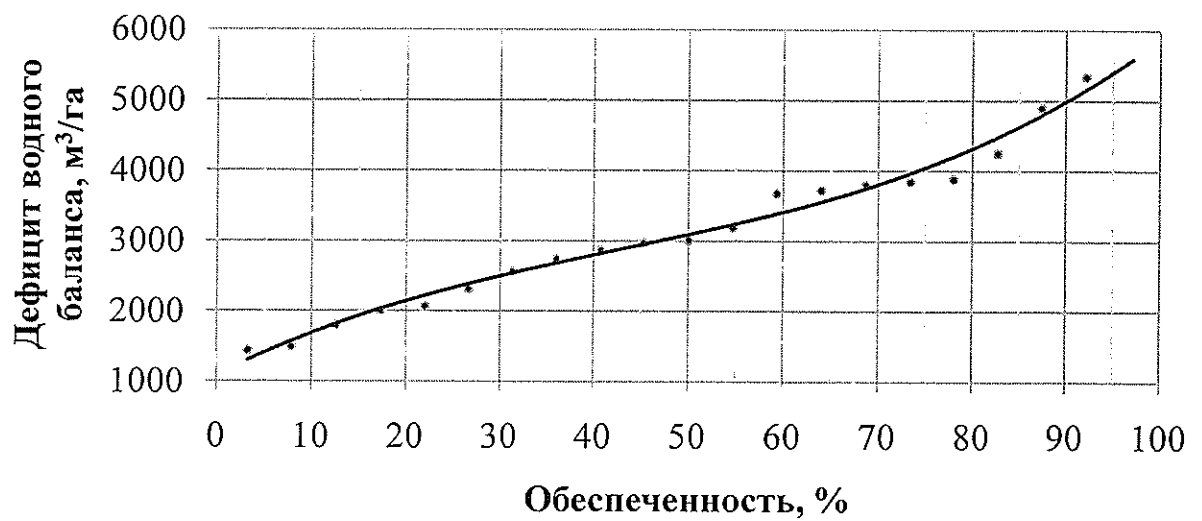


Рисунок С.58 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на силос (п.г.т. Иловля)

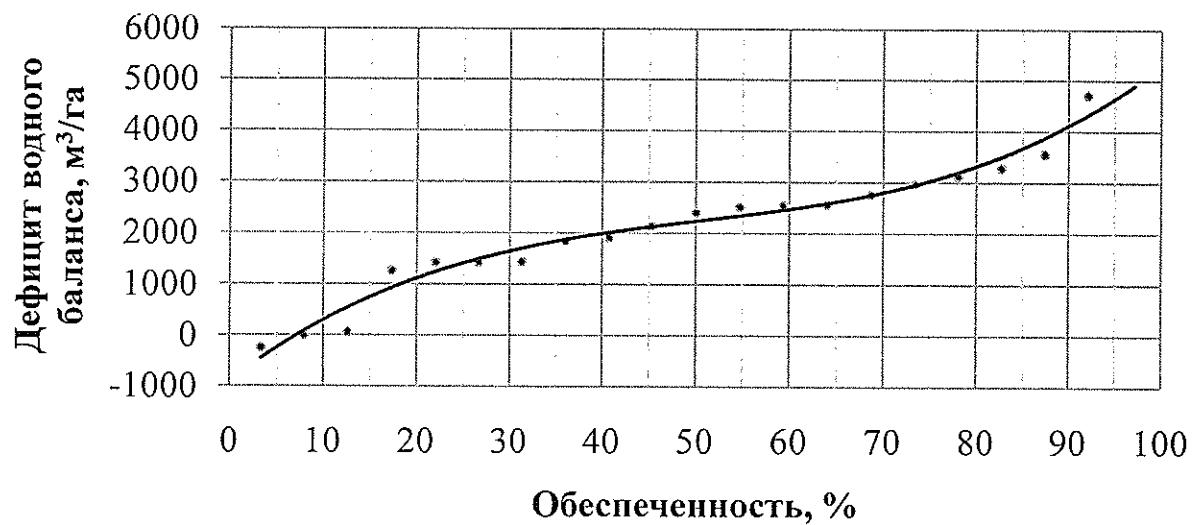


Рисунок С.59 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на силос (г. Урюпинск)

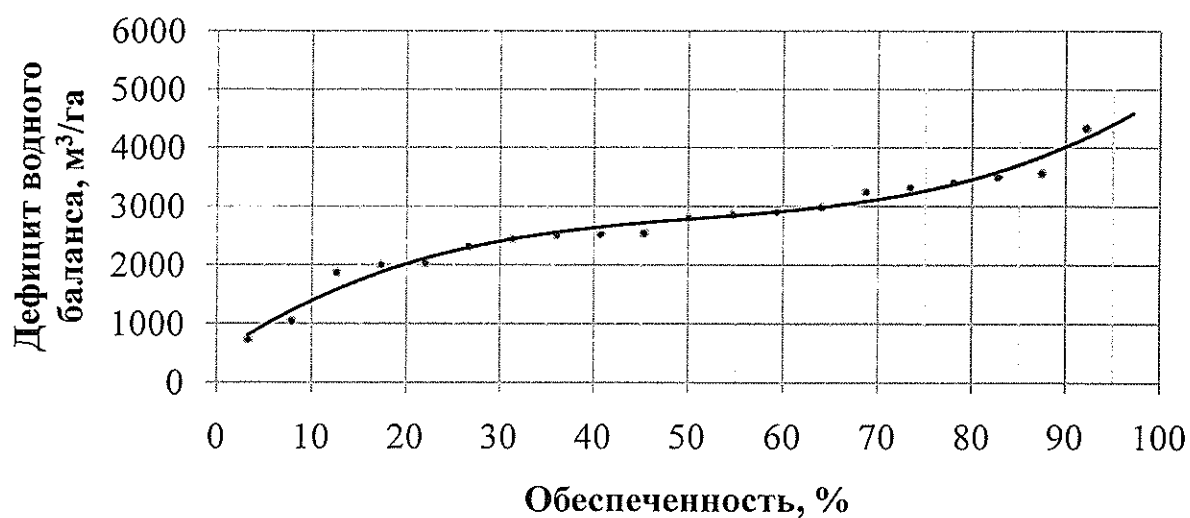


Рисунок С.60 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на силос (г. Котельниково)

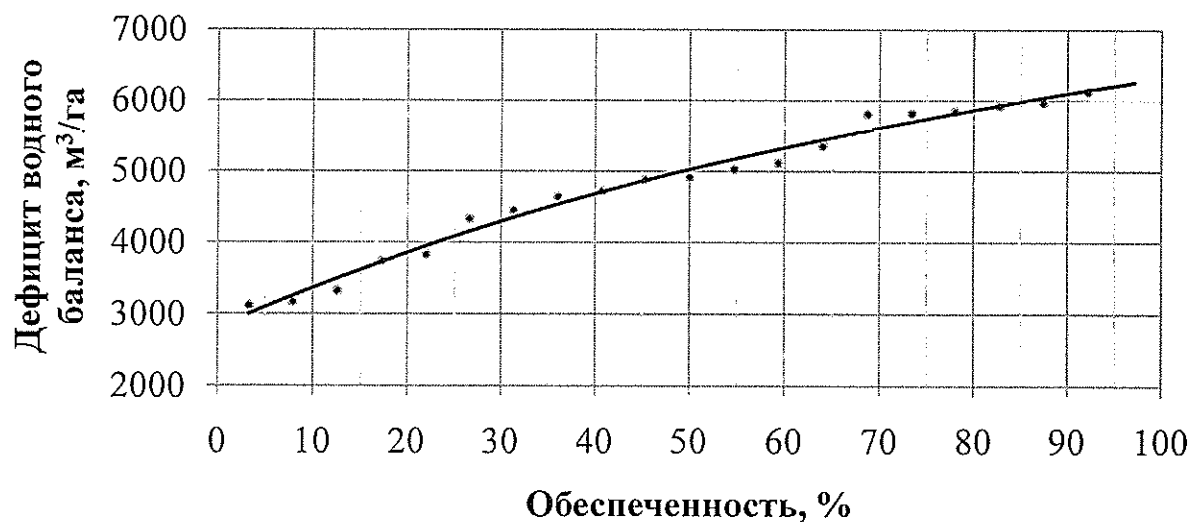


Рисунок С.61 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на силос (г. Палассовка)

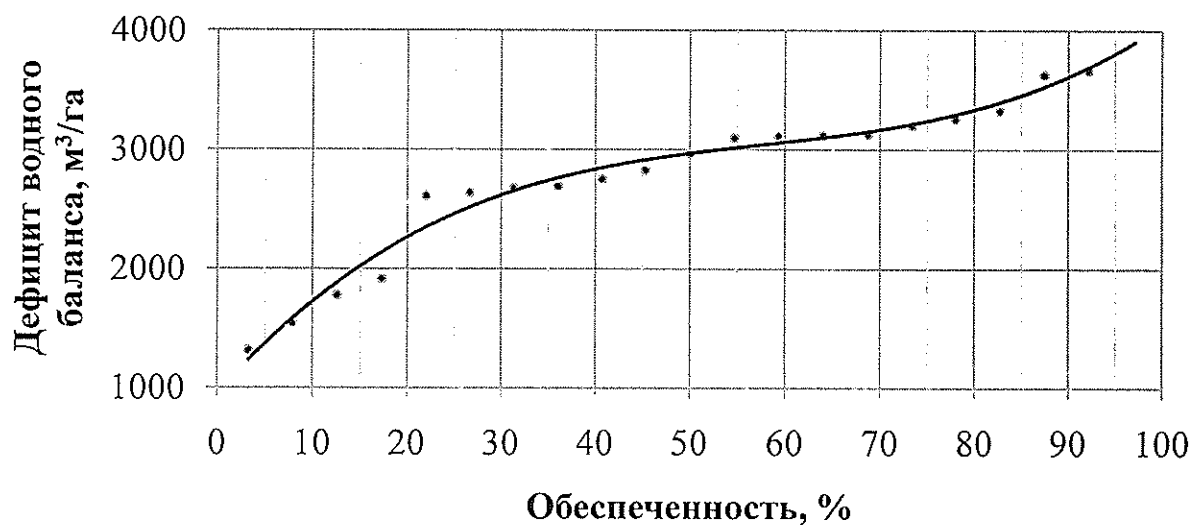


Рисунок С.62 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита

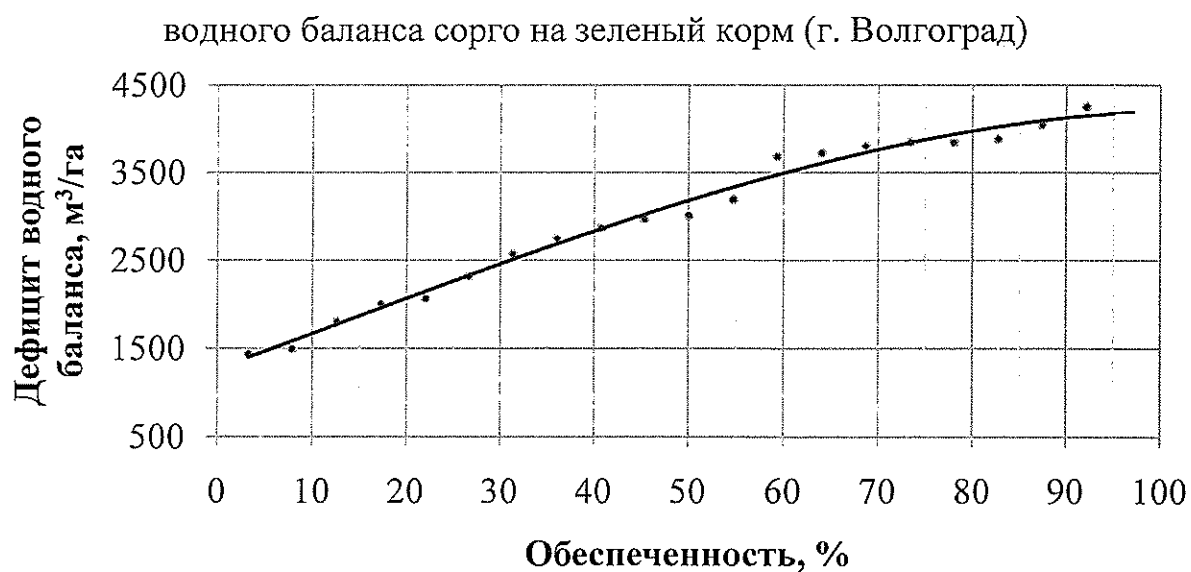


Рисунок С.63 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на зеленый корм (п.г.т. Иловля)

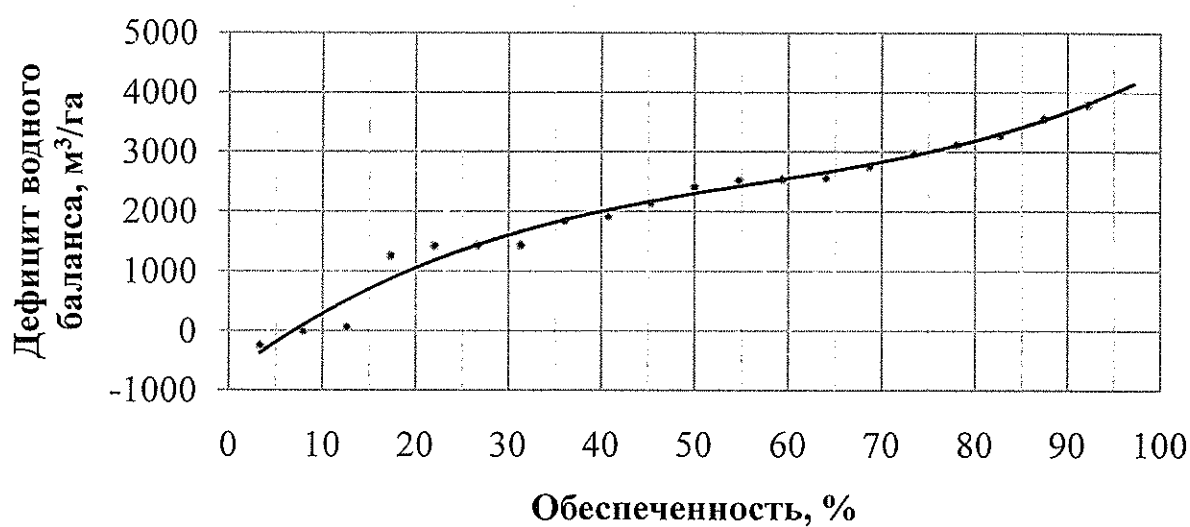


Рисунок С.64 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на зеленый корм (г. Урюпинск)

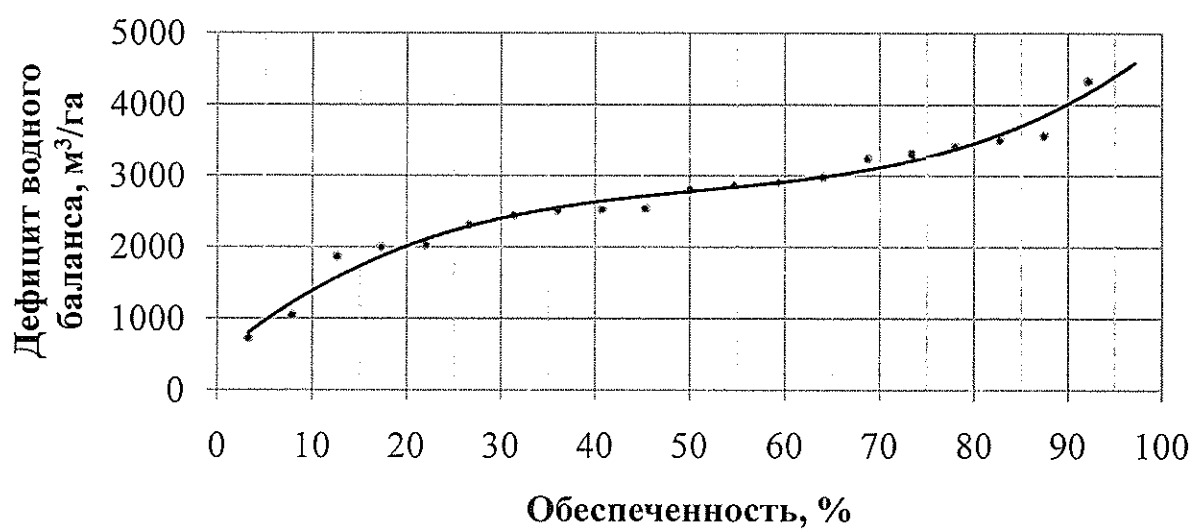


Рисунок С.65 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на зеленый корм (г. Котельниково)

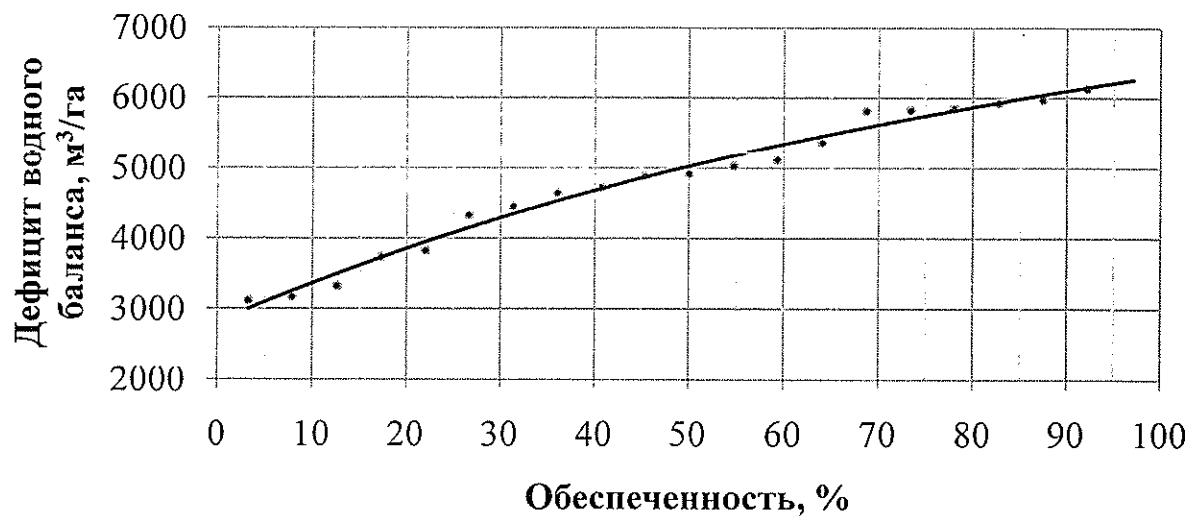


Рисунок С.66 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса сорго на зеленый корм (г. Палласовка)

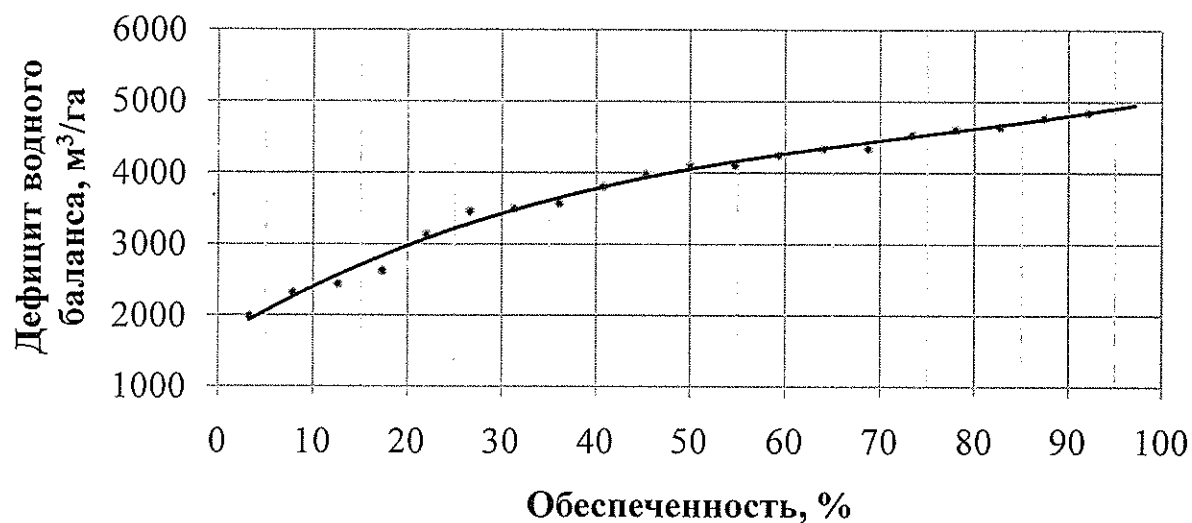


Рисунок С.67 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса подсолнечника (г. Волгоград)

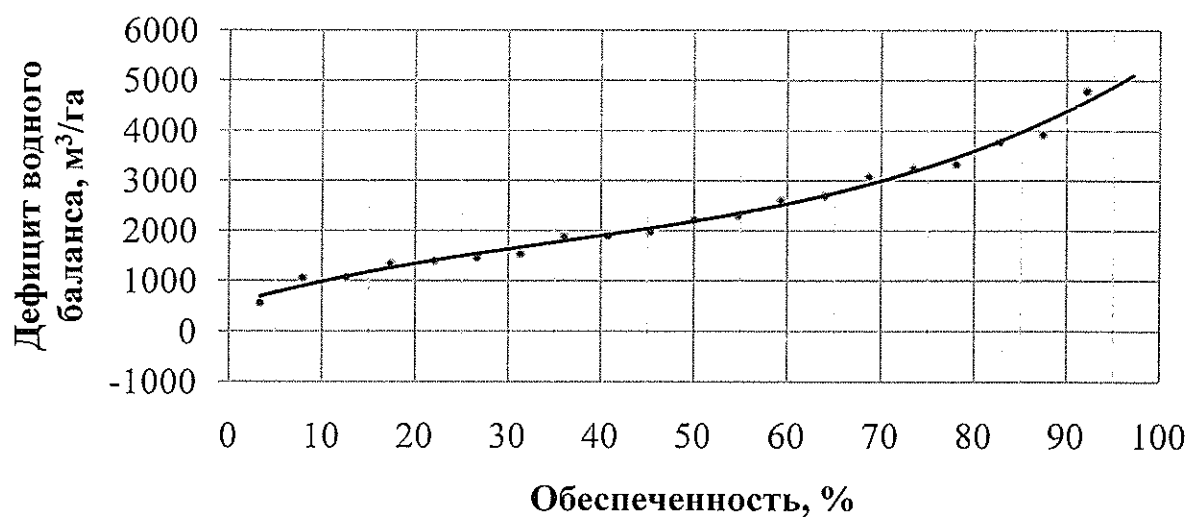


Рисунок С.68 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса подсолнечника (п.г.т. Иловля)

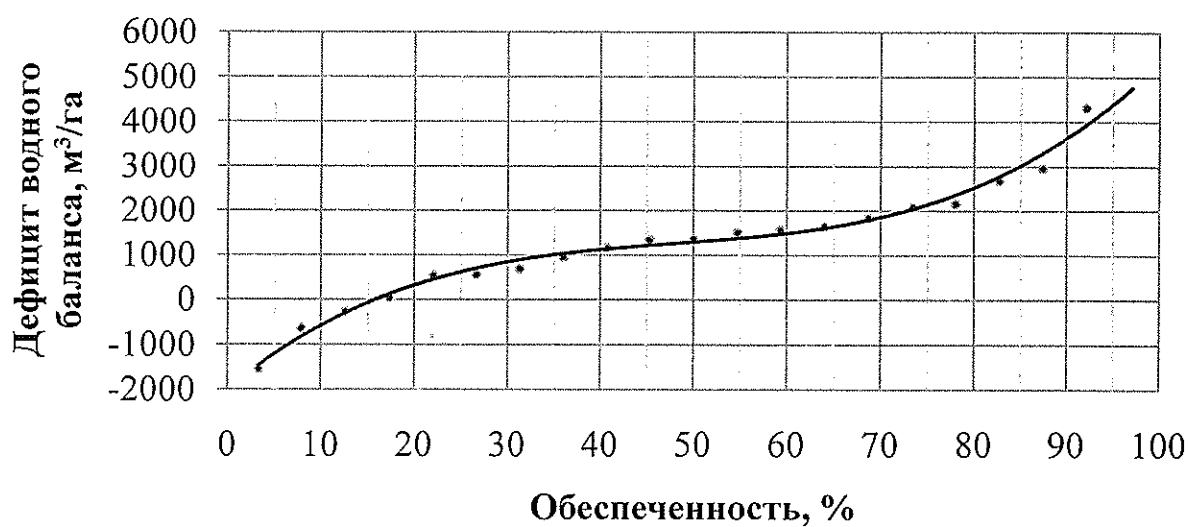


Рисунок С.69 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса подсолнечника (г. Урюпинск)

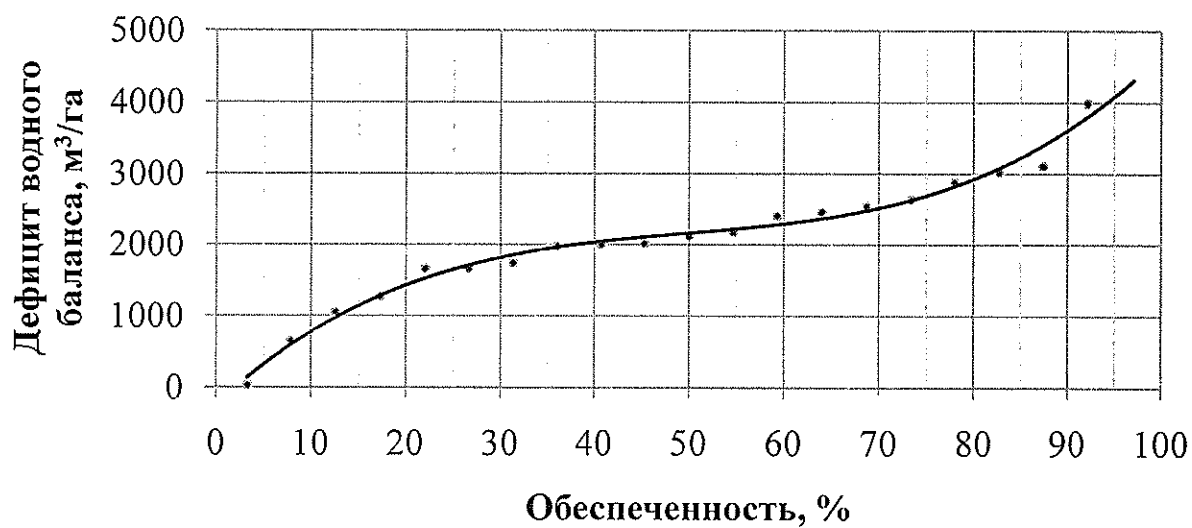


Рисунок С.70 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита

водного баланса подсолнечника (г. Котельниково)

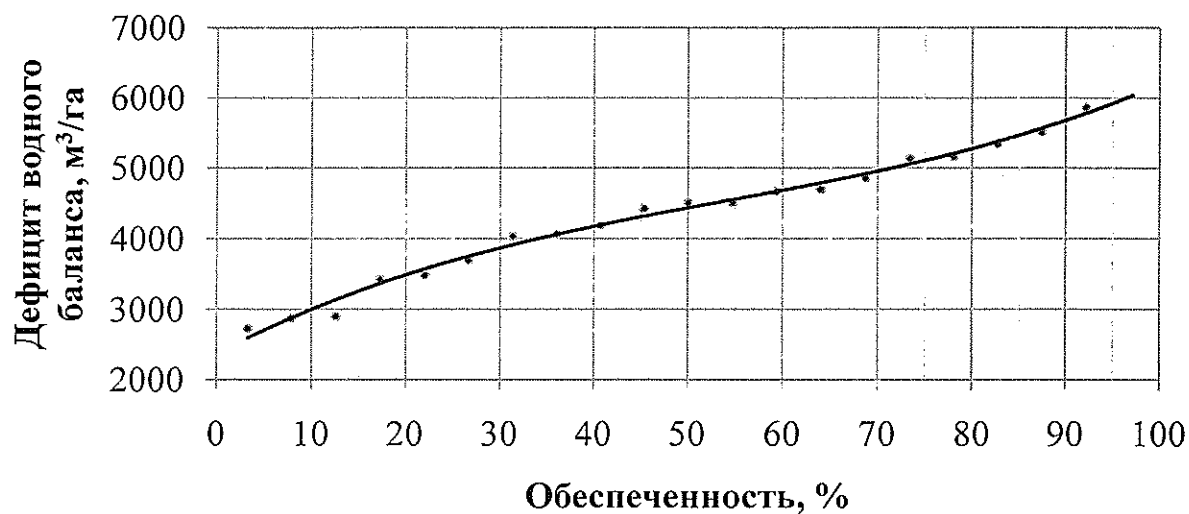


Рисунок С.71 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса подсолнечника (г. Палласовка)

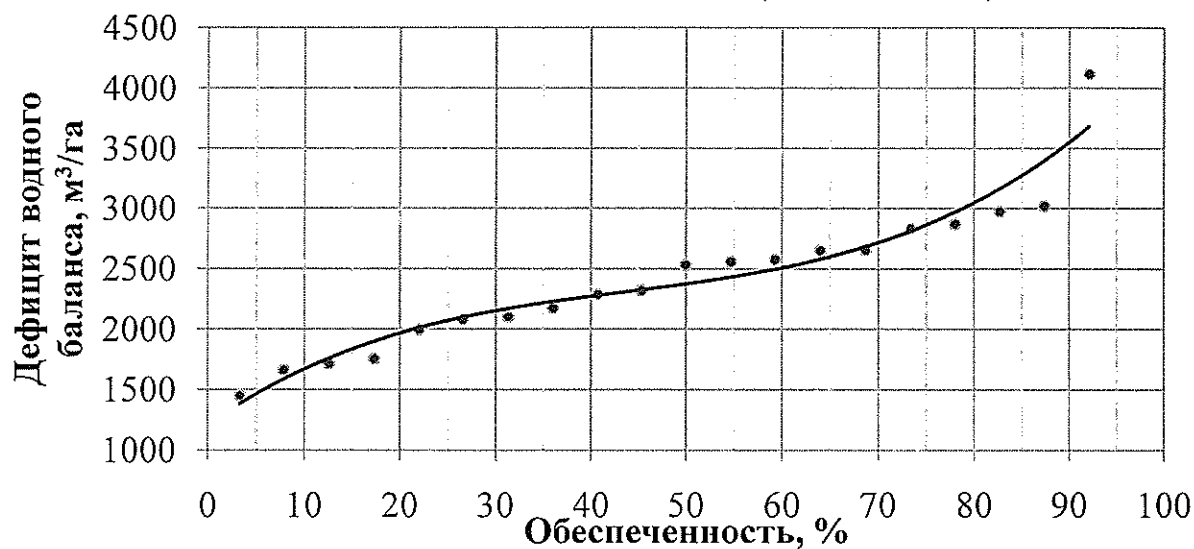


Рисунок С.72 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса нута (г. Волгоград)

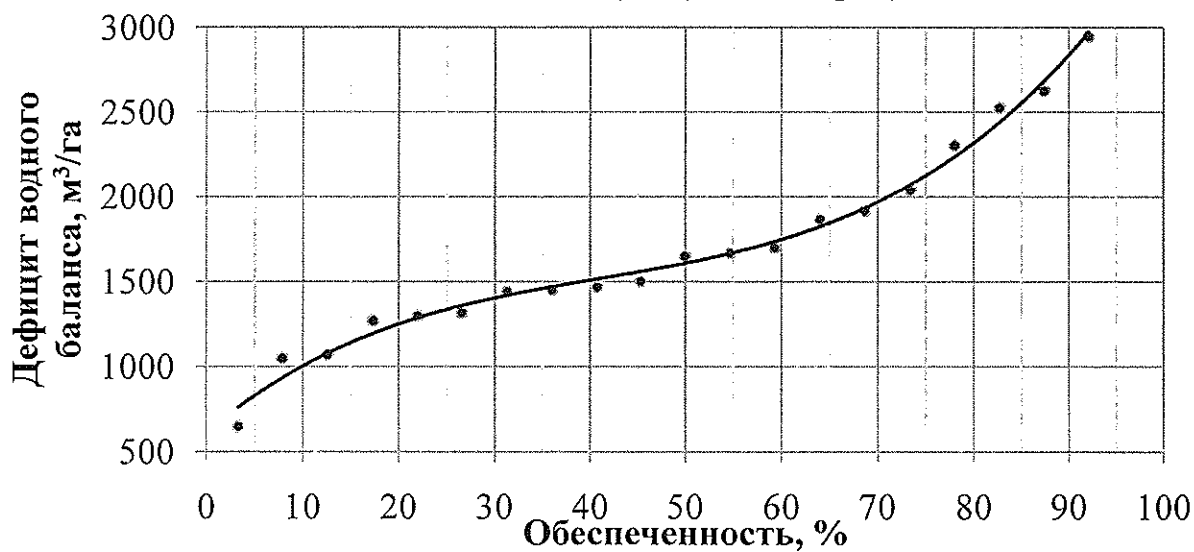


Рисунок С.73 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса нута (п.г.т. Иловля)

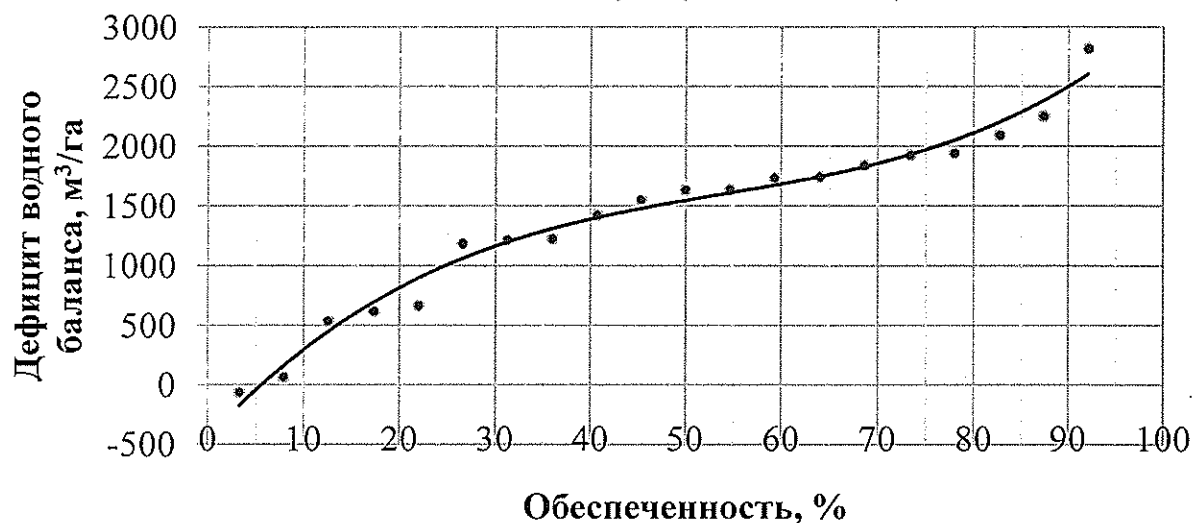


Рисунок С.74 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса нута (г. Урюпинск)

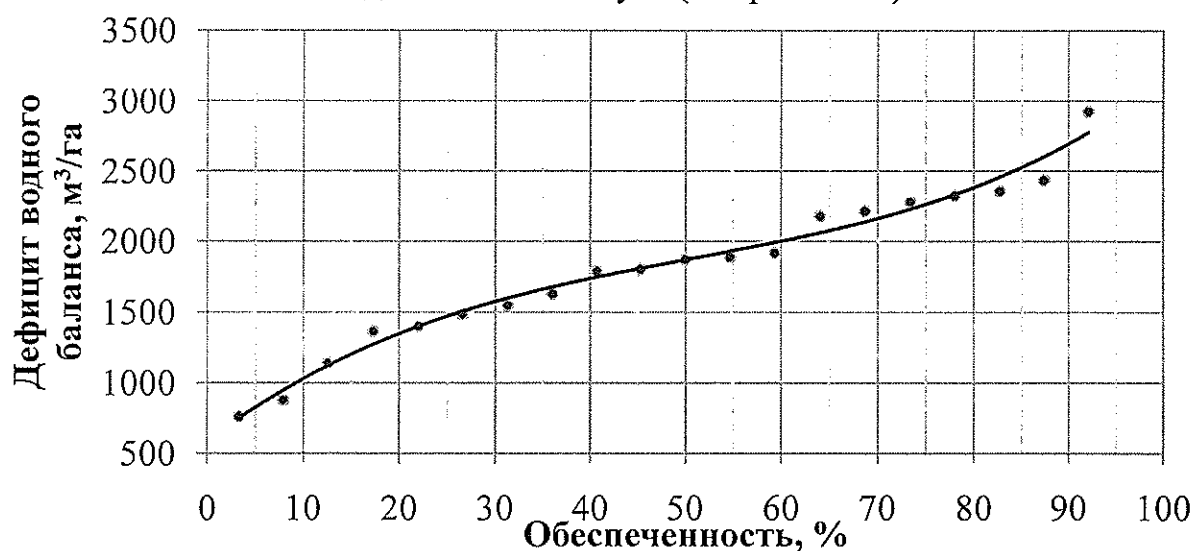


Рисунок С.75 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса нута (г. Котельниково)

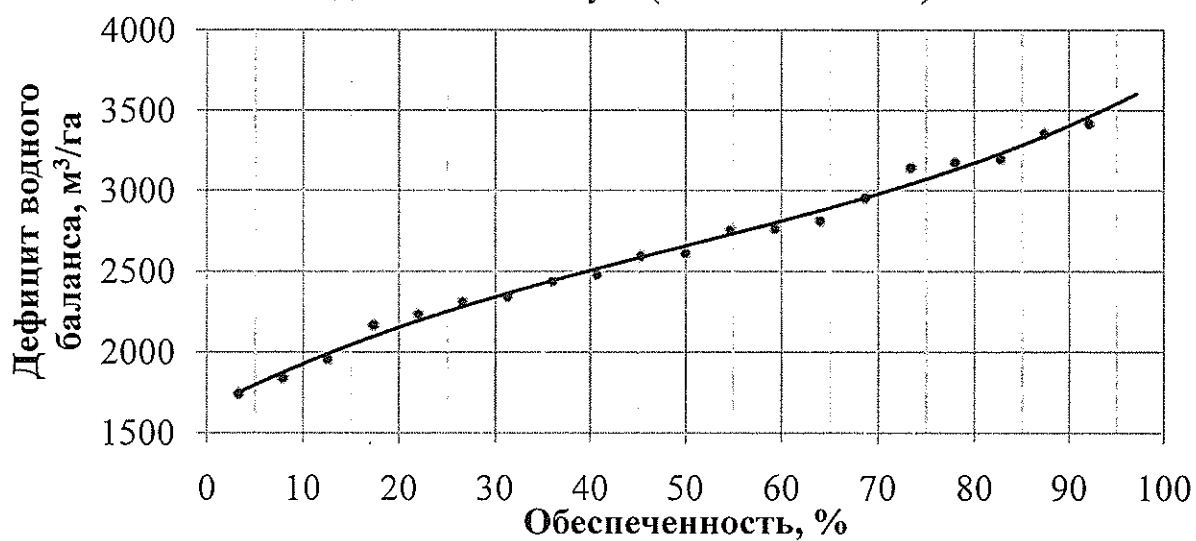


Рисунок С.76 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса нута (г. Палласовка)

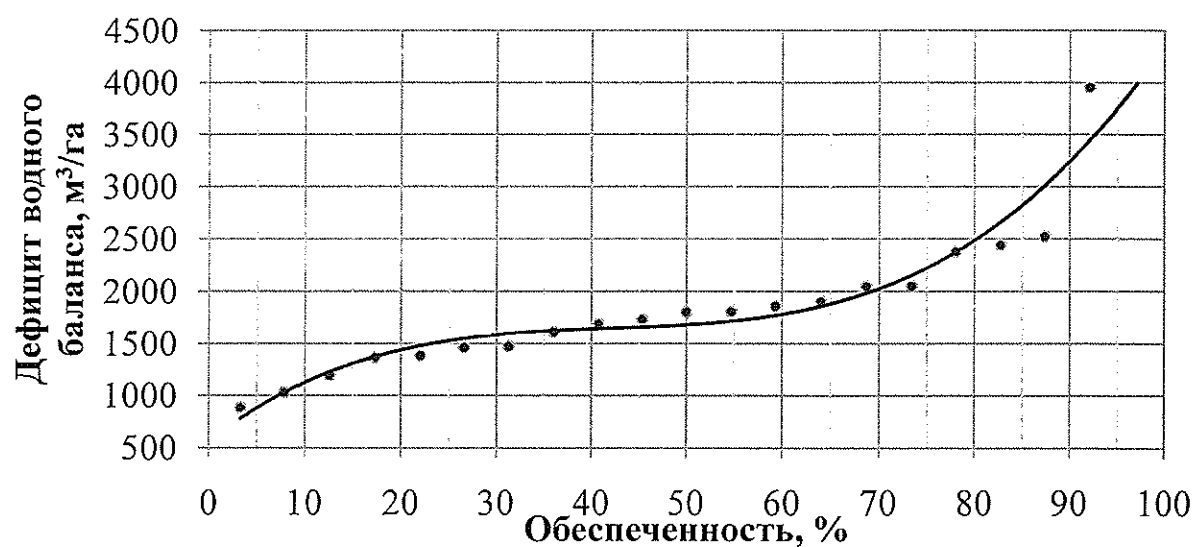


Рисунок С.77 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса горчицы (г. Волгоград)

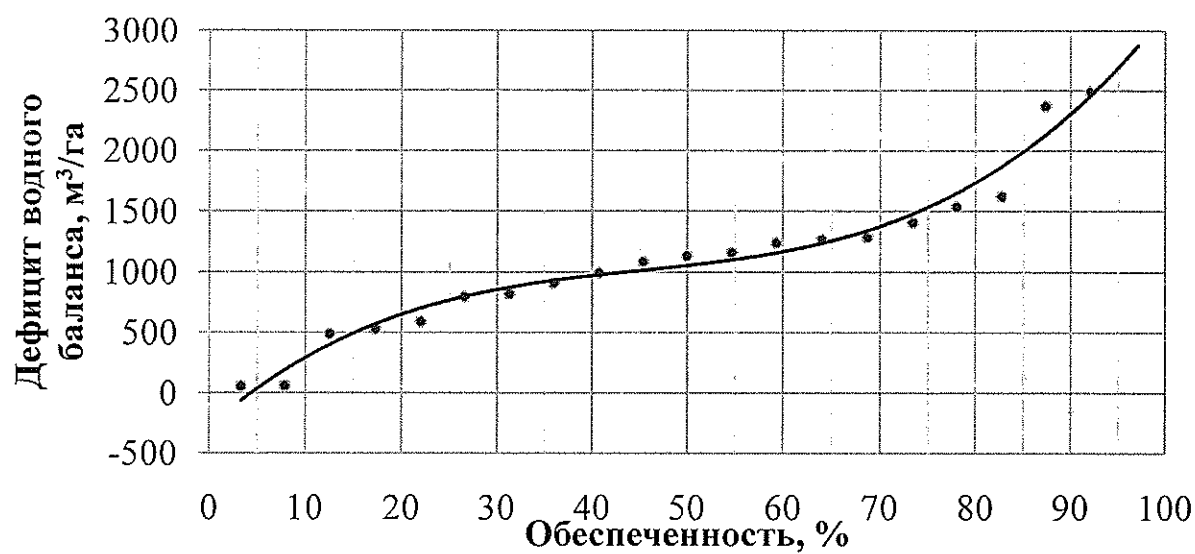


Рисунок С.78 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса горчицы (п.г.т. Иловля)

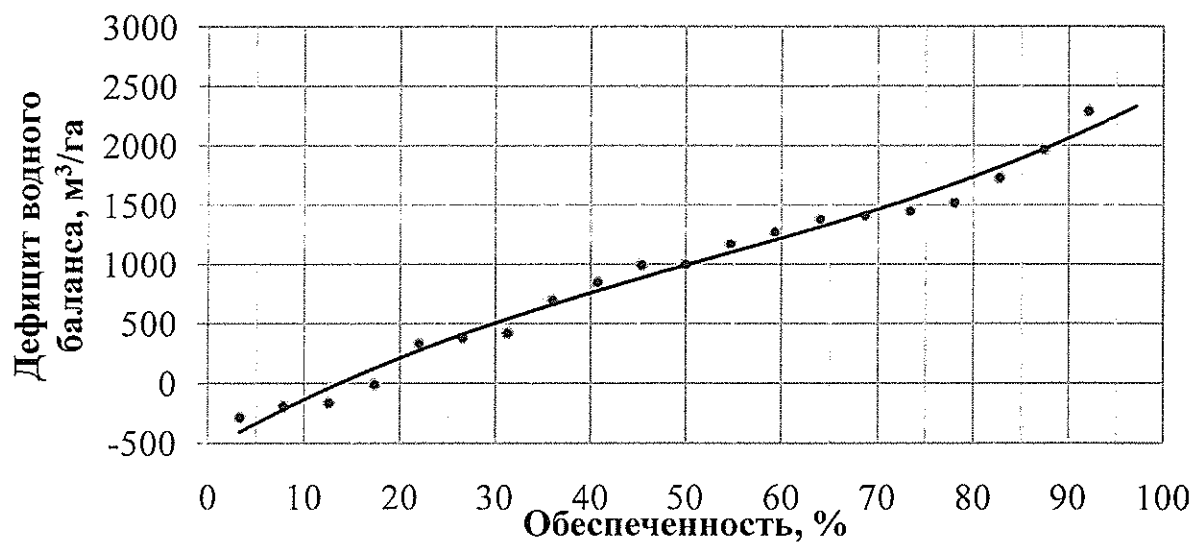


Рисунок С.79 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса горчицы (г. Урюпинск)

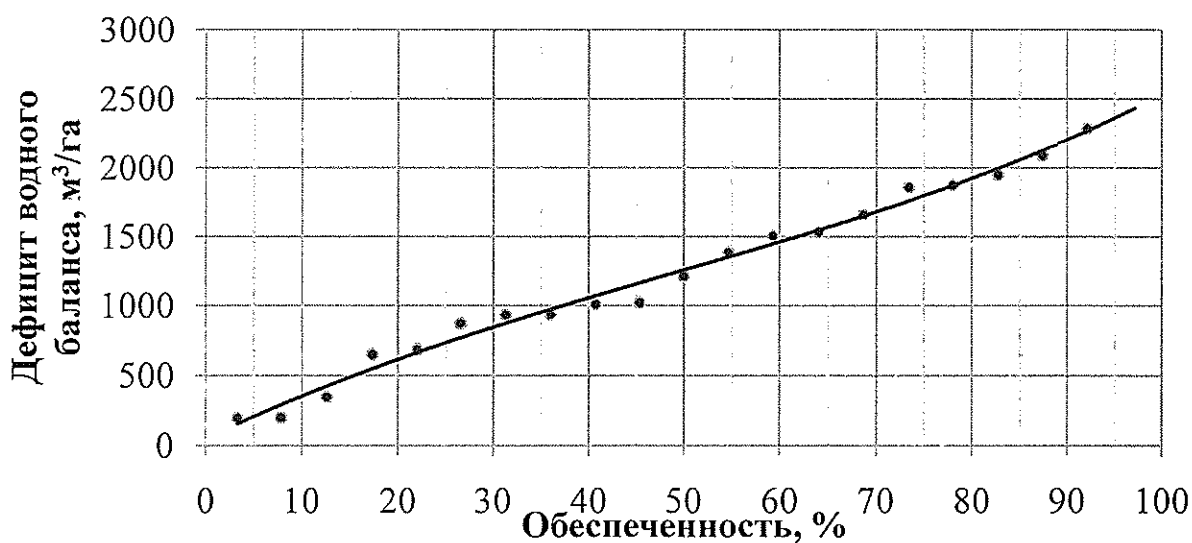


Рисунок С.80 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса горчицы (г. Котельниково)

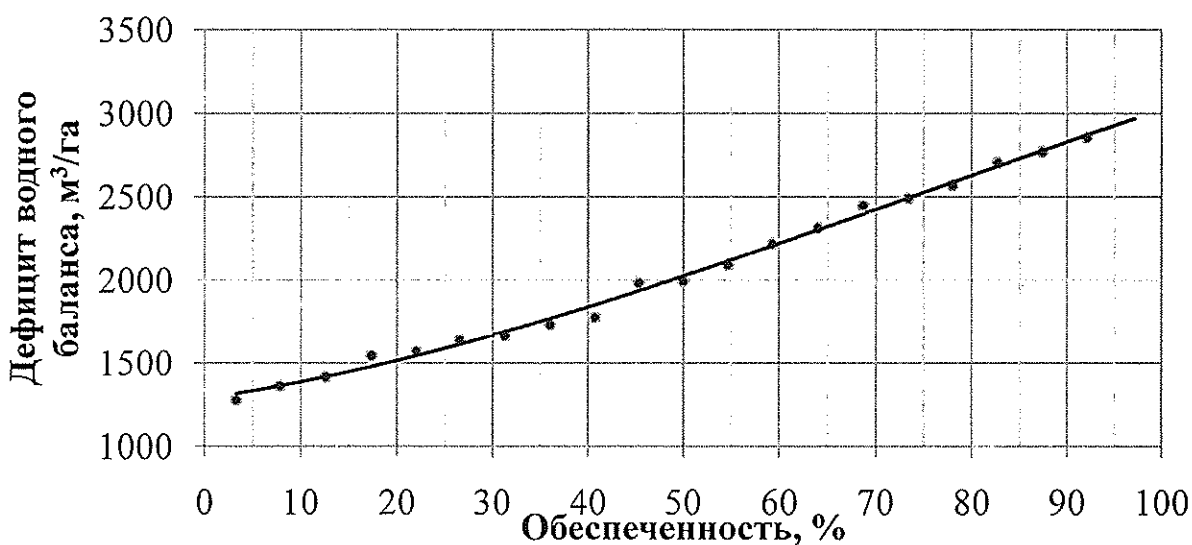


Рисунок С.81 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита

водного баланса горчицы (г. Палласовка)

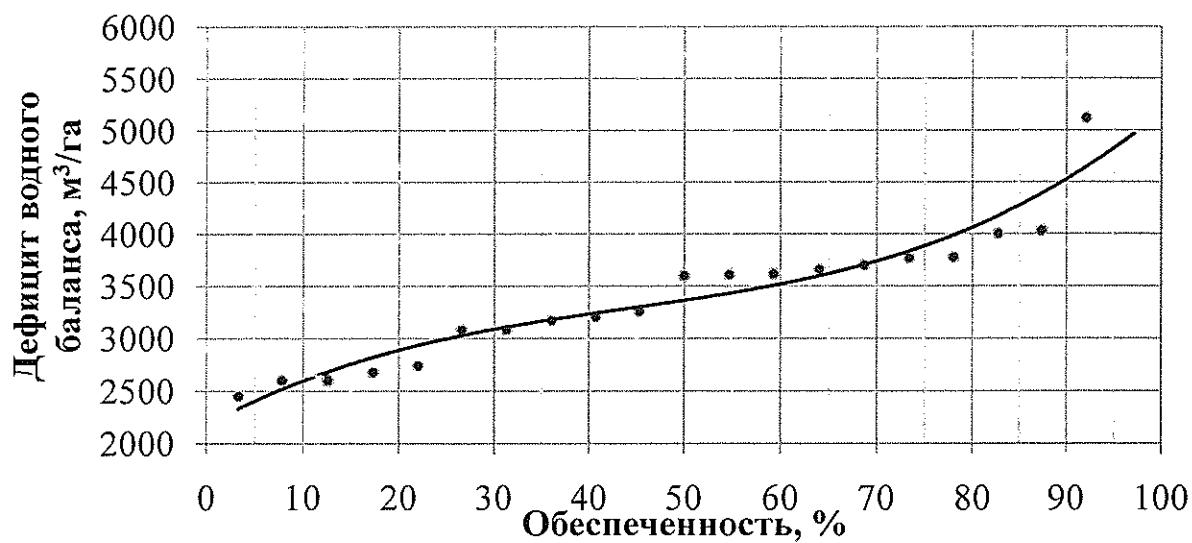


Рисунок С.82 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса картофеля (г. Волгоград)

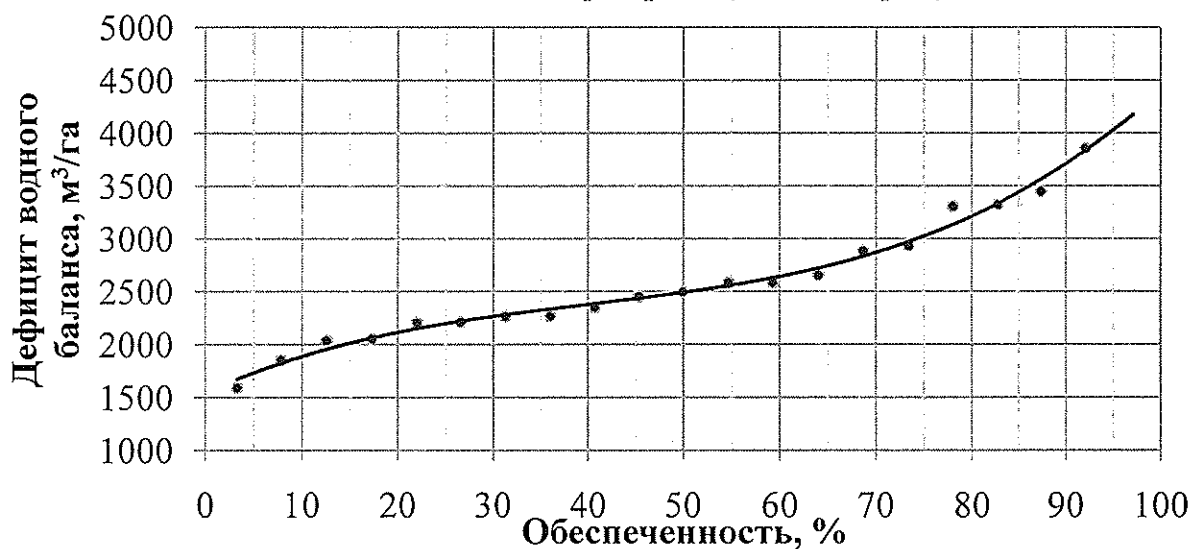


Рисунок С.83 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса картофеля (п.г.т. Иловля)

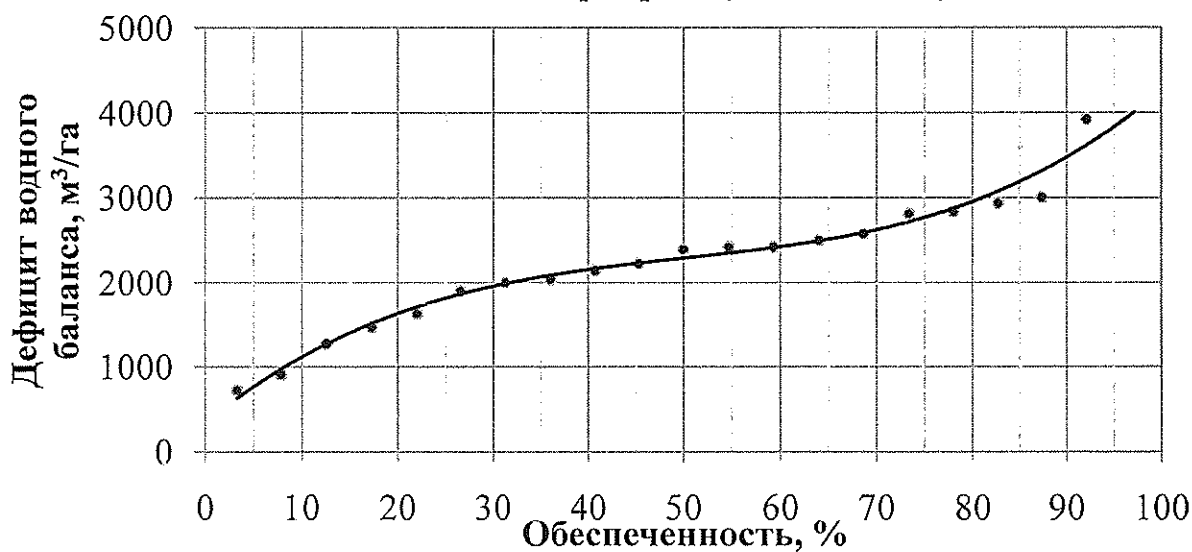


Рисунок С.84 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса картофеля (г. Урюпинск)

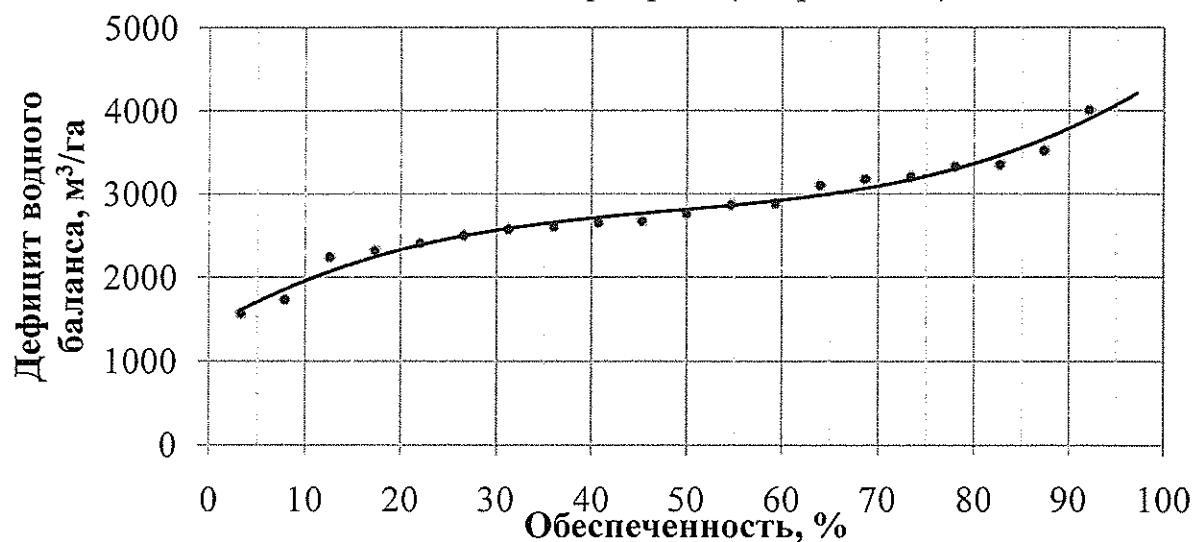


Рисунок С.85 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса картофеля (г. Котельниково)

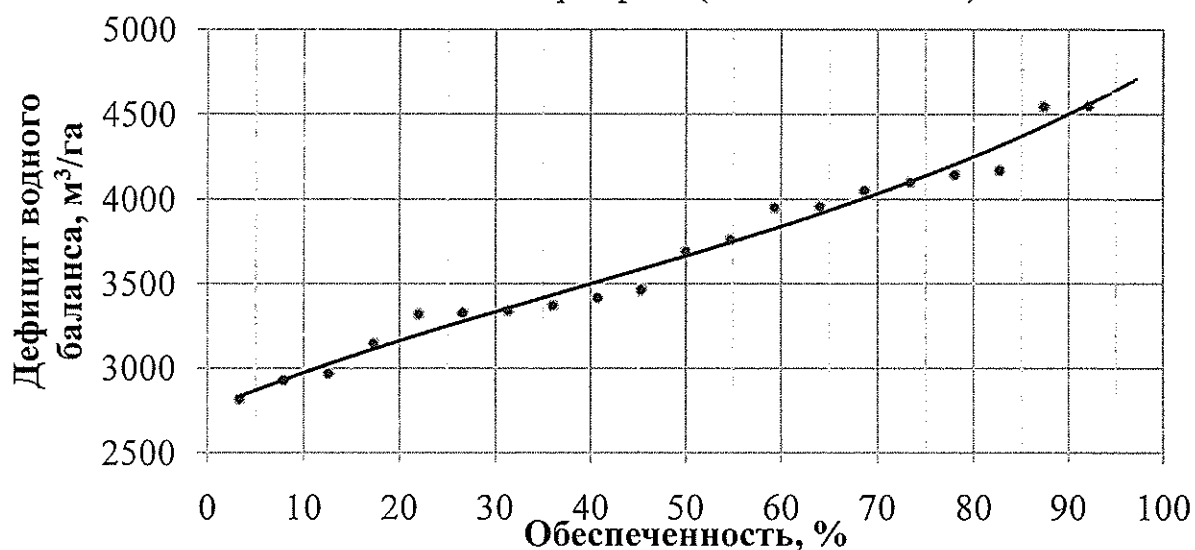


Рисунок С.86 – Вероятные (обеспеченные) значения дефицита водного баланса картофеля (г. Палласовка)