

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

СОГЛАСОВАНО

Врио Директора ФГБУ

«Упр. «Волгоградмелиоводхоз»

Е.Ф. Горитько

«25» сентября 2024 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор ВНИИОЗ,

Федеральный научный центр «Волгоградмелиоводхоз» РАН, д. т. н.

Е. Новиков

«25» сентября 2024 г.



ОТЧЁТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Обоснование ожидаемых оросительных норм

для перспективного планирования водоподдачи с учетом

почвенно-климатического зонирования

Волгоградской области

(договор № 2 от 09 сентября 2024 г с ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз»)

Ответственный исполнитель НИР,
ведущий научный сотрудник,
кандидат сельскохозяйственных наук

М.Н. Лытов

Волгоград 2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Ведущий научный
сотрудник, к.с-х. н.



подпись

М.Н. Лытов

Ведущий научный
сотрудник, к.с-х. н.



подпись

К.А. Родин

Аспирант



подпись

И.В. Богомолова

РЕФЕРАТ

Отчёт 111 с., 1 кн., 37 рис., 24 табл., 12 источников.

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ, ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, НОРМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ ВОДОПОДАЧИ, ФАКТИЧЕСКОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, СТАТИСТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ, ОЖИДАЕМЫЕ ОРОСИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ, ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ

Предметом исследований являются методы перспективного планирования водоподачи, параметры планирования на основе оценок фактического водопользования субъектов орошаемого земледелия Волгоградской области, ожидаемых оросительных норм с учетом почвенно-климатических особенностей основных зон орошения.

Цель исследований – определение параметров перспективного планирования водоподачи в интересах орошаемого земледелия Волгоградской области на основе статистических оценок фактического водопользования и ожидаемых оросительных норм для основных зон орошения.

Основные результаты НИР: выполнен анализ почвенно-климатического зонирования Волгоградской области и размещения гидромелиоративных систем по почвенно-климатическим зонам; проведена оценка фактических параметров водопользования в орошаемом земледелии Волгоградской области; получены статистические оценки ожидаемых затрат оросительной воды для перспективного планирования водоподачи в орошаемом земледелии 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 Волгоградской области	7
2.	Размещение гидромелиоративных систем по почвенно-климатическим зонам Волгоградской области	21
3.	Анализ фактических параметров водопользования в орошаемом земледелии Волгоградской области	35
4.	Статистические оценки ожидаемых затрат оросительной воды для перспективного планирования водоподачи в орошаемом земледелии Волгоградской области	67
5.	Ожидаемые сроки орошения основных овощных культур для перспективного планирования водоподачи в Волгоградской области	96
	Заключение	106
	Рекомендации	109
	Список использованной литературы	111

ВВЕДЕНИЕ

Суммарная проектная мощность в настоящее время действующих оросительных систем в Волгоградской области составляет 178,84 тыс. га, однако фактически орошаемая площадь сельскохозяйственных угодий существенно ниже. Часть мелиорированных земель сегодня не орошается по причине неудовлетворительного мелиоративного состояния, - вторичного засоления, осолонцевания, заболачивания, водной эрозии и т.д. Фактически политая площадь сельскохозяйственных угодий на мелиорированных землях, обслуживаемых государственными системами федерального и регионального значения, в 2023 году составила чуть более 40 тыс. га.

Сегодня развитие мелиорации в Волгоградской области обозначено как приоритетное направление регионального агропромышленного комплекса. Площади орошаемых земель неуклонно растут, и только за последние годы за счет возобновления мелиоративной функции на бывших орошаемых землях, строительства новых орошаемых участков они увеличились более, чем в два раза. Сегодня крайне важно не повторять ошибок прошлого, максимально обоснованно и рачительно использовать водные ресурсы, применять научно-обоснованные технологии и системы орошаемого земледелия. Важная роль здесь отводится регуляторной функции «Волгоградмелиоводхоза», обеспечивающего бережную эксплуатацию инженерных систем и своевременную подачу оросительной воды водопользователям. Необходимо такое распределение оросительной воды, которое бы обеспечивало потребности хозяйствующих субъектов для ведения высокопродуктивного агрохозяйства, но учитывало и экологические ограничения мелиорированных агроландшафтов. В этом смысле «перевыполнение» плана следует оценивать также негативно, как и его невыполнение. Особое значение приобретают подходы к нормированию водопользования и планированию водоподдачи.

Главной задачей настоящего исследования является определение параметров перспективного планирования водоподдачи в интересах орошаемого

земледелия Волгоградской области. Основным методологическим подходом в решении поставленной задачи стали фактологический анализ и статистические оценки фактического водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях государственных оросительных систем с определением ожидаемых оросительных норм по гидромелиоративным системам Волгоградской области с учетом ее почвенно-климатического зонирования.

Решение этой задачи связано с необходимостью оценки и определения параметров теоретического распределения данных по фактическим значениям, учтенным по субъектам сельскохозяйственного водопользования в пределах границ природной зоны со сходными условиями. Практическим результатом решения задачи является определение диапазона наиболее ожидаемых (вероятных) значений оросительной нормы для перспективного планирования водоподачи в орошаемом земледелии Волгоградской области.

1. Почвенно-климатическое зонирование Волгоградской области

Многолетними исследованиями научных институтов сельскохозяйственного, общегеографического, почвенного и гидрометеорологического профилей установлены различные критерии для агроклиматического, природного, почвенного и других видов районирования сельскохозяйственных территорий. Выполненные исследования явились базой для развития прикладных наук, позволивших связать основные компоненты природной среды с сельскохозяйственным производством через систему биоклиматических показателей, которые и составляют основу агроклиматического районирования [2].

В системе Гидрометслужбы чаще всего применяется метод Г.Т. Селянинова, основой которого является гидротермический коэффициент ГТК, в котором используется сумма температур и атмосферных осадков [1, 4]:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum P}{0,1 \sum t},$$

где $\sum P$ – сумма атмосферных осадков за период с температурой воздуха выше 10°C , $\sum t$ – сумма среднесуточных температур воздуха за этот же период.

По показателю влагообеспеченности Г.Т. Селяниновым в глобальном масштабе выделены следующие зоны увлажнения [3]:

- I. Зона избыточного увлажнения ГТК $> 1,3$.
- II. Зона обеспеченного увлажнения ГТК = $1,0-1,3$.
- III. Зона засушливая ГТК = $0,7-1,0$.
- IV. Зона сухого земледелия ГТК = $0,5-0,7$.
- V. Зона сухая или зона ирригации ГТК $< 0,5$.

Большую часть территории Волгоградской области занимает IV зона, частично представлены также III и V (рисунок 1.7).

С.А. Сапожниковой предложены следующие пределы ГТК по оценке увлажнения территории [1]:

	Природная зона	ГТК
Влажная		1,6-1,3
Засушливая		1,3-0,4
Подзоны:		
	незначительно засушливая	1,3-1,0
	засушливая	1,0-0,7
	очень засушливая	0,7-0,4
Сухая		<0,4

В Волгоградской области представлены, преимущественно, территории засушливые и очень засушливые

При практическом использовании гидротермического коэффициента следует иметь ввиду, что они характеризуют атмосферное увлажнение и не учитывают местных особенностей, связанных с почвенным покровом, уровнем грунтовых вод и т.п. Например, даже в очень засушливой зоне, - Волго-Ахтубинской пойме (ГТК = 0,5-0,6), наблюдается хорошая влагообеспеченность сельскохозяйственных культур.

И.П. Кружилин при оценке естественной влагообеспеченности территории Нижнего Поволжья (в границах Астраханской, Волгоградской областей и республики Калмыкия) использовал методики, предложенные Н.Н. Ивановым и Д.И. Шашко [4]. В качестве исходных данных для расчета показателя естественной увлажненности территории в этих методах используются годовые суммы атмосферных осадков и испаряемости, а также суммы дефицитов влажности воздуха:

$$K_{ув} = \frac{P}{E_0} \text{ или}$$

$$K_{ув} = \frac{P}{\sum d},$$

где P – годовая сумма атмосферных осадков, мм, E_0 – испаряемость за год, определенная по формуле Н.Н. Иванова, $\sum d$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха.

По этим показателям на территории Волгоградской области было выделено две области и четыре зоны увлажнения [4]. Северо-запад рассматриваемой территории занимает область недостаточного годового увлажнения и

засушливой и очень засушливой природными зонами. Восточная часть рассматриваемой территории входит в область незначительного увлажнения с полусухой и сухой природными зонами.

Широкое распространение в отечественной и зарубежной практике получил метод оценки естественной влагообеспеченности территории, предложенный Н.В. Данильченко [3]. В этом методе критерием для оценки тепло-, влагообеспеченности сельскохозяйственной территории используется коэффициент природного увлажнения K_y , который является комплексным показателем, в наибольшей мере отвечающим принципам агроклиматического районирования сельскохозяйственных угодий.

Если в перечисленных выше методах используется не более двух метеорологических факторов (осадки и температура воздуха, или осадки и влажность воздуха), то для определения коэффициента K_y используются температура и влажность воздуха, осадки, скорость ветра и почвенные запасы, то есть происходит многофакторное обоснование расчётного параметра. Коэффициент естественного увлажнения K_y по предложенной методике рассчитывается за период с температурой воздуха выше 5° по формуле:

$$K_y = \frac{W_a + P}{ET_0},$$

где W_a – активные (продуктивные) запасы почвенной влаги, мм, P – атмосферные осадки, мм, ET_0 – потенциальная эвапотранспирация (испаряемость), мм.

Н.В. Данильченко выделяет следующие зоны, определенные по предложенному комплексному показателю [3]:

- степная: коэффициент увлажнения находится в пределах 0,31-0,50;
- сухостепная: коэффициент увлажнения находится в пределах 0,21-0,30;
- полупустынная: коэффициент увлажнения менее 0,20.

Основой для анализа естественной влагообеспеченности территории Волгоградской области явились результаты агроклиматического районирования, проведенного по совокупности природных факторов (климат, почвенный покров, рельеф и пр.), имеющих существенное значение в сельскохозяйственном производстве [5]. В Волгоградской области выделяется 5 зон, две из которых подразделяются на подзоны (рисунок 1). На рисунках 2-5 представлены результаты оценки естественной влагообеспеченности указанных природных зон по рассмотренным выше показателям.

1.1 Степная зона черноземных почв состоит из двух подзон:

а) Подзона обыкновенных и южных черноземов, включающая Киквидзенский, Нехаевский, Новоаннинский, Новониколаевский и Урюпинский районы.

б) Подзона южных черноземов, охватывающая Алексеевский, Даниловский, Еланский, Михайловский, Кумылженский и Руднянский районы.

Степная зона черноземных почв занимает более 28% сельскохозяйственных угодий области, 31% пахотных земель. Освоенность земель под пашню наиболее высокая – 76%.

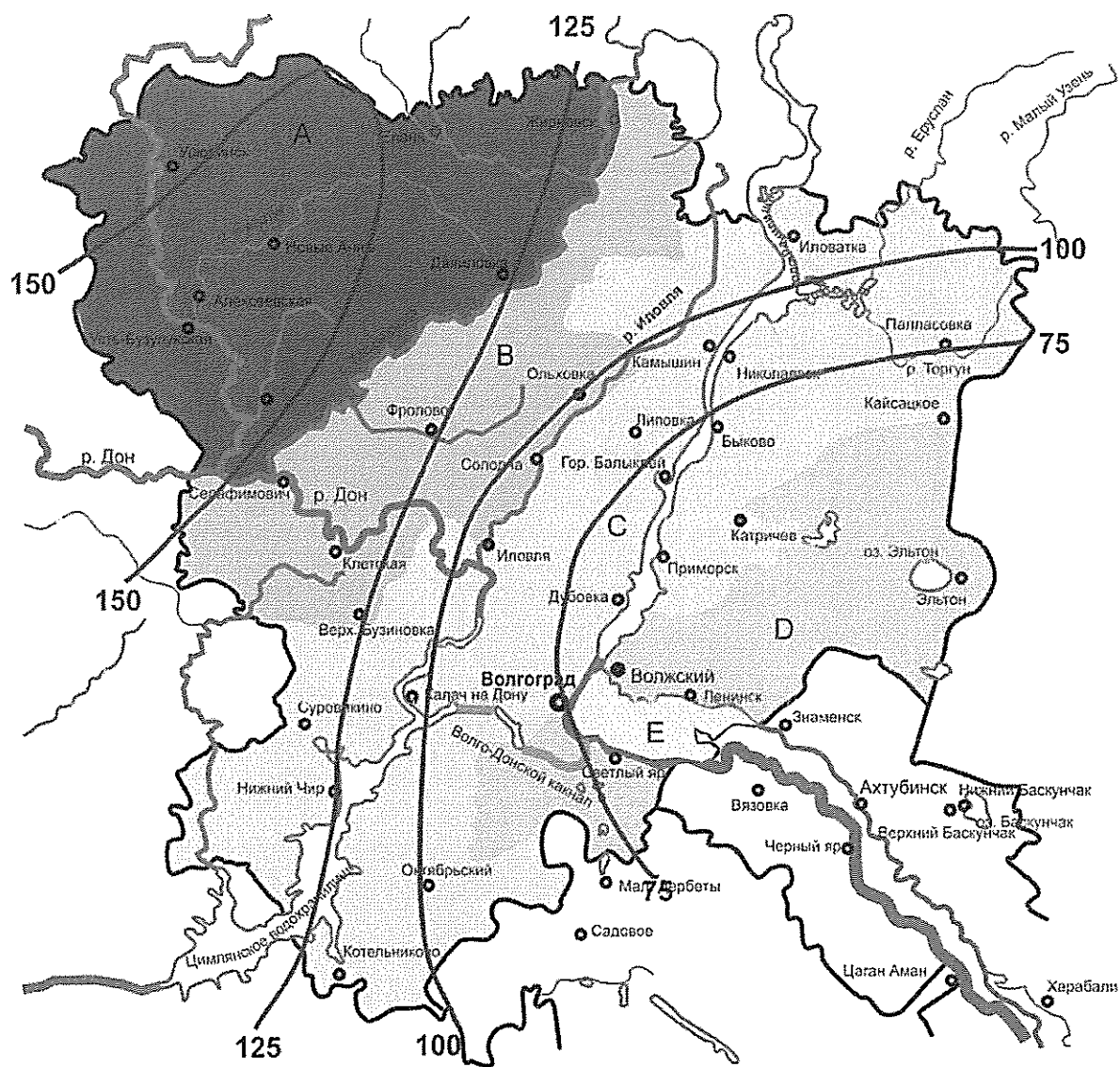
Черноземные почвы составляют основной фонд почвенного покрова степной зоны области. Это самые высокоплодородные почвы. Обыкновенные черноземы содержат гумуса от 6 до 7,5%, а запасы его в метровом слое 350–500 т/га.

В южном черноземе содержится гумуса в пахотном горизонте 4,6–5,5%, а в метровом слое 300–350 т/га. Мощность гумусового горизонта соответственно составляет 0,45–0,60 и 0,34–0,43 м. Преобладают почвы тяжелого механического состава, но встречаются и легкие почвы, в основном в Алексеевском, Кумылженском и Урюпинском районах, требующие проведения противоэрозионных мероприятий. В поймах рек почвы слоистые, зернисто-слоистые, дерново-луговые. Из общей площади пашни третья часть подвержена водной эрозии и столько же дефляционно-опасных земель.



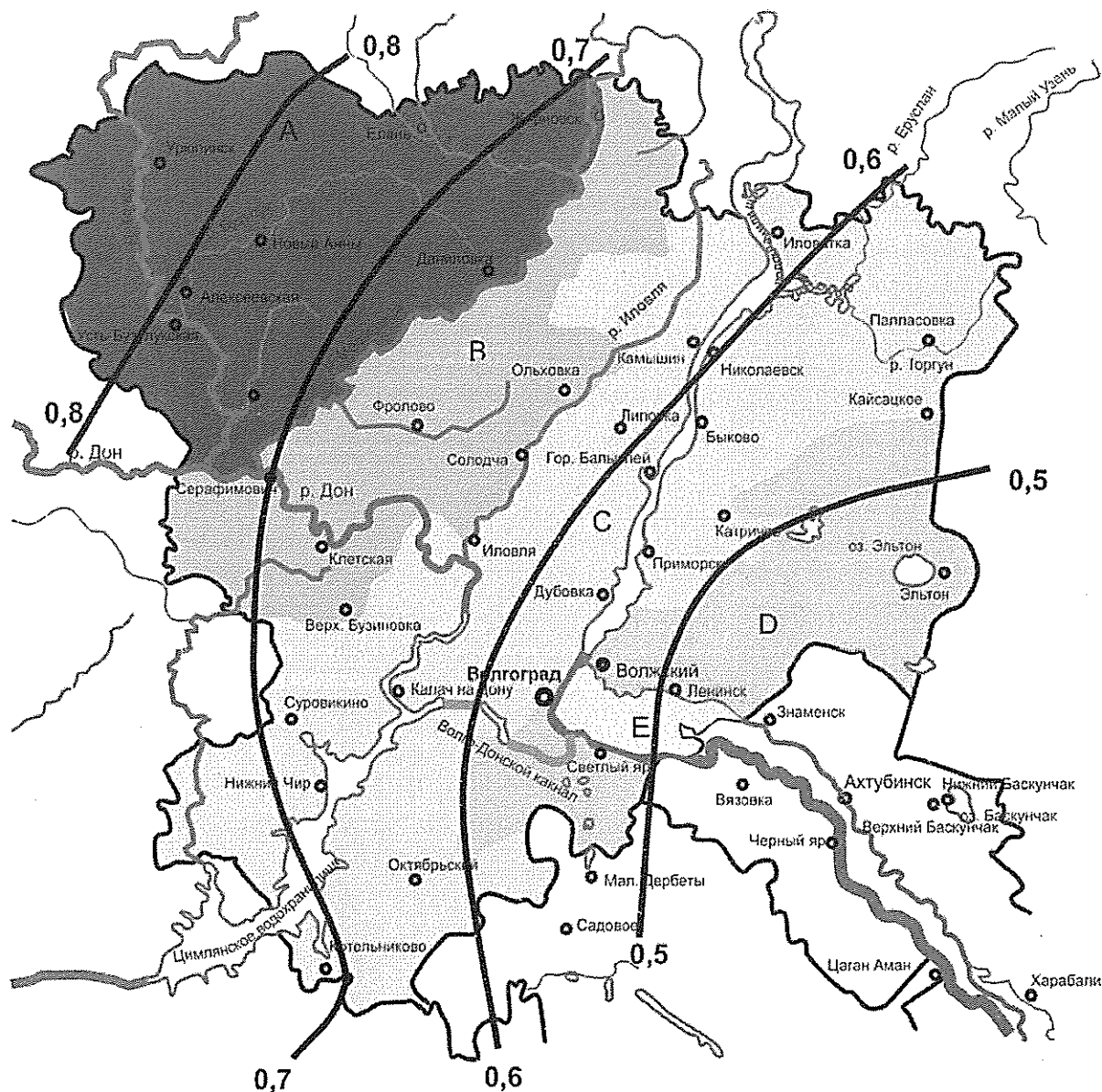
- А – Степная зона черноземных почв
- В – Сухостепная зона темно-каштановых почв
- С – Сухостепная зона каштановых почв
- D – Полупустынная зона светло-каштановых почв
- E – Волго-Ахтубинская пойма

Рисунок 1 – Агроклиматические районы Волгоградской области [5]



- A – Степная зона черноземных почв
- B – Сухостепная зона темно-каштановых почв
- C – Сухостепная зона каштановых почв
- D – Полупустынная зона светло-каштановых почв
- E – Волго-Ахтубинская пойма

Рисунок 2 – Запасы почвенной влаги в метровом слое на дату перехода температуры воздуха через 10°C весной [1, 5]



- A** – Степная зона черноземных почв
- B** – Сухостепная зона темно-каштановых почв
- C** – Сухостепная зона каштановых почв
- D** – Полупустынная зона светло-каштановых почв
- E** – Волго-Ахтубинская пойма

Рисунок 3 – Территориальная изменчивость гидротермического коэффициента в Волгоградской области [1, 5]

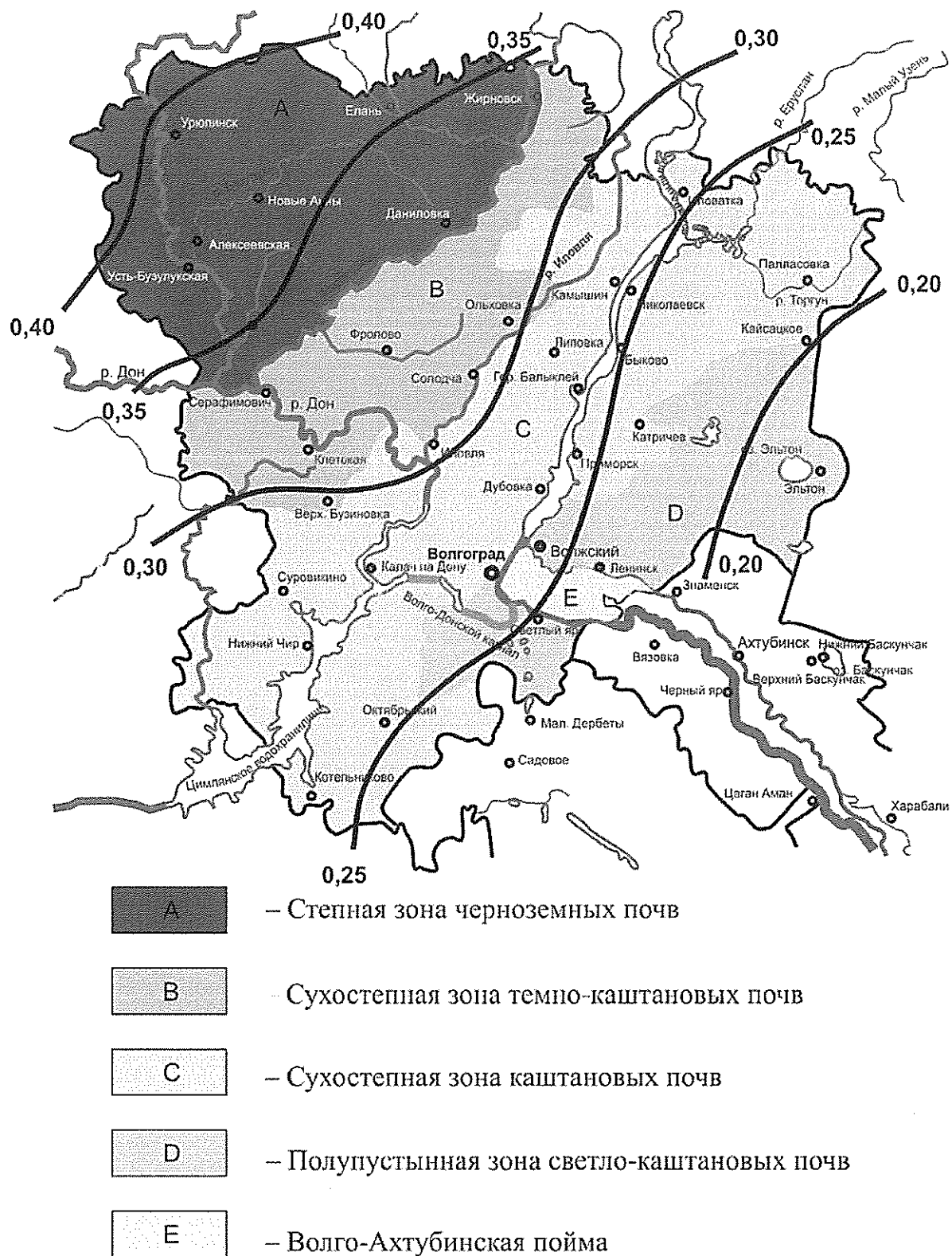


Рисунок 5 – Районирование территории Волгоградской области по коэффициенту природного увлажнения за период со среднесуточными температурами воздуха выше 5°C [3, 5]

Запасы почвенной влаги на дату устойчивого перехода температуры воздуха через 10°C в этой зоне наиболее велики. В метровом слое, в средне-многолетнем разрезе, содержится 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. По классификациям Г.Т. Селянинова и С.А. Сапожниковой вся территория относится к засушливой зоне.

Коэффициент увлажнения, вычисленный по зависимости, предложенной Д.И. Шашко [6], в большей части степной зоны черноземных почв превышает 0,20, что относит ее к области недостаточного увлажнения с засушливым климатом.

По классификации Н.В. Данильченко [3] 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. Исключение составляют Даниловский, часть Жирновского, Новоаннинского и Алексеевского районов, где коэффициент природного увлажнения территории меньше 0,35.

1.2 Сухостепная зона темно-каштановых почв (Жирновский, Клетский, Котовский, Ольховский, Серафимовичский и Фроловский районы) расположена в переходной части между черноземными и каштановыми почвами [5]. Она сравнительно неширокая, но протянулась в длину на 400 км от Саратовской области на северо-востоке до Ростовской на юго-западе. В ней располагается 18% сельскохозяйственных угодий области. В почвенном покрове преобладают темно-каштановые почвы, которые являются переходными от черноземов к каштановым. На территории области распространены темно-каштановые средне- и маломощные почвы тяжелого механического состава с

мощностью гумусового горизонта соответственно 0,37-0,40 и 0,30-0,35 м. Они содержат гумуса от 3 до 3,5%. Солонцовых земель имеется 288,5 тыс. га.

По обеспеченности почвенных влагозапасов на дату перехода температуры воздуха через 10 °С, 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. Это относит рассматриваемую территорию по классификации Г.Т. Селянинова к зоне сухого земледелия, а по классификации С.А. Сапожниковой – к очень засушливой подзоне засушливой природной зоны. Лишь в юго-западной части рассматриваемой природной зоны, в границах Серафимовичского района, гидротермический коэффициент превышает 0,7.

Согласно классификации Д.И. Шашко почти вся рассматриваемая территория находится в области недостаточного увлажнения, очень засушливой зоне. 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.

1.3 Сухостепная зона каштановых почв – самая крупная, в ней располагается 44,0 % сельхозугодий и 42,7 % пахотных земель области. Она состоит из двух подзон:

а) Правобережная, в которую входят Городищенский, Дубовский, Иловлинский, Камышинский, Калачевский, Котельниковский, Октябрьский, Суровикинский и Чернышковский районы.

б) Левобережная: Николаевский, Быковский, Старополтавский и Палласовский (северная часть) районы.

Почвы в основном каштановые разного механического состава. Каштановые почвы располагаются в комплексах с солонцами и лугово-каштановыми почвами. Однородные массивы каштановых почв составляют до 30% от площади их распространения. Средняя мощность гумусового горизонта для каштановых маломощных почв составляет 0,26-0,30 м, средне-мощных – до 0,35–0,36 м. Они содержат гумуса от 2 до 3%, в песчаных разностях – до 1,5%. Кроме каштановых, встречаются светло-каштановые почвы в комплексе с солонцами от 10 до 75%.

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 10 °С составляют 125 мм и более. Почти для всей остальной правобережной подзоны рассматриваемой территории запасы влаги в метровом слое почвы на указанную дату изменяются от 75 до 125 мм. В Быковском и Палласовском районах средние многолетние запасы почвенной влаги на дату перехода температуры воздуха через 10 °С весной составляют менее 75 мм.

Гидротермический коэффициент для левобережной части рассматриваемой территории находится в пределах от 0,5 до 0,6. По классификации Г.Т. Селянинова эти районы лежат в зоне сухого земледелия, а по классификации С.А. Сапожниковой – в очень засушливой подзоне засушливой природной зоны. На части правобережной подзоны значение гидротермического коэффициента составляет 0,6 и более. а в Суровикинском районе – превышает 0,7.

По классификации Д.И. Шашко половина сухостепной зоны каштановых почв относится к области недостаточного, а другая половина – к области незначительного увлажнения. К области незначительного увлажнения относится вся левобережная зона, часть Октябрьского, Дубовского и Камышинского районов.

По классификации Н.В. Данильченко рассматриваемая территория полностью лежит в сухостепной зоне, с коэффициентом природного увлаж-

нения от 0,20 до 0,30. При этом в левобережной части рассматриваемой природной зоны коэффициент природного увлажнения составляет 0,25 и менее, а в правобережной - изменяется от 0,25 до 0,30.

1.4 Полупустынная зона светло-каштановых почв состоит из земель Светлоярского района, степной части хозяйств Среднеахтубинского района, Ленинского района (без Волго-Ахтубинской поймы) и южной части Палласовского района.

Общая площадь зоны составляет 775 тыс. га, в том числе 737,4 тыс. га сельскохозяйственных угодий. Почвы в основном светло-каштановые. Много солонцеватых и солончаковых разностей. Плодородие их самое низкое в области. Обладают низким содержанием гумуса: 1,0–2,0%.

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. 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.

Коэффициент природного увлажнения территории изменяется в пределах от 0,20 до 0,25, а в районе оз. Эльтон составляет менее 0,20. По классификации И.В. Данильченко эта часть территории относится к полупустынной природной зоне.

1.5 Волго-Ахтубинская пойма расположена между реками Волгой и Ахтубой, включает пойменную часть хозяйств Ленинского и Среднеахтубинского районов. Общая площадь поймы составляет 104,9 тыс. га, в том числе сельхозугодий – 79,5 тыс. га, из которых пашни – 14 тыс. га. Почвы поймы аллювиально-пойменные, ценные для выращивания овощных культур, содержание гумуса 3%.

Естественная влагообеспеченность территории крайне низка. Гидротермический коэффициент близок к 0,5, коэффициент увлажнения Д.И. Шашко составляет менее 0,15, а коэффициент природной увлажненности Н.В. Данильченко составляет менее 0,25. Однако особые гидрологические условия, периодическое затопление пойменных земель, повышают влагообеспеченность рассматриваемой территории.

2. Размещение гидромелиоративных систем по почвенно-климатическим зонам Волгоградской области

Основные площади орошаемых земель Волгоградской области с сохраненной мелиоративной функцией сосредоточены в сухостепной и полупустышной зонах каштановых почв с различной степенью содержания гумуса. Гидромелиоративные системы концентрированы относительно двух главных водных артерий Волгоградской области – рек Волга и Дон с водохранилищами. Природные условия зон размещения гидромелиоративных систем, безусловно, оказывают существенное влияние на проектные и фактические параметры водопользования.

Большая Волгоградская оросительная система расположена на левобережье Волгоградского водохранилища (рисунок 6).



Рисунок 6. – Большая Волгоградская оросительная система [7]

Проект Большой Волгоградской оросительной системы предполагал ввод свыше 108 тыс. га регулярного орошения, однако финансирование стройки было прекращено в 1990 г., построена была только первая очередь с проектной площадью 15,9 тыс. га. Сегодня поливается только пятая часть от

проектной площади, однако на участках, окрашенных красным цветом, может быть возобновлена мелиоративная функция без капитальных затрат.

Мелиорированные земли Большой Волгоградской системы, располагаются в геоморфологических районах Приволжской песчаной гряды и Хвалынской морской глинистой равнины Прикаспийской низменности. Это сухостепная зона светло-каштановых почв Волгоградского Заволжья. По степени природной увлажненности Заволжье уступает правобережью реки Волга, коэффициент природного увлажнения не превышает 0,25 (против 0,30 на правобережье). Гидротермический коэффициент мелиоративной освоенной территории Большой Волгоградской системы не превышает 0,55, а запасы продуктивной почвенной влаги в метровом слое на дату перехода 10°C в весенний период составляют менее 75 мм. Жесткие условия климата несколько смягчаются развитым лесомелиоративным обустройством территории.

Среднеахтубинская оросительная система также, как и Большая Волгоградская находится в управлении Быковского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз». Это территория Волгоградского Заволжья, геоморфологический район Хвалынской морской глинистой равнины Прикаспийской низменности (рисунок 7).



Рисунок 7 – Среднеахтубинская оросительная система [7]

Почвенный покров мелиорированных земель светло-каштановый, преимущественно среднего гранулометрического состава. Территория расположена на границе сухостепной и полупустынной природно-климатических зон со светло-каштановым почвенным покровом. Гидротермический коэффициент территории не превышает 0,50-0,55.

Тажинская оросительно-обводнительная система располагается на левом берегу Волгоградского водохранилища, откуда и осуществляется забор оросительной воды (рисунок 8).



Рисунок 8 – Тажинская оросительно-обводнительная система [7]

Тажинская оросительно-обводнительная система была построена на базе Тажинского канала, проложенного ранее для затопления лимана «Тажи». Проектная площадь системы составляет 6,5 тыс. га, из которых 3,6 тыс. га – это лиманное орошение. В геоморфологическом плане мелиорированные земли системы располагаются на территории Приволжской песчаной гряды и Хвалынской морской глинистой равнины Прикаспийской низменности. Почвы, преимущественно, светло-каштановые. Территория располагается в сухостепной зоне, коэффициент природного увлажнения составляет 0,25, гидротермический коэффициент, - 0,55, а запасы продуктивной почвенной влаги в

метровом слое на дату перехода 10°C в весенний период составляют менее 75 мм.

Ленинская оросительно-обводнительная система имеет один водозабор с Тажинской системой, вода поступает из Волжского водохранилища (рисунок 9). Протяженность системы составляет 136,3 км, однако магистральный канал выполнен в земляном русле. Мелиорированные земли Ленинской обводнительно-оросительной системы расположены в геоморфологическом районе Хвалынской морской глинистой равнины Прикаспийской низменности. Почвенный покров территории преимущественно средне- и тяжелосуглинистого гранулометрического состава, почвы светло-каштановые, плотные с низким содержанием органического вещества.

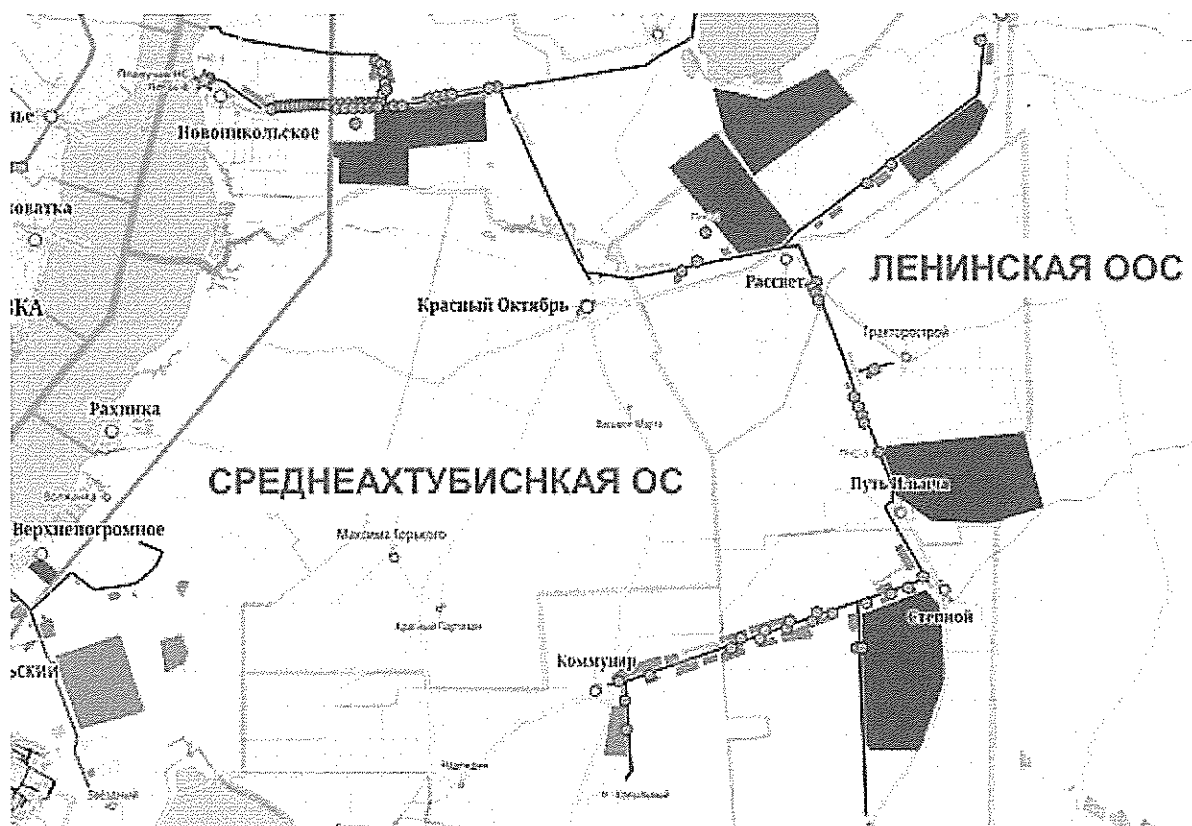


Рисунок 9. Ленинская оросительно-обводнительная система [7]

Проектная площадь мелиорированных земель Ленинской обводнительно-оросительной системы 9,2 тыс. га, однако в настоящее время фактически

поливается около 2,9 тыс. га. Территория системы практически полностью расположена в полупустынной климатической зоне. Гидротермический коэффициент составляет 0,5 и менее, коэффициент природного увлажнения 0,20. Жесткие природные условия региона усугубляются практически полным отсутствием лесомелиоративного обустройства. Интенсивная ветровая активность в сочетании с низкой относительной влажностью воздуха и высокими температурами являются мощными драйверами физического испарения, что определяет высокую водотребовательность орошаемых культур в течение всего вегетационного периода.

Заволжская оросительная система является еще одним крупным мелиоративным объектом, расположенном на левом берегу Волгоградского Водохранилища (рисунок 10). Проектная площадь системы составляет 12,9 тыс. га, а фактически поливается более 9,6 тыс. га. Это одна из немногих гидро мелиоративных систем с наибольшей долей орошаемых земель, мелиоративная функция на которых была сохранена или восстановлена.



Рисунок 10. – Заволжская оросительная система [7]

Система расположена в пределах двух геоморфологических зон, - Приволжской песчаной гряды и Хвалынской морской глинистой равнины Прикаспийской низменности. Территория относится к сухостепной зоне светло-

каштановых почв, коэффициент природного увлажнения не превышает 0,25, гидротермический коэффициент мелиоративной освоенной территории составляет около 0,6. Запасы продуктивной почвенной влаги в метровом слое на дату перехода 10°C в весенний период составляют более 75 мм.

Кисловская оросительно-обводнительная система расположена в непосредственной близости к Заволжской системе и вместе они обеспечивают мелиоративную функцию крупного, почти монолитного, участка сельскохозяйственных земель (рисунок 11.).

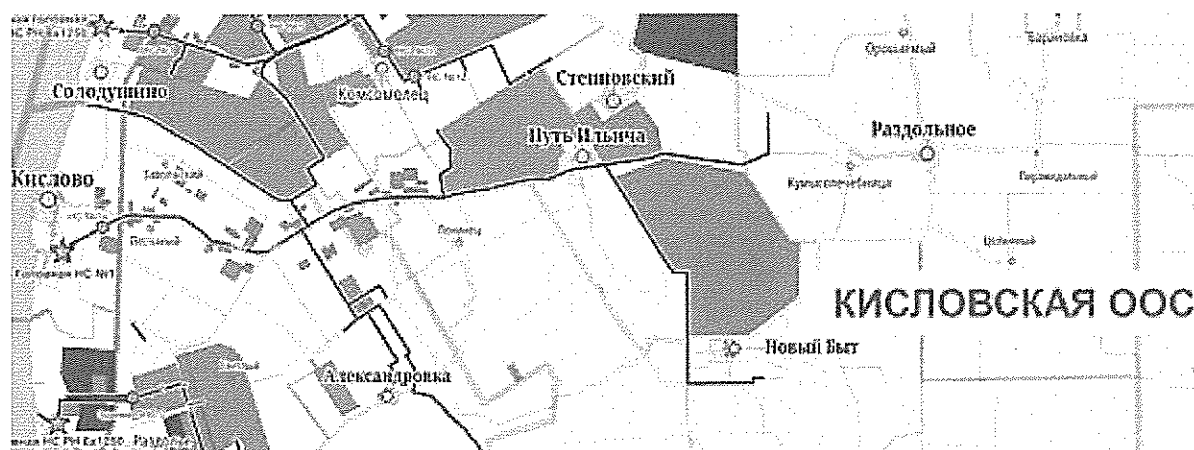


Рисунок 11 – Кисловская оросительно-обводнительная система [7]

Проектная площадь мелиорированных земель Кисловской системы 13,6 тыс. га, однако в настоящий момент фактически орошается менее 1 тыс. га.

Система также расположена в пределах двух геоморфологических зон, - Приволжской песчаной гряды и Хвалынской морской глинистой равнины Прикаспийской низменности. Почвенный покров представлен, в основном, светло-каштановыми слабозасоленными, незасоленными, лугово-каштановыми почвами и солонцами. Территория относится к сухостепной зоне светло-каштановых почв, коэффициент природного увлажнения составляет 0,25.

Палласовская оросительно-обводнительная система полностью расположена в геоморфологическом районе Хвалынской морской глинистой равнины Прикаспийской низменности (рисунок 12). Магистральные и распределительные каналы оросительной системы общей протяженностью 388 км запроектированы в земляных руслах. Общее количество гидротехниче-

ских сооружений составляет 416, 21 насосная станция. Проектная площадь мелиорированных земель составляет 16,8 тыс. га, однако фактически на сегодняшний день поливается около 1,5 тыс. га.

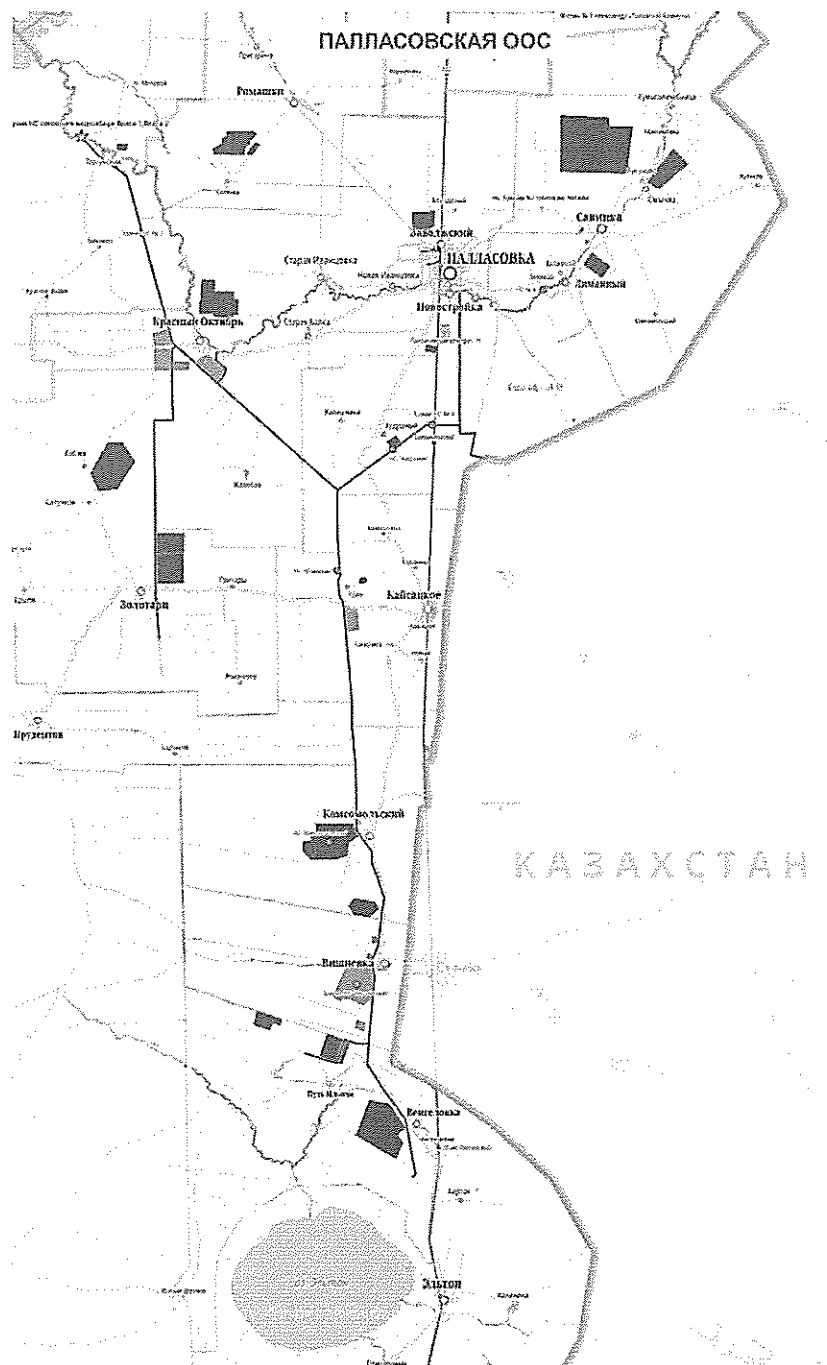


Рисунок 12. – Палласовская оросительно-обводнительная система [7]

Территория системы большей частью расположена в полупустынной климатической зоне. Гидротермический коэффициент составляет 0,5 и менее, коэффициент природного увлажнения 0,20.

Городищенская оросительная система расположена на правом берегу р. Волга с головным водозабором на Волгоградском водохранилище (рисунок 13).



Рисунок 13 – Городищенская оросительная система [7]

Проектная площадь Городищенской системы составляет 20,6 тыс. га, из которых сейчас фактически поливается 13,5 тыс. га. Это самая большая по площади фактического орошения государственная мелиоративная система в Волгоградской области.

В геоморфологическом отношении это аккумулятивно-денудационная южная часть Приволжской возвышенности. Геодезическая высота подъема оросительной воды составляет 120 м. Подача воды осуществляется насосными станциями первого и второго подъемов с одинаковой производительностью 27 м³/с.

Мелиорированные земли Городищенской системы расположены в пределах сухостепной зоны каштановых и светло-каштановых почв. В сравнении с Заволжьем климат здесь несколько мягче, гидротермический коэффициент находится в районе 0,6, коэффициент природного увлажнения территории 0,2-0,3, запасы продуктивной почвенной влаги в метровом слое на дату перехода температуры воздуха через 10°C более 75 мм. Орошаемые земли хорошо обустроены в мелиоративном плане, что также смягчает условия произрастания большинства сельскохозяйственных культур.

Оленьевская оросительная система введена в эксплуатацию сравнительно недавно, в 1989 году, с проектной площадью орошаемых земель в пределах 2,7 тыс. га (рисунок 14). Однако в настоящее время мелиорированные земли системы практически не используются, в 2023 году фактически поливалось всего 41 га. Располагается Оленьевская система на правом берегу Волгоградского водохранилища, откуда и осуществляется забор оросительной воды.



Рисунок 14 – Оленьевская оросительная система [7]

Система полностью размещена в границах сухостепной зоны каштановых почв с различной степенью содержания гумуса. Гидротермический коэффициент территории 0,6, коэффициент природного увлажнения за период со среднесуточными температурами воздуха более 5 °С, - 0,25.

Калачевская оросительная система имеет проектную площадь орошаемых земель 7,1 тыс. га в Городищенском районе Волгоградской области. Водозабор осуществляется из р. Дон, вода головной насосной станции подается в облицованный магистральный канал, протяженность которого составляет 6,5 км (рисунок 15).



Рисунок 15 – Калачевская оросительная система [7]

В настоящее время фактически поливается чуть более 1,5 тыс. га мелиорированных земель системы, еще на части земель (выделено красным) мелиоративная функция может быть восстановлена без капитальных затрат.

Система располагается в сухостепной зоне южной части Приволжской возвышенности, почвы каштановые, солонцеватые в комплексе с солонцами на тяжело- и среднесуглинистых карбонатных отложениях, темно-

каштановые среднемоштные на средне- и легкосуглинистых отложениях, подстилаемых супесями. Гидротермический коэффициент территории более 0,6, коэффициент природного увлажнения (по Данильченко) около 0,3, запасы продуктивной почвенной влаги в метровом слое на дату перехода температуры воздуха через 10 °С весной составляет около 100 мм.

Котельниковская оросительная система расположена в самой южной части Волгоградской области с водозабором из Цимлянского водохранилища (рисунок 16). В геоморфологическом отношении эта территория относится к северному аккумулятивно-денудационному плато Ергеней, почвы каштановые среднемоштные в комплексе с глубокими солонцами, каштановые солонцеватые в комплексе со средними солонцами. На мелиорированной территории хорошо развита гидрографическая сеть, что обуславливает выраженную естественную дренированность орошаемых земель. Это одна из немногих систем, где практически не наблюдалось ухудшения мелиоративной обстановки за все годы эксплуатации орошаемых земель.



Рисунок 16. –Котельниковская оросительная система [7]

В соответствии с почвенно-климатическим районированием Волгоградской области орошаемые земли Котельниковской оросительной системы располагаются в сухостепной зоне каштановых почв. Наряду с высокой теп-

лообеспеченностью, мелиорированные земли Котельниковской системы сравнительно высоко обеспечены атмосферными осадками. Гидротермический коэффициент территории достигает 0,7, коэффициент природного увлажнения за период со среднесуточными температурами воздуха выше 5°C более 0,25, запасы почвенной влаги в метровом слое на дату перехода температуры воздуха через 10°C весной составляют 12 мм и более.

Варваровская оросительная система расположена в междуречье Волги и Дона на базе Волго-Донского судоходного канала в Калачевском районе Волгоградской области (рисунок 17).



Рисунок 17 – Варваровская оросительная система [7]

Проектная площадь мелиорированных земель Варваровской оросительной системы около 6,8 тыс. га, из которых 4,6 тыс. га – это площади регулярного орошения, а 2,2 тыс. га – лиманы. В настоящее время фактически поливается всего 136 га, а еще на части земель (выделено желтым) мелиоративная функция может быть восстановлена, но требуются капитальные вложения и инвестиции.

В геоморфологическом отношении система размещена на самой северной части аккумулятивно-денудационного плато Ергеней, вблизи границы с южными склонами Приволжской возвышенности. Это, большей частью, сухостепная зона каштановых почв с разной степенью содержания гумуса, граничащая и переходящая в полупустынную зону светло-каштановых почв Волгоградского правобережья. Зона засушливая, гидротермический коэффициент территории 0,5-0,6, коэффициент природного увлажнения по П.В. Данильченко (за период со среднесуточными температурами воздуха выше 5 °С), - в районе 0,25, а среднеголетние запасы почвенной влаги в метровом слое почвы на дату перехода температуры воздуха через 10 °С весной, составляют около 75 мм.

Райгородская оросительно-обводнительная система расположена к югу от областного центра г. Волгограда по правому берегу р. Волга (в районе рабочего поселка Райгород). Проектная площадь мелиорированных земель системы составляет 9,2 тыс. га из которых 6,4 тыс. га – это земли регулярно орошения. В настоящее время фактически поливается 3,4 тыс. га.

В геоморфологическом отношении мелиорированные земли Райгородской оросительно-обводнительной системы располагаются в геоморфологическом районе это Прикаспийской низменности, подзона Сарпинской эрозионно-морской низменности (рисунок 18). Насосные станции системы из р. Волга подают оросительную воду на высоту 31,1 м, в напорный бассейн, из которого вода поступает в магистральный канал.

В соответствии с почвенно климатическим райошированием Волгоградской области орошаемые земли Райгородской оросительной системы располагаются в полупустынной зоне светло-каштановых почв. Зона распространения светло-каштановых почв – это зона максимальной комплексности. В комплексах доминируют солонцеватые разновидности, несолонцеватых почв меньше. По гранулометрическому составу преобладают глинистые и тяжелосуглинистые почвы. Содержание гумуса низкое, редко превышает 2 %. На глубине 0,8-1,2 располагается гипсовый пояс.

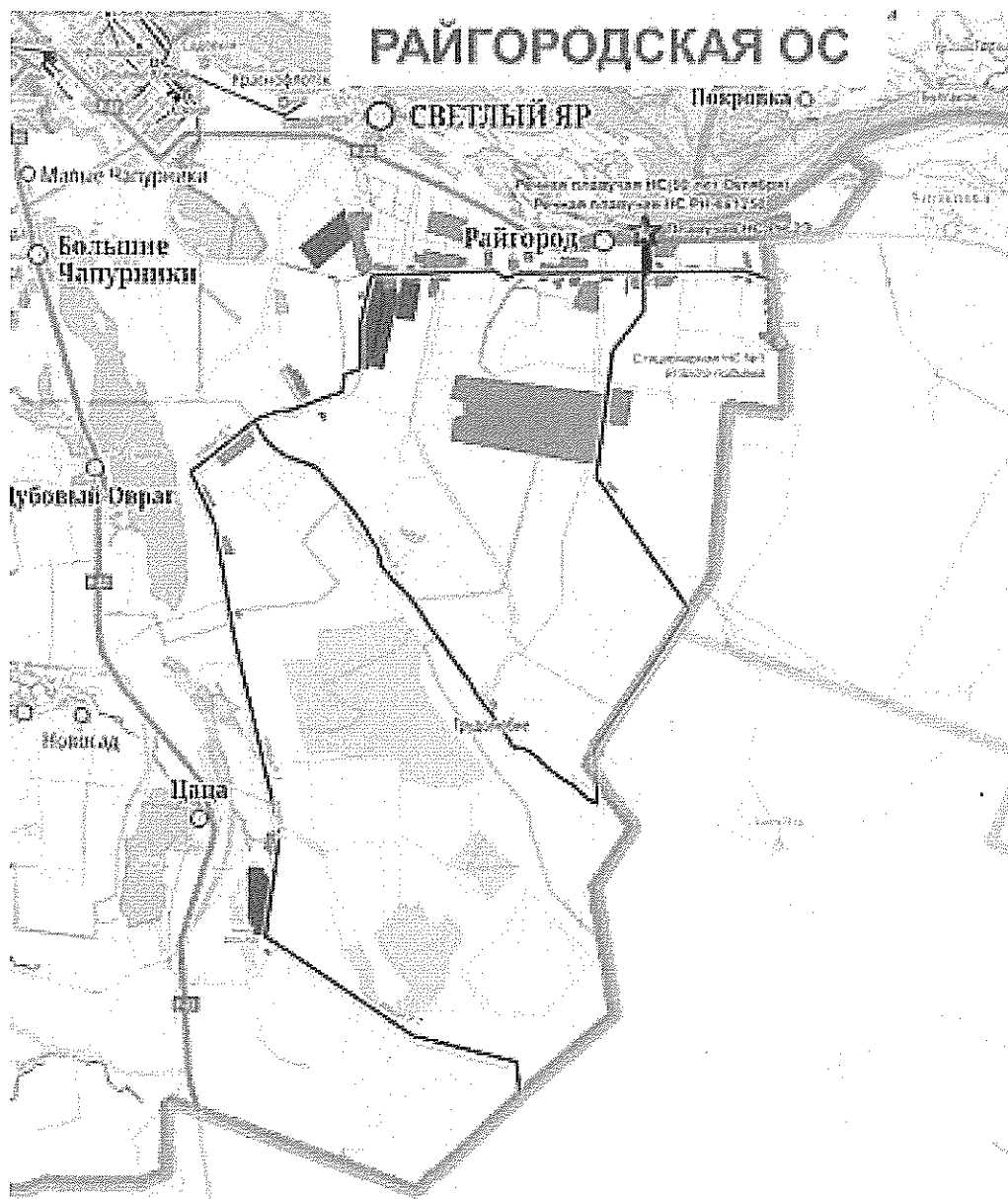


Рисунок 18. – Райгородская оросительно-обводнительная система [7]

Климат территории засушливый, гидротермический коэффициент не превышает 0,5, коэффициент природного увлажнения за период со среднесуточными температурами воздуха выше 5°C , - 0,20-0,25, запасы почвенной влаги в метровом слое на дату перехода температуры воздуха через 10°C ниже 75 мм.

Гидротехнические мелиорации в этих условиях – главный фактор устойчивого производства сельскохозяйственной продукции.

3. Анализ фактических параметров водопользования в орошаемом земледелии Волгоградской области

В силу своего географического положения и природных условий Волгоградская область является регионом приоритетного развития гидротехнических мелиораций [8, 9, 10]. Орошаемые земли здесь – основа устойчивого и высокопродуктивного сельского хозяйства, главное условие безболезненного преодоления климатических рисков, в том числе уровня «бедствие». История орошаемого земледелия на современной территории Волгоградской области насчитывает не один век, однако массовое развитие мелиорации на системной основе стартует с принятием известного Постановления Правительства СССР «О широком развитии мелиорации земель...». С этого момента строительство оросительных систем в Волгоградской области становится приоритетной государственной задачей, приобретает характер Всесоюзной стройки. К началу 90-х годов в Волгоградской области на регулярной основе орошалось более 350 тыс. га пашни и около 80 тыс. га лиманов. Суммарная проектная мощность в настоящее время действующих оросительных систем в Волгоградской области составляет 178,84 тыс. га. Часть мелиорированных ранее земель сегодня не орошается по причине неудовлетворительного мелиоративного состояния. Ошибки в проектировании, при строительстве и эксплуатации, неизбежные при тех массовых объемах ввода новых орошаемых площадей в 80-е годы XX века, повлекли выбытие мелиорированных земель по причине вторичного засоления, осолонцевания, заболачивания, водной эрозии и т.д.

В настоящее время ситуация с мелиоративным состоянием земель стабилизировалась. Фактически политая площадь сельскохозяйственных угодий на мелиорированных землях, обслуживаемых государственными системами федерального и регионального значения, в 2023 году составила чуть более 40 тыс. га [11]. Сегодня развитие мелиорации в Волгоградской области обозначено как приоритетное направление регионального агропромышленного

комплекса. Площади орошаемых земель неуклонно растут, и только за последние годы за счет возобновления мелиоративной функции на бывших орошаемых землях, строительства новых орошаемых участков они увеличились более, чем в два раза. Сегодня крайне важно не повторять ошибок прошлого, максимально обоснованно и рачительно использовать водные ресурсы, применять научно-обоснованные технологии и системы орошаемого земледелия. Важная роль здесь отводится регуляторной функции «Волгоградмелиоводхоза», обеспечивающего бережную эксплуатацию инженерных систем и своевременную подачу оросительной воды водопользователям. Необходимо такое распределение оросительной воды, которое бы обеспечивало потребности хозяйствующих субъектов для ведения высокопродуктивного агрохозяйства, но учитывало и экологические ограничения мелиорированных агроландшафтов. Особое значение приобретают подходы к нормированию водопользования и планированию водоподачи. Использование рекомендованных норм водопотребности для перспективного планирования водоподачи водопользователям – субъектам орошаемого земледелия, должно быть обосновано с учетом поставленных целей ограничений. Приведенный ниже анализ фактического водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях государственных оросительных систем выполнен в качестве основы перспективного планирования подачи оросительной воды с учетом ожидаемых величин ее расходования по почвенно-климатическим зонам и оросительным системам Волгоградской области.

Оценки водопользования хозяйствующих субъектов Волгоградской области в орошаемом земледелии приведены по всем государственным системам Федерального и регионального значения. Оценки сгруппированы по территориальному признаку, - филиалам «Волгоградмелиоводхоза» для периода 2020-2023 гг.

В качестве других группирующих факторов, определяющих индивидуальные оценки использования оросительной воды на орошение, использова-

лись группы возделываемых сельскохозяйственных культур и методы учета расхода воды на орошение в хозяйствующих субъектах.

Быковский филиал. В таблице 1 приведены фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Быковского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз». В управлении филиала находятся Большая Волгоградская и Среднеахтубинская оросительные системы. Природные условия типичны для сухостепной зоны Волгоградского Заволжья.

По состоянию на 2023 год площадь фактически поливаемых земель в филиале составила 4563 га. Основные культуры, возделываемые на мелиорированных землях оросительных систем Быковского филиала, - это овощи и бахчевые. Общая площадь фактически поливаемых земель в хозяйствах, специализирующихся исключительно на возделывании овощных культур, составила более 20 %. Еще около 37 % всех поливаемых площадей заняты под севооборотом, включающем овощи и бахчевые культуры. Также большие площади фактически поливаемых земель освоены хозяйствами, где в севообороте возделываются овощи и кормовые культуры, - более 17 %. Полив зерновых осуществляется на площади, занимающей более 16 % от фактически поливаемых земель Большой Волгоградской и Среднеахтубинской оросительных систем.

Общий объем потребляемой оросительной воды в хозяйствах зависит от совокупной площади орошаемого клина и оросительной нормы, которая, вообще говоря, индивидуальна для каждой орошаемой культуры. Приведенные в таблице оросительные нормы имеют средневзвешенные оценки, полученные отношением фактического объема потребляемой на полив оросительной воды в хозяйстве к общей площади орошаемого клина, занятого под культурой. Оценки оросительной нормы также сгруппированы в зависимости от метода учета затрат оросительной воды. Этот фактор также имеет большое значение, так как методы используют различные подходы для оценки затрат оросительной воды, отличающиеся, в том числе, надежностью и точностью.

Таблица 1 - Фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Быковского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Культура (группа культур)	Метод учета воды	Объем водоподачи		Площадь полива		Оросительная норма	
		м ³	% ¹	га	% ²	м ³ /га	% ³
1	2	3	4	5	6	7	8
2020 г.							
Овощи	Через приборы водоучета	1379590	11,7	335	9,2	4113	127,0
Овощи	По площади полива	2405700	20,4	418	11,5	5749	177,5
Бахчи	Через приборы водоучета	119920	1,0	67	1,8	1795	55,4
Бахчи	Через мощность насосно-силового оборудования	31250	0,3	17	0,5	1796	55,5
Бахчи	Через гидротехнический затвор	638550	5,4	161	4,4	3956	122,1
Бахчи	По площади полива	243250	2,1	70	1,9	3500	108,1
Овощи и бахчи	Через приборы водоучета	2055540	17,4	680	18,7	3023	93,3
Овощи и бахчи	По площади полива	1308530	11,1	366	10,0	3580	110,5
Овощи и бахчи	Через гидротехнический затвор	828927	7,0	297	8,2	2791	86,2
Овощи и кормовые	Через приборы водоучета	2213780	18,8	630	17,3	3514	108,5
Зерновые	Через мощность насосно-силового оборудования	330940	2,8	150	4,1	2206	68,1
Зерновые	Через приборы водоучета	237480	2,0	450	12,4	528	16,3

1 – доля выделенного объема в структуре водоподачи по филиалу, %; 2 – доля выделенной площади в структуре фактически поливаемых земель по филиалу, %; 3 – отношение фактической оросительной нормы для выделенной группы к средневзвешенной оросительной нормы по филиалу

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
2021 г.							
Овощи	Через мощность насосно-силового оборудования	308915	2,3	60	1,6	5149	148,6
Овощи	Через гидротехнический затвор	110130	0,8	18	0,5	6250	180,4
Овощи	Через приборы водоучета	508650	3,8	176	4,6	2893	83,5
Бахчи	Через приборы водоучета	61157	0,5	38	1,0	1618	46,7
Смешанные	Через мощность насосно-силового оборудования	475215	3,6	149	3,9	3183	91,9
Смешанные	Через приборы водоучета	3544473	26,8	1807	47,3	1962	56,6
Смешанные	По площади полива	8235292	62,2	1576	41,2	5225	150,9
2022 г.							
Овощи	Через приборы водоучета	2165865	16,7	504	10,8	4296	154,4
Бахчи	Через приборы водоучета	312669	2,4	176	3,8	1778	63,9
Смешанные посевы	Через приборы водоучета	9282597	71,8	3489	75,1	2661	95,6
Смешанные посевы	С применением насосной станции	377253	2,9	149	3,2	2532	91,0
Смешанные посевы	По площади полива	792601	6,1	329	7,1	2409	86,6
2023 г.							
Овощи	Через мощность насосно-силового оборудования	540768	3,9	161	3,6	3361	109,8
Овощи	Через приборы учета	4657184	33,6	1078	23,8	4320	141,1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Овощи	Через гидрометрический пост	128746	0,9	33	0,7	3854	125,9
Зерновые	С применением насосной станции	431849	3,1	143	3,2	3019	98,6
Зерновые	Через приборы водоучета	791650	5,7	190	4,2	4168	136,2
Смешанные посевы	Через приборы учета	6946841	50,1	2713	59,9	2561	83,7
Смешанные посевы	Через гидрометрический пост	83702	0,6	37	0,8	2245	73,3
Смешанные посевы	По площади полива	282692	2,0	173	3,8	1634	53,4

За период с 2020 по 2023 годы групповая оросительная норма по овощам в хозяйствах, где расход оросительной воды на полив контролировался по приборам водоучета, изменялась в пределах 2893-4320 м³/га. Это составляет 127-154 % от средневзвешенной оросительной нормы по всем орошаемым культурам в зоне обслуживания филиала. Групповая оросительная норма по овощам в хозяйствах, где расход оросительной воды на полив контролировался через мощность насосно-силового оборудования, изменялась от 3361 до 5149 м³/га.

Оросительная норма овощей, определяемая расчетным методом, на площадь полива, составила 5749 м³/га, - и это оказалось самым большим значением в сравнении с другими методами учета расхода оросительной воды.

Средняя оросительная норма по бахчевым культурам при организации контроля расходования поливной воды через приборы водоучета изменялась в достаточно узком диапазоне, от 1618 до 1778 м³/га. Особенности орошения бахчевых культур при принятой в регионе технологии возделывания таковы, что за счет поливов устраняется только часть дефицита почвенной влаги. Сама оросительная норма у бахчевых существенно ниже, чем у овощных и составляет 46,7-63,9 % от средневзвешенной нормы на 1 га поливной площади

по филиалу. Однако, при контроле расхода оросительной воды расчетным способом, на площадь полива, в филиале учитывалась существенно большая оросительная норма по бахчевым культурам, - на уровне 3500 м³/га.

При поливе зерновых на мелиорированных землях Быковского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» потребление оросительной воды учитывалось по приборам водоучета, через мощность насосно-силового оборудования, а также с применением насосной станции. Оросительная норма при контроле расходования воды по приборам водоучета изменялась от 528 до 4168 м³/га. Однако, необходимо учитывать, что орошение зерновых на мелиорированных землях филиала не является массовым явлением, - это отдельные, единичные хозяйствующие субъекты, а потому нельзя исключить факторы влияния несистемного характера. Данные нельзя использовать в качестве доказательной базы, на их основе невозможно сделать сколь-либо достоверные выводы.

Значительная часть посевов орошаемых культур по хозяйствующим субъектам учитывается как «смешанные». Это предполагает возделывание орошаемых культур в севообороте, когда нельзя выделить какую-либо явно доминирующую культуру. Смешанные посевы на землях филиала, как правило представлены сочетаниями овощных и бахчевых культур, овощных и кормовых культур, зерновых и овощных культур и т.д. Оросительная норма на средний гектар смешанных посевов трудно прогнозируема, так как существенно зависит от пропорций, в которых сочетаются орошаемые культуры. Однако и здесь было отмечено существенное превышение оросительной нормы, учтенной расчетным способом, - на площадь полива, в сравнении с оросительной нормой в хозяйствах, где контроль осуществляли по приборам водоучета.

Городищенский филиал. В таблице 2 приведены фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях городищенского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз».

Таблица 2 - Фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Городищенского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Культура (группа культур)	Метод учета воды	Объем водоподачи		Площадь полива		Оросительная норма	
		м ³	% ¹	га	% ²	м ³ /га	% ³
1	2	3	4	5	6	7	8
2020 г							
Овощи	Через мощность насосно-силового оборудования	6735305	10,8	1623	11,8	4150	91,4
Овощи	Через приборы водоучёта (с применением НС)	2358110	3,8	516	3,7	4570	100,6
Овощи	Через приборы водоучета	3079898	4,9	657	4,8	4687	103,2
Овощи	Через градуированный завтор	495427	0,8	165	1,2	3000	66,1
Овощи	Через площадь полива	20371443	32,5	3318	24,0	6140	135,2
Картофель	Через площадь полива	225600	0,4	47	0,3	4800	105,7
Овощи и картофель	Через мощность насосно-силового оборудования	7576027	12,1	1450	10,5	5224	115,0
Овощи и картофель	Через приборы водоучёта (с применением НС)	2595078	4,1	593	4,3	4374	96,3
Овощи и картофель	Через площадь полива	4247980	6,8	728	5,3	5838	128,6
Овощи и бахчи	Через площадь полива	934780	1,5	163	1,2	5749	126,6
Сады	Через площадь полива	81000	0,1	18	0,1	4500	99,1
Овощи и сады	Через площадь полива	2089350	3,3	369	2,7	5660	124,6

1 – доля выделенного объема в структуре водоподачи по филиалу, %; 2 – доля выделенной площади в структуре фактически поливаемых земель по филиалу, %; 3 – отношение фактической оросительной нормы для выделенной группы к средневзвешенной оросительной нормы по филиалу

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Овощи и сады	Через приборы водоучёта (с применением НС)	3243915	5,2	848	6,1	3827	84,3
Технические культуры	Через приборы водоучёта (с применением НС)	791979	1,3	564	4,1	1404	30,9
Технические культуры	Через площадь полива	1196000	1,9	260	1,9	4600	101,3
Овощи, картофель и технические культуры	Через приборы водоучёта	3610883	5,8	989	7,2	3651	80,4
Овощи, зерновые и кормовые	Через мощность насосно-силового оборудования	116288	0,2	455	3,3	2453	54,0
Кормовые	Через мощность насосно-силового оборудования	654338	1,0	220	1,6	2974	65,5
Зерновые	Через приборы водоучёта	2243773	3,6	814	5,9	2756	60,7
2021 г.							
Овощи	Через мощность насосно-силового оборудования	12219829	30,7	2597	19,7	4705	156,1
Овощи	Через гидротехнический забор	927883	2,3	200	1,5	4638	153,9
Овощи	Через приборы водоучёта	4164804	10,5	1113	8,4	3741	124,1
Овощи	С применением насосной станции	6968145	17,5	1708	13,0	4079	135,3
Технические	Через приборы водоучёта	4230967	10,6	2002	15,2	2113	70,1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Кормовые	С применением насосной станции	908360	2,3	440	3,3	2064	68,5
Зерновые	С применением насосной станции	1536735	3,9	1692	12,8	908	30,1
Смешанные	С применением насосной станции	8795060	22,1	3434	26,0	2561	85,0
2022 г.							
Овощи	Через мощность насосно-силового оборудования	19492073	26,1	3921	22,2	4971	117,4
Овощи	Через приборы водоучета	29781803	39,9	6630	37,6	4492	106,1
Овощи	Через гидротехнический затвор	586059	0,8	170	1,0	3447	81,4
Смешанные посеvy	Через мощность насосно-силового оборудования	2828921	3,8	512	2,9	5523	130,5
Смешанные посеvy	Через приборы водоучета	4804043	6,4	2228	12,6	2156	50,9
Смешанные посеvy	Через приборы водоучета с применением насосной станции	17160632	23,0	4173	23,7	4112	97,1
Бахчи	Через мощность насосно-силового оборудования	14725	0,0	5	0,0	2945	69,6
2023 г.							
Овощи	Через мощность насосно-силового оборудования	8693356	14,7	2145	14,1	4053	104,5
Овощи	Через приборы водоучета	23838479	40,4	6663	43,8	3578	92,2

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Овощи	С применением насосной станции	15836684	26,8	3059	20,1	5177	133,4
Смешанные посевы	Через мощность насосно-силового оборудования	873404	1,5	226	1,5	3865	99,6
Смешанные посевы	Через приборы водоучета	5949363	10,1	2037	13,4	2921	75,3
Смешанные посевы	С применением насосной станции	3561809	6,0	922	6,1	3861	99,5
Бахчи	Через мощность насосно-силового оборудования	13530	0,0	6	0,0	2255	58,1

В управлении филиала находятся Городищенская, Калачевская и Оленьевская оросительные системы. Природные условия территории, в границах которой размещаются мелиорированные земли филиала, типичны для сухостепной зоны каштановых почв. Суммарная проектная мощность оросительных систем составляет более 30 тыс. га, однако только 24249 га приходится на фактически обслуживаемую площадь сельхозугодий. По данным на 2023 год фактически поливаемые мелиорированные земли Городищенского филиала составляют 15132 га. На сегодняшний день это самый большой клин орошаемых земель Волгоградской области, из которых 13563 га обслуживается Городищенской оросительной системой. Благодаря преимущественной специализации на овощах и сохранении рентабельности этих культур в постсоветский период на этой системе удалось сохранить и активно использовать более 65 % мелиорированных земель. Этот показатель существенно выше среднего по области.

Овощные культуры преобладают в составе орошаемых земель Городищенского филиала, их общая площадь, только по узкоспециализированным хозяйствам увеличивалась с 4656 до 11867 га, неуклонно возрастая год от го-

да. Это 42,6-78,0 % от совокупной площади орошаемых земель, фактически политых в 2020-2023 гг. Концентрация овощных культур на орошаемых землях Городищенского филиала в последние годы только возрастает.

Кроме овощей на орошаемых землях филиала выращивают картофель, зерновые культуры, кормовые и технические культуры, поливают сады, а также выделены целый ряд хозяйств, где вышеперечисленных культуры выращиваются в различных сочетаниях и пропорциях.

Учет расхода воды на мелиорированных землях оросительных систем, управляемых Городищенским филиалом осуществляется через мощность насосно-сипового оборудования, с применением насосной станции, через гидротехнический затвор, по приборам водоучета, а также расчетным методом, на площадь полива. Сегодня четко наблюдается переход от различных способов контроля расходования оросительной воды к контролю по приборам водоучета. Если в 2020 году приборы водоучета применялись только для полива 2460 га земель, что составляет около 18 % от общей площади, то в 2023 году такое оборудование было установлено уже на 57 % орошаемых земель общей площадью 8699 га. Этот переход обоснован и определяется преимуществами объективного контроля расходования оросительной воды с использованием метрических устройств, основанных на физических принципах.

За период с 2020 по 2023 годы групповая оросительная норма по овощам в хозяйствах, где расход оросительной воды на полив контролировался по приборам водоучета, изменялась в пределах 3578-4687 м³/га. Это 92,2-124,1 % от уровня средневзвешенных затрат оросительной воды на 1 га мелиорированных земель Городищенского филиала, полив которых в эти годы производился фактически. Затраты оросительной воды на полив овощных культур в хозяйствах, где учет осуществляли через мощность насосно-силового оборудования, составили 4053-4971 м³/га. Это 104,5-156,1 % от средней оросительной нормы на 1 га площади орошаемых земель по филиалу. Сопоставимые данные были получены при учете затрат оросительной во-

ды с применением насосной станции. Ученные значения оросительной нормы по субъектам водопользования здесь изменялись от 4079 до 5177 м³/га. Это порядка 100,6-135,3 % от величины затрат оросительной воды на средний гектар орошаемых земель Городищенского филиала.

Таким образом, затраты оросительной воды на полив овощных культур при разных способах учета, преимущественно, превышали среднюю оросительную норму условного гектара фактически орошаемых земель, обслуживаемых системами Городищенского филиала «Волгоградмелиоводхоз». Это подтверждает повышенную водотребовательность овощных культур, биопродуктивность и эффективность выращивания которых в этой зоне самым тесным образом связана с уровнем водообеспеченности.

Затраты оросительной воды по бахчевым культурам оказались существенно ниже, изменяясь в пределах 2255-2945 м³/га. Это не более 58,1-69,6 % от средней оросительной нормы орошаемого гектара Городищенского филиала.

Значительную часть орошаемых площадей занимают посевы, где овощи возделывают в севообороте с какой либо одной или несколькими другими культурами. Например, в 2020 году около 20 % орошаемых площадей приходилось на хозяйства, где овощи возделывали в севообороте с картофелем, на 8,8 % орошаемых площадей выращивали овощи и плодовые культуры, на 7,2 % орошаемых площадей было организовано чередование овощных, технических культур и картофеля, а на 3,3 % мелиорированных земель овощи возделывали в севообороте с зерновыми и кормовыми культурами. Средневзвешенная оросительная норма по этим площадям существенно варьировала, но оценить закономерности этих изменений не представляется возможным, так как неизвестным остается соотношение посевных площадей возделываемых в севообороте культур. В последующие годы был осуществлен переход к обезличенному учету сельскохозяйственных культур, возделываемых в хозяйствах без выраженной специализации. Состав культур севооборота при этом не выделялся.

Орошаемый клин Городищенского филиала «ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» также включает значимые доли фактически поливаемых площадей, на которых возделываются технические (6,0-15,2 %), кормовые (1,6-3,3 %) и зерновые (5,9-12,8 %) культуры. Средневзвешенная оросительная норма в сельскохозяйственных организациях, специализирующихся на возделывании технических культур изменялась от 1404 до 3651 м³/га, что составляло 30,9-101,3 % от средневзвешенной оросительной нормы по филиалу. Оросительная норма при поливе кормовых культур составляла 2064-2974 м³/га или 65,5-68,5 % от средневзвешенной оросительной нормы по филиалу. По зерновым культурам оросительная норма изменялась от 908 м³/га (30,1 %) до 2756 м³/га (60,7 %) и была существенно ниже средней взвешенной оросительной нормы по филиалу в целом.

Таким образом, овощи и картофель оказались наиболее водотребовательными культурами в условиях той природной зоны, где расположены мелиорированные земли Городищенского филиала «ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз». При этом учтенные затраты оросительной воды в организациях, где контроль осуществляли посредством физических методов измерения, а также через мощность насосно-силового оборудования оказались меньше в сравнении оросительными нормами, рассчитанными на площадь орошаемой площади.

Иловлинский филиал. В таблице 3 приведены фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Иловлинского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз».

Иловлинский филиал объединяет группу мелиоративных объектов, представленных, преимущественно, мелиорированными участками на местном стоке. Общая площадь фактически поливаемых земель из всего мелиоративного фонда Иловлинского филиала на 2023 год составила чуть более 1100 га. Причем использованием большей части этих земель с восстановлением мелиоративной функции было возобновлено в последние годы, так как еще в 2020 году поливалось всего 268 га.

Таблица 3 - Фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Иловлинского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Культура (группа культур)	Метод учета воды	Объем водоподачи		Площадь полива		Оросительная норма	
		м ³	% ¹	га	% ²	м ³ /га	% ³
1	2	3	4	5	6	7	8
2020 г							
Овощи и картофель	Через приборы водоучета	386376	61,3	97	36,2	3983	169,5
Овощи и кормовые	Через приборы водоучета	113964	18,1	140	52,2	814	34,6
Смешанные посевы	Через приборы водоучета	129531	20,6	31	11,6	4178	177,8
2021 г							
Смешанные посевы	Через приборы водоучета	478849	100	215	100	2227	100
2022 г							
Зерновые	Через приборы водоучета	911737	28,6	309,1	31,8	2950	90,0
Кормовые	Через приборы водоучета	2042	0,1	20	2,1	102	3,1
Смешанные посевы	Через приборы водоучета	2276684	71,4	643,9	66,2	3536	107,8
2023 г							
Кормовые	Через приборы водоучета	112958	3,1	20	1,8	5648	176,3
Смешанные посевы	Через приборы водоучета	2182179	60,6	777	69,1	2808	87,6
Смешанные посевы	С применением насосной станции	1307872	36,3	327,6	29,1	3992	124,6

1 – доля выделенного объема в структуре водоподачи по филиалу, %; 2 – доля выделенной площади в структуре фактически поливаемых земель по филиалу, %; 3 – отношение фактической оросительной нормы для выделенной группы к средневзвешенной оросительной нормы по филиалу

В разные годы в филиале выделяли хозяйства, специализирующиеся на орошении зерновых, кормовых культур, а также овощных культур в севооборотах. Учитывая, что статистика в основном велась относительно смешанных посевов, говорить о каких либо обоснованных выводах по оросительной норме отдельных групп сельскохозяйственных культур не приходится. Те единичные данные, которые были получены относительно отдельных хо-

зяйств, специализирующихся на орошении кормовых и зерновых культур, также не дают научно-обоснованного представления о закономерностях изменения оросительной нормы по группам сельскохозяйственных культур и выделяемым способам водоучета.

Ленинский филиал. В таблице 4 приведены фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Ленинского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз».

Таблица 4 - Фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Ленинского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Культура (группа культур)	Метод учета воды	Объем водоподачи		Площадь полива		Оросительная норма	
		м ³	% ¹	га	% ²	м ³ /га	% ²
1	2	3	4	5	6	7	8
2020 г							
Зерновые	Через приборы водоучета	143000	2,7	170,8	17,5	837	15,6
Овощи	На площадь посева	5085201	97,3	803,87	82,5	6326	117,9
2021 г							
Зерновые	Через приборы водоучета	39610	0,3	170,8	14,4	231	2,4
Овощи	На площадь полива	11363640	99,7	1014	85,6	11206	116,4
2022 г							
Зерновые	Через приборы водоучета	1166656	14,5	668	37,0	1747	39,3
Овощи	Через приборы водоучета	4799434	59,8	725	40,2	6620	148,8
Овощи	На площадь полива	2055650	25,6	410	22,7	5013	112,7
2023 г							
Овощи	Через приборы водоучета	3360664	41,7	646,5	19,0	5198	219,7
Бахчи	Через приборы водоучета	38005	0,5	16	0,5	2375	100,4
Смешанные посевы	Через приборы водоучета	4669130	57,9	2748	80,6	1699	71,8

1 – доля выделенного объема в структуре водоподачи по филиалу, %; 2 – доля выделенной площади в структуре фактически поливаемых земель по филиалу, %; 3 – отношение фактической оросительной нормы для выделенной группы к средневзвешенной оросительной нормы по филиалу

В управлении филиала находится Ленинская и Тажинская оросительно-обводнительные системы, а также Волго-Ахтубинская оросительная система. Хозяйственная деятельность на землях Волго-Ахтубинской оросительной системы в настоящее время не ведется так как она входит в востав природного парка и используется для подачи воды в Волго-Ахтубинскую пойму в меженный период на экологические цели. Проектная мощность Ленинской и Тажинской оросительно-обводнительных систем составляет 9257 г. Всего в 2023 году поливалось 3410 га мелиорированных земель Ленинского филиала.

Территориально орошаемые земли филиала располагаются в сухостепной и полупустынной зонах светло-каштановых почв Волгоградского Заволжья. Основные культуры, которые возделываются здесь при орошении, - это овощи и зерновые. В последние годы все больше используются почвосберегающие севообороты, включающие чередование овощных, зерновых бахчевых культур. В хозяйствах, практикующих такие севообороты, культуры группируются и учитываются обезлично, без обозначения состава орошаемых видов и их пропорций в составе посевных площадей.

Учет воды осуществляется по приборам и расчетным методом, по договорам на площадь полива. Причем в последние годы осуществлен переход на организацию учета расхода оросительной воды по данным физических измерений, с использованием специальных приборов.

Доля овощей в общей площади орошаемых посевов в 2020 и 2021 году составляла 82,5-85,6 %, с последующим снижением до 62,9 % в 2022 году и до 19,0 % в 2023 году. Однако неправильно было бы думать, что овощей на мелиорированных землях Ленинского филиала стали возделывать меньше. Площадь орошаемых зерновых и зернобобовых культур существенно возросла и, наряду с этим, все больше в хозяйствах применяются смешанные севообороты, позволяющие сохранять плодородие почвы. Следует понимать, что смешанные посевы включают значительную часть посевных площадей овощных культур, но учитываются они уже по-другому. С высокой доле ве-

роятности можно считать, что овощи остались преобладающей отраслью орошаемого земледелия в этой зоне.

Оросительная норма овощных культур, учитывая расчетным методом, по договорам на площадь полива достигает 5013-11206 м³/га. Оросительная норма овощей, учитываемая через приборы водоучета, изменялась от 5198 до 6620 м³/га. Это составляет 148,8-219,7 % от средней взвешенной по филиалу оросительной нормы.

Существенно ниже оросительная норма по группе зерновых культур, возделываемых в условиях орошения, - 231-1747 м³/га, а также по бахчевым, - 2375 м³/га.

Средняя взвешенная оросительная норма для смешанных посевов сельскохозяйственных культур составила 1699 м³/га, или около 72 % от средней взвешенной оросительной нормы по филиалу.

Таким образом, для производства овощей на мелиорированных землях Ленинской оросительной системы и орошаемых участках, обслуживаемых Ленинским филиалом ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз», расходуются рекордные объемы оросительной воды. Объясняется это, в том числе, природными особенностями региона, где воедино складываются жесткий дефицит естественной влагообеспеченности, сухость воздуха и интенсивные ветровые нагрузки. Это определяет необходимость дифференцирования нормативных затрат оросительной воды по природным климатическим зонам Волгоградской области. Использование укрупненных норм водопотребности, единых для различных почвенно-климатических зон Волгоградской области, видится недостаточно обоснованным.

Николаевский филиал. В таблице 5 приведены фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Николаевского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз».

В управлении Николаевского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» находятся Заволжская и Кисловская оросительные системы.

Таблица 5 - Фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Николаевского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиноводхоз»

Культура (группа культур)	Метод учета воды	Объем водоподачи		Площадь полива		Оросительная норма	
		м ³	% ¹	га	% ²	м ³ /га	% ³
1	2	3	4	5	6	7	8
2020 г							
Овощи	Через приборы водоучета	1448963	6,8	294,8	3,4	4915	200,8
Бахчи	Через приборы водоучета	991374	4,6	555,11	6,3	1786	73,0
Бахчи	Через мощность насосно-силового оборудования	37748	0,2	21	0,2	1798	73,5
Бахчи	Через гидротехнический затвор	150009	0,7	52,5	0,6	2857	116,7
Овощи и бахчи	Через мощность насосно-силового оборудования	195260	0,9	35	0,4	5579	227,9
Овощи и бахчи	Через приборы водоучета	1974484	9,2	586,61	6,7	3366	137,5
Кормовые	Через мощность насосно-силового оборудования	6983280	32,6	2995	34,2	2332	95,3
Зерновые	Через мощность насосно-силового оборудования	6664942	31,1	2863	32,7	2328	95,1
Технические	Через мощность насосно-силового оборудования	2263622	10,6	960	11,0	2358	96,3
Технические	Через гидротехнический затвор	711624	3,3	388	4,4	1834	74,9

1 – доля выделенного объема в структуре водоподачи по филиалу, %; 2 – доля выделенной площади в структуре фактически поливаемых земель по филиалу, %; 3 – отношение фактической оросительной нормы для выделенной группы к средневзвешенной оросительной нормы по филиалу

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
2021 г							
Овощи	Через мощность насосно-силового оборудования	476090	2,0	169	1,6	2824	127,8
Овощи	Через приборы водоучета	1036918	4,5	258	2,5	4021	181,9
Бахчи	Через мощность насосно-силового оборудования	147022	0,6	80	0,8	1838	83,2
Бахчи	Через приборы водоучета	1798421	7,7	849	8,1	2118	95,8
Овощи и бахчи	Через приборы водоучета	1748819	7,5	530	5,0	3302	149,4
Кормовые	Через мощность насосно-силового оборудования	1179235	5,1	483	4,6	2441	110,5
Зерновые	Через мощность насосно-силового оборудования	8021695	34,5	4263	40,5	1882	85,2
Технические	Через мощность насосно-силового оборудования	8842003	38,0	3889	37,0	2274	102,9
2022 г							
Овощи	Через мощность насосно-силового оборудования	354013	1,6	163	1,6	2172	100,3
Овощи	Через приборы водоучета	1356468	6,0	270,3	2,6	5018	231,8
Бахчи	Через мощность насосно-силового оборудования	5533517	24,4	2935	28,0	1885	87,1
Бахчи	Через приборы водоучета	1239202	5,5	589,4	5,6	2102	97,1

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
Овощи и бахчи	Через приборы водоучета	2019525	8,9	557,8	5,3	3621	167,3
Технические культуры	Через мощность насосно-силового оборудования	8534066	37,7	4822	46,1	1770	81,8
Технические культуры	С применением насосной станции	297754	1,3	126	1,2	2363	109,2
Зерновые	Через градуированный затвор	135807	0,6	152	1,5	893	41,2
Зерновые	С применением насосной станции	3173683	14,0	787	7,5	4033	186,3
Кормовые	С применением насосной станции	14877	0,1	64	0,6	232	10,7
2023 г							
Овощи	Через мощность насосно-силового оборудования	293167	1,3	150	1,5	1954	88,0
Овощи	Через приборы водоучета	1210157	5,5	247,2	2,5	4895	220,3
Бахчи	Через приборы водоучета	483362	2,2	293,1	3,0	1649	74,2
Овощи и бахчи	Через приборы водоучета	2128093	9,7	574,05	5,8	3707	166,9
Кормовые	Через мощность насосно-силового оборудования	1241520	5,7	610	6,2	2035	91,6
Кормовые	С применением насосной станции	172017	0,8	63	0,6	2730	122,9
Зерновые	Через мощность насосно-силового оборудования	5160282	23,5	2488	25,2	2074	93,4

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
Зерновые	С применением насосной станции	1804817	8,2	661	6,7	2730	122,9
Зерновые	Через приборы водоучета	296675	1,4	150	1,5	1978	89,0
Технические	Через мощность насосно-силового оборудования	9160995	41,7	4644	47,0	1973	88,8

Суммарная проектная площадь мелиорированных земель, обслуживаемых этими двумя системами, составляет 26544 га, однако фактически обслуживаемая площадь сельскохозяйственных угодий не превышает 15096 га. По данным 2023 года площадь фактически политых земель составляет 10472 га. Ситуация с использованием проектных мощностей Кисловской и Заволжской оросительных систем существенно различается.

Так, на мелиорированных землях Кисловской оросительной системы в 2023 году фактически поливалось не более 830 га, что не превышает 6,1 % от проектной площади обслуживания. Из 12907 га проектных площадей мелиорированных земель Заволжской оросительной системы в 2023 году поливалось 9642 га, что составляет 74,7 %. Это один из наиболее высоких коэффициентов использования проектных мощностей государственных оросительных систем Волгоградской области. Следует признать, что таких показателей удалось добиться за счет восстановления значительной части мелиорированного фонда в нескольких крупных хозяйствах Николаевского района Волгоградской области. Специализация этих хозяйств, в значительной мере определяет и структуру посевных площадей на мелиорированных землях, обслуживаемых Николаевским филиалом ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз».

Значительную долю орошаемых земель здесь занимают зерновые культуры. Площади посева зерновых на орошаемых землях в 2020-2023 гг изме-

нялась от 939 до 4263 га, что составляет от 9,0 до 40,5 % всех фактически поливаемых площадей. Большой удельный вес использования мелиорированных земель Николаевского филиала приходится на технические и кормовые культуры, площадь полива которых по годам изменялась от 4343 га до 5317 га. Доля орошаемых площадей, приходящаяся на эти культуры, достигала 42,0-53,8 %.

Посевные площади овощных культур на мелиорированных землях, обслуживаемых Николаевским филиалом ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз», в 2020-2023 гг не превышали 294 – 433 га. Это, преимущественно, небольшие фермерские хозяйства, со средней площадью посева орошаемых овощных культур не более 12-15 га.

В регионе традиционно развито бахчеводство. Поэтому клин орошаемых бахчевых культур ничем не уступает площади посева овощных. По годам суммарная площадь фактически поливаемых земель в хозяйствах, специализирующихся на производстве бахчевых культур, изменялась в пределах 294 - 929 га. Еще 530-586 га фактически поливаемых земель отведено по овоще-бахчевые севообороты.

Организация контроля расхода оросительной воды включает использование физических средств измерения, - приборов водоучета, использование косвенных методов, позволяющих рассчитать потребление воды через мощность насосно-силового оборудования, использование специальных водомерных сооружений, - гидротехнических затворов, использование приборов водоучета с применением насосной станции.

Затраты оросительной воды по овощным культурам оказались наиболее высокие. Оросительная норма овощных культур в хозяйствах, где учет воды осуществляли через мощность насосно-силового оборудования, изменялась по годам от 1954 до 2824 м³/га, что составляет 88,0-127,8 % от средней взвешенной оросительной нормы по филиалу. Однако, в хозяйствах, где контроль расходования воды осуществляли через приборы водоучета, групповая оросительная норма овощных оказалась существенно выше и достига-

ла 4021-5018 м³/га, что составляет 181,9-231,8 % от средневзвешенной по филиалу. Следует признать, что при учете расхода оросительной воды через мощность насосно-силового оборудования овощи выращивали лишь в отдельных хозяйствах (фактически - двух хозяйствующих субъектах) и разница может объясняться изменением видового состава возделываемых овощных, значимо отличающихся динамикой водопотребления и продолжительностью вегетационного периода.

При возделывании бахчевых с поливом оросительная норма изменялась от 1954 до 2857 м³/га, что составляет 88,0-116,7 % от средней взвешенной оросительной нормы по филиалу. Это связано, прежде всего, с особенностями поливного режима бахчевых культур, которые относительно непродолжительное время нуждаются в дополнительном водообеспечении.

Зерновые, кормовые и технические культуры характеризуются наименьшим уровнем водопотребности. Оросительная норма этих культур, в среднем, изменялась от 232 до 2730 м³/га.

Палласовский филиал. В таблице 6 приведены фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Палласовского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз».

В управлении Палласовского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» находится Палласовская оросительно-обводнительная система с проектной площадью мелиорированных земель 16861 га. По данным на 2023 год фактически обслуживаемая площадь сельскохозяйственных угодий не превышает 1556 га. Коэффициент использования проектных мощностей Палласовской ООС сегодня составляет 9,2 %.

В силу своего географического положения и исторически сложившегося уклада землепользования мелиорированные и фактически поливаемые земли Палласовской ООС не используются для производства овощной продукции. Это единственная оросительная система, орошаемые земли которой используются для производства исключительно зерновых, кормовых и технических культур.

Таблица 6 - Фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Палласовского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелноводхоз»

Культура (группа культур)	Метод учета воды	Объем водоподачи		Площадь полива		Оросительная норма	
		м ³	% ¹	га	% ²	м ³ /га	% ³
1	2	3	4	5	6	7	8
2020 г							
Зерновые	Через мощность насосно-силового оборудования	1121256	34,2	285	24,2	3934	141,3
Зерновые	Через приборы водоучета	1297787	39,6	534	45,4	2430	87,3
Зерновые	На площадь полива	245145	7,5	91	7,8	2682	96,3
Кормовые	Через приборы водоучета	611600	18,7	266	22,6	2299	82,6
2021 г							
Зерновые	Через приборы водоучета	576656	74,8	1277	82,8	452	90,5
Кормовые	Через приборы водоучета	194107	25,2	266	17,2	730	146,1
2022 г							
Зерновые	Через приборы водоучета	334548	41,6	740	48,1	452	86,5
Кормовые	Через приборы водоучета	396811	49,4	532	34,6	746	142,8
Технические культуры	Через приборы водоучета	72155	9,0	266	17,3	271	51,9
2023 г							
Зерновые	Через приборы водоучета	26678	3,8	266	17,1	100	21,9
Зерновые	На площадь полива	214160	30,2	281	18,1	762	167,0
Кормовые	Через приборы водоучета	29051	4,1	266	17,1	109	23,9
Технические культуры	Через приборы водоучета	439756	62,0	742	47,7	593	129,9

1 – доля выделенного объема в структуре водоподачи по филиалу, %; 2 – доля выделенной площади в структуре фактически поливаемых земель по филиалу, %; 3 – отношение фактической оросительной нормы для выделенной группы к средневзвешенной оросительной нормы по филиалу

Контроль расходования оросительной воды для полива сельскохозяйственных культур ведется через мощность насосно-силового оборудования, с применением физических средств измерения расхода, а также расчетным методом на поливаемую площадь.

Зерновые на мелиорированных землях Палласовской ООС являются основной орошаемой культурой.

Совокупная площадь орошения зерновых культур в годы исследований изменялась от 541 до 1277 га с выраженным нисходящим трендом. Оросительная норма при поливе зерновых культур с организацией контроля за расходом воды по приборам водоучета изменялась в пределах 100-2430 м³/га. При использовании расчетного метода учета оросительной воды, - на поливаемую площадь, - средняя групповая оросительная норма зерновых составила 762-2682 м³/га. Самая большая оросительная норма, 3934 м³/га, была отмечена в посевах зерновых, где учет затрат воды проводился через мощность насосно-силового оборудования. Следует признать, что статистика данных по указанным группам крайне ограничена, поэтому нельзя исключить субъективные факторы.

Контроль затрат оросительной воды при поливе кормовых культур проводился только по приборам водоучета. Оросительная норма по годам при поливе кормовых культур изменялась от 109 до 2299 м³/га, что составляет 23,9-142,8 % от средней взвешенной оросительной нормы по филиалу. Как видно диапазон вариации оросительной нормы по годам чрезвычайно широк, причем не только в натуральном, но и в относительном выражении. Это тоже может быть следствием недостатка статистики данных.

Технические культуры на мелиорированных землях Палласовской ООС возделывали только последние два года, с восходящим трендом по посевным площадям. Оросительная норма по этим культурам в 2022 году составила 271 м³/га, а в 2023 году – 593 м³/га.

Таким образом, каких либо закономерностей по затратам оросительной воды на мелиорированных землях Палласовской ООС не выявлено.

Светлоярский филиал. В таблице 7 приведены фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Светлоярского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз».

Таблица 7 - Фактические оценки водопользования хозяйствующих субъектов на орошаемых землях Светлоярского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Культура (группа культур)	Метод учета воды	Объем водоподачи		Площадь полива		Оросительная норма	
		м ³	% ¹	га	% ²	м ³ /га	% ³
1	2	3	4	5	6	7	8
2020 г							
Овощи	Через приборы водоучета	322478	2,7	156	4,6	2071	57,7
Овощи	По площади полива	225822	1,9	33	1,0	6925	192,8
Бахчи	Через приборы водоучета	1866	0,0	6	0,2	311	8,7
Бахчи	По площади полива	57153	0,5	16	0,5	3528	98,2
Овощи и бахчи	Через приборы водоучета	1378805	11,4	653	19,3	2112	58,8
Овощи и бахчи	По площади полива	1904634	15,7	362	10,7	5264	146,5
Овощи и бахчи	Через мощность насосно-силового оборудования	312500	2,6	30	0,9	10416	290,0
Овощи и сады	Через приборы водоучета	279387	2,3	137	4,1	2036	56,7
Лиманы	Через гидротехнический затвор	170490	1,4	57	1,7	3000	83,5
Кормовые, овощи и зерновые	Через приборы водоучета	6667107	54,9	1540	45,6	4329	120,5
Кормовые и зерновые	Через приборы водоучета	16827	0,1	180	5,3	93	2,6

1 – доля выделенного объема в структуре водоподачи по филиалу, %; 2 – доля выделенной площади в структуре фактически поливаемых земель по филиалу, %; 3 – отношение фактической оросительной нормы для выделенной группы к средневзвешенной оросительной нормы по филиалу

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8
2021							
Зерновые и овощи	Через мощность насосно-силового оборудования	757500	6,2	130	3,8	5827	162,2
Кормовые	Через приборы водоучета	44600	0,4	80	2,4	558	15,5
Овощи	Через приборы водоучета	1276535	13,7	419	11,5	3049	118,8
Овощи	С применением гидрометрического поста	369580	4,0	53	1,5	6973	271,7
Бахчи	Через приборы водоучета	45713	0,5	19	0,5	2459	95,8
Кормовые	Через приборы водоучета	157487	1,7	170	4,7	926	36,1
Кормовые	С применением гидрометрического поста	272100	2,9	91	2,5	3000	116,9
Смешанные	Через приборы водоучета	6789472	72,9	2791	76,9	2432	94,8
Смешанные	С применением гидрометрического поста	402523	4,3	87	2,4	4649	181,1
2022 г							
Овощи	Через приборы водоучета	620325	6,4	258	8,0	2404	80,9
Овощи	С применением гидрометрического поста	150279	1,6	51	1,6	2952	99,3
Бахчи	Через приборы водоучета	6743	0,1	7	0,2	1016	34,2
Кормовые	Через приборы водоучета	10592	0,1	75	2,3	141	4,7
Кормовые	С применением гидрометрического поста	93600	1,0	31	1,0	3000	100,9

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8
2023 г							
Смешанные посевы	Через приборы водоучета	8252071	85,6	2689	82,9	3069	103,2
Смешанные посевы	С применением гидрометрического поста	511732	5,3	133	4,1	3839	129,1
Овощи	Через приборы водоучета	665595	5,7	378	10,1	1761	57,0
Овощи	С применением гидрометрического поста	168000	1,5	50	1,3	3360	108,8
Бахчи	Через приборы водоучета	197482	1,7	82	2,2	2411	78,1
Кормовые	Через приборы водоучета	14948	0,1	75	2,0	199	6,4
Кормовые	С применением гидрометрического поста	51000	0,4	17	0,5	3000	97,1
Смешанные посевы	Через мощность насосно-силового оборудования	1965113	17,0	431	11,5	4565	147,8
Смешанные посевы	Через приборы водоучета	7976335	68,9	2571	68,6	3102	100,4
Смешанные посевы	С применением гидрометрического поста	537367	4,6	145	3,9	3709	120,1

Светлоярский филиал ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» обеспечивает работу Райгородской, Варваровской, а с 2023 года, - и Котельниковской, - оросительных систем. Суммарная проектная площадь мелиорированных земель, обслуживаемых этими системами, составляет 17778 га. Однако площадь фактически обслуживаемых сельскохозяйственных угодий в границах этих трех систем составляет уже 12037 га, а фактически политая

площадь в 2023 году составила 3865 га. Состояние и современное использование проектного потенциала оросительных систем тоже не одинаковое. Например, из проектных 6784 га Варваровской оросительной системы в 2023 году было полито только 136 га мелиорированных земель. Это совсем немного выше 2 % от проектной мощности. Ситуация с Котельниковской оросительной системой немногим лучше, - из 1791 га проектных в 2023 году было полито только 267 га земель. Проектная площадь обслуживания Райгородской оросительно-обводнительной системы 9203 га из которых в 2023 году поливалось 3462 га или 37,6 %.

Основными возделываемыми культурами на мелиорированных землях, обслуживаемых Светлоярским филиалом ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» являются овощи и бахчи. Однако выделить статистику по этим культурам довольно сложно, так как овощи возделывают в севообороте с бахчевыми и садовыми культурами, кормовыми культурами, посевами зерновых.

Площадь фактически политых земель в хозяйствах, специализирующихся только на овощных культурах, в 2020-2023 гг. изменялась от 189 до 472 га. В большей части хозяйств, специализирующихся на производстве овощных установлены физические приборы водоучета. Кроме того, на площади около 50 га расход оросительной воды определяли с применением гидрометрического поста. Групповая оросительная норма овощных, определяемая с применением гидрометрического поста, составила 2952-6973 м³/га. При этом в хозяйствах, где расход оросительной воды определяли по приборам водоучета, - оросительная норма овощных не превышала 1761-3049 м³/га.

Площадь бахчевых, возделываемых с использованием орошения изменялась от 7 до 82 га. Оросительная норма, учтенная с использованием физических средств измерения и контроля расходования оросительной воды, для бахчевых составила 311-2459 м/га. При этом по договорам на площадь полива оросительная норма учитывалась на уровне 3528 м³/га.

Совокупная площадь фактически политых земель в хозяйствах, практикующих овоще-бахчевые севообороты, в 2020 году составила 1013 га, или 30,0 % от всех орошаемых земель филиала. Еще 1540 га мелиорированных земель было полито в хозяйствах, где овощи выращивали в севообороте с кормовыми и зерновыми культурами. Зерно-овощной севооборот был использован на 130 га фактически политых в 2020 году земель. В последующие годы эти сочетания возделываемых в севообороте культур были обезличены, и учитывались как «смешанные». Оросительные нормы для смешанных посевов культур изменялись, однако, что было причиной этого установить затруднительно из-за отсутствия данных о том, какие культуры и каком соотношении возделывались.

Еще одной группой культур, фактически поливаемых на мелиорированных землях Светлоярского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз», являются кормовые. Площади посева этих культур от году к году варьировали в пределах 80 – 261 га. Оросительная норма при контроле расхода воды через приборы водоучета изменялась от 141 до 926 м³/га, что не превышает 4,7-36,1 % от средней взвешенной оросительной нормы по филиалу.

Таким образом, овощные являются преобладающей группой орошаемых культур Волгоградской области. Концентрация овощных культур на фактически орошаемых землях достигает 78,0- 85,6 % (Городищенский, Ленинский филиалы). Исключением являются мелиорированные земли, обслуживаемые Николаевским и Палласовским филиалами ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз», где за счет специализации нескольких крупных хозяйств большая часть фактически поливаемых площадей используется для выращивания зерновых, кормовых и технических культур.

Данные фактического водопользования хозяйствующих субъектов показывают, что овощные являются наиболее водотребовательными культурами, оросительная норма которых существенно превышает совокупные затра-

ты воды на полив 1 га орошаемой площади любых других групп сельскохозяйственных культур. Последнее не совсем согласуется с нормативами ГОСТ Р 58331.3-2019 «Водопотребность для орошения сельскохозяйственных культур», где наибольшие укрупненные показатели водопотребности показаны для кукурузы на зерно и люцерны на сено.

Анализ исходных данных показал, что посеvy орошаемых групп культур, учитываемых как «смешанные», не могут быть использованы при оценке применимости нормированных уровней водопотребности из-за отсутствия данных по составу и соотношения сельскохозяйственных культур в севообороте.

Оросительная норма существенно изменяется в зависимости от способа организации контроля за расходом оросительной воды, применяемых в различных хозяйствующих субъектах-водопотребителях. В последние годы отмечен массовый переход хозяйств-водопотребителей на использование приборов водоучета для объективного контроля за расходом оросительной воды. Данные такого учета характеризуются наибольшей точностью и объективностью и, кроме того, позволяют сформировать достаточную статистику по овощным и другим группам орошаемых сельскохозяйственных культур.

Фактическая оросительная норма овощных и других групп орошаемых сельскохозяйственных культур существенно изменяется по природно-климатическим зонам размещения мелиорированных земель. Вместе с изменением состава и соотношения групп орошаемых культур это может быть существенным фактором изменения средневзвешенной оросительной нормы по государственным оросительным системам.

Другими факторами изменения оросительной нормы для всех групп орошаемых культур являются погодные условия, в том числе условия естественной влагообеспеченности и группа не выделенных факторов (от одного к другому субъекту водопользования), определяющих общий диапазон варьирования затрат оросительной воды и параметры распределения.

4. Статистические оценки ожидаемых затрат оросительной воды для перспективного планирования водоподдачи в орошаемом земледелии Волгоградской области

Количественный анализ исходных данных наряду с оценками средне-взвешенных затрат воды на полив гектара посевов определенной группы сельскохозяйственных культур, показал существенную вариабельность фактических данных и значительный разброс фактических оросительных норм по субъектам водопользования. Так, например, из данных Городищенского филиала ФГБУ «Волгоградмелиоводхоз», сгруппированных относительно овощных культур с организацией контроля расхода воды по приборам водоучета, диапазон оросительных норм по субъектам водопользования составил 263-16108 м³/га. С высокой долей вероятности, данный диапазон включает и недостоверные данные, полученные, например, с использованием, неисправных приборов водоучета, или по другим причинам не системного характера. Кроме причин несистемного характера, затраты оросительной воды на полив определенных групп сельскохозяйственных культур существенно зависят от факторов, включающих технику полива и особенности гидромелиоративных технологий, субъектно-ориентированные стратегии орошения, зависящие, в том числе, и от уровня компетенций водопользователей, особенностей агроландшафта, степени подготовленности мелиорированного участка. Ввиду такого широкого диапазона вариаций оросительной нормы для групп сельскохозяйственных культур по субъектам водопользования актуальной задачей является определение вероятности ожидания их фактических значений.

Решение этой задачи связано с необходимостью оценки и определения параметров теоретического распределения данных по фактическим значениям, учтенным по субъектам сельскохозяйственного водопользования в пределах границ природной зоны со сходными условиями. Практическим результатом решения задачи является определения диапазона наиболее ожидаемых (вероятных) значений оросительной нормы для перспективного плани-

рования водоподдачи в орошаемом земледелии Волгоградской области. Алгоритм решения задачи включает:

- формирование выборок данных. Выборочные данные должны обладать достаточной мощностью, обеспечивающей возможность достоверных суждений на основе результатов статистического анализа. Выборочные данные должны быть репрезентативны генеральной совокупности и не содержать недостоверные даты. Выборочные данные характеризуют генеральную совокупность, отвечающую определенным условиям, то есть являются однородными. Применительно к решаемой задаче выборка данных проводилась по группам сельскохозяйственных культур, для которых стандартизированы нормы водопотребности в орошаемом земледелии. Кроме того, учитывался способ учета воды, потребляемой на орошение. В первую очередь выборки формировали из данных, полученных путем контроля расхода воды по приборам водоучета, как априори, наиболее точного метода;

- проверку выборочных данных на наличие бракованных дат. Выбравку выборочных дат проводили по критерию t , сравнивая вычисленные фактические значения с табличными для уровня 95,0 %-ной вероятности;

- подгонку вероятностных распределений к реальным данным. Процедура подгонки включает выполнение аналитических алгоритмов, позволяющих подобрать теоретическое распределение, наиболее точно соответствующее распределению реальных данных. Соответствие теоретического распределения фактическому распределению реальных данных оценивали по критерию согласия Колмогорова-Смирнова, а также по критерию Лиллиефорса. В качестве приоритетной нулевой гипотезы было выдвинуто предположение о соответствии распределения реальных данных в выборке нормальному закону (Гауссово распределение);

- определение параметров Гауссова распределения, соответствующего распределению реальных данных. Параметры включают оценку значений математического ожидания и стандартного (среднеквадратичного) отклонения по данным выборки реальных дат;

- определение интервальных уровней вероятности на основе функции нормального распределения с верифицированными по реальным данным параметрами.

Последнее действие позволяет оценить вероятность нахождения оросительной нормы в заданном диапазоне для планирования наиболее ожидаемых уровней водоподдачи.

Нормальное распределение вероятностей наиболее часто используется для решения статистических задач в сельском хозяйстве вообще и гидромелиорации, в частности. Нормальное распределение дает хорошую модель для реальных явлений, характеризующихся:

- сильным стремлением выборочных данных группироваться вокруг центра;
- отклонения данных от центра вправо и влево равновероятны;
- воспроизводимость дат по мере удаления от центра снижается.

Формально плотность нормального распределения имеет вид:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}},$$

где a и σ – параметры распределения, соответственно интерпретируемые как математическое ожидание и стандартное отклонение распределения.

Собственно, функция распределения нормальной случайной величины отсюда будет иметь следующую форму:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx$$

Для определения интервальных уровней вероятности в выборке из нормально распределенных дат используется функция Лапласа:

$$P(l < x < b) = \Phi \frac{(l-a)}{\sigma} - \Phi \frac{(b-a)}{\sigma}$$

где l – левая граница интервальной оценки вероятности принадлежности даты диапазону значений; b – правая граница интервальной оценки вероятности принадлежности даты диапазону значений; Φ – функция Лапласа.

Формирование выборочных данных проводилось по филиалам, включающим, как правило, одну или несколько государственных оросительных систем, обслуживающих территорию в пределах одной почвенно-климатической зоны.

Быковский филиал ФГУП «Управление «Волгоградмелиоводхоз» включает Большую Волгоградскую оросительную систему и Среднеахтубинскую оросительную систему. Это территория, преимущественно, сухостепной зоны каштановых и светло-каштановых почв. Расположенные на Приволжской песчаной гряде, светло-каштановые почвы характеризуются различным гранулометрическим (от тяжелосуглинистых до супесчаных) составом и мощностью гумусового слоя. Значительная часть земель расположена в комплексе с солонцами.

Затраты оросительной воды в расчете на единицу орошаемой площади для этих систем сгруппированы следующим образом (таблица 8). Основные статистики приведены на рисунках 19-21, в таблице 9.

Таблица 8 - Группирующие факторы выборочных данных по затратам оросительной воды на государственных оросительных системах Быковского филиала ФГБУ «Волгоградмелиоводхоз»

Группа культур	Метод учета воды	Число дат
Овощи	Через приборы водоучета	103
Овощи	По площади полива	44
Бахчи	Через приборы водоучета	20
Бахчи	Через мощность насосно-силового оборудования	1
Бахчи	Через гидротехнический затвор	2
Бахчи	По площади полива	8
Овощи и бахчи	Через приборы водоучета	25
Овощи и бахчи	По площади полива	12
Овощи и бахчи	Через гидротехнический затвор	1
Овощи и кормовые	Через приборы водоучета	1
Зерновые	Через мощность насосно-силового оборудования	1
Зерновые	Через приборы водоучета	1
Смешанные посевы	Через приборы водоучета	79
Смешанные посевы	С применением насосной станции	1

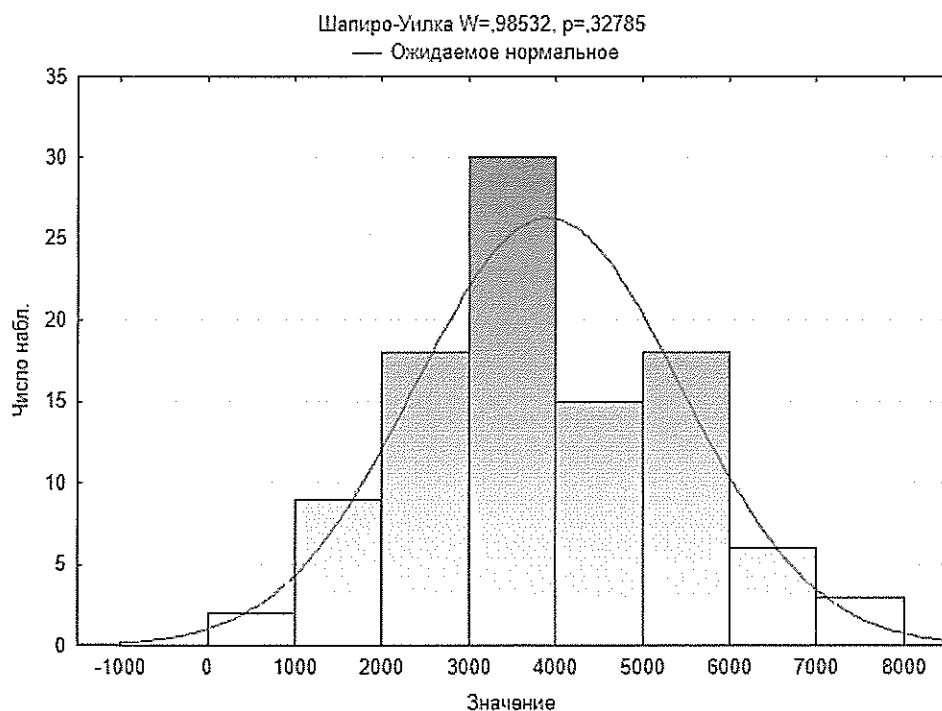


Рисунок 19 - Гистограмма и теоретическая кривая нормального распределения фактических оросительных норм овощных культур на мелиорированных землях Быковского филиала «Управление «Волгоградмелиоводхоз» по годам и субъектам водопользования

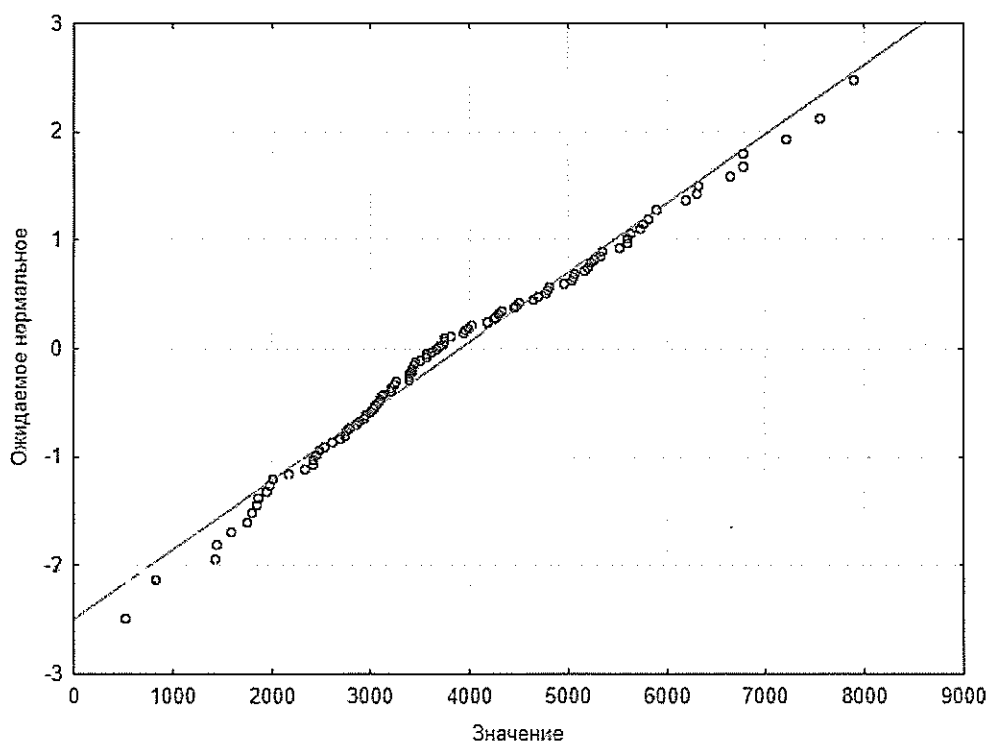


Рисунок 20 - Нормальный вероятностный график остатков распределения оросительных норм овощных культур по Быковскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Таблица 9 - Параметры нормального распределения оросительных норм овощных культур по Быковскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Показатель	Значение
Среднее	3908
Медиана	3655
Мода	5890
Частота моды	2
Минимум	522
Максимум	7883
Дисперсия	2350109
Стандартное отклонение	1533
Коэффициент вариации	39,22
Стандартная ошибка	152,54
Асимметрия	0,33
Стандартная ошибка асимметрии	0,24
Экссесс	-0,29
Стандартная ошибка эксцесса	0,48

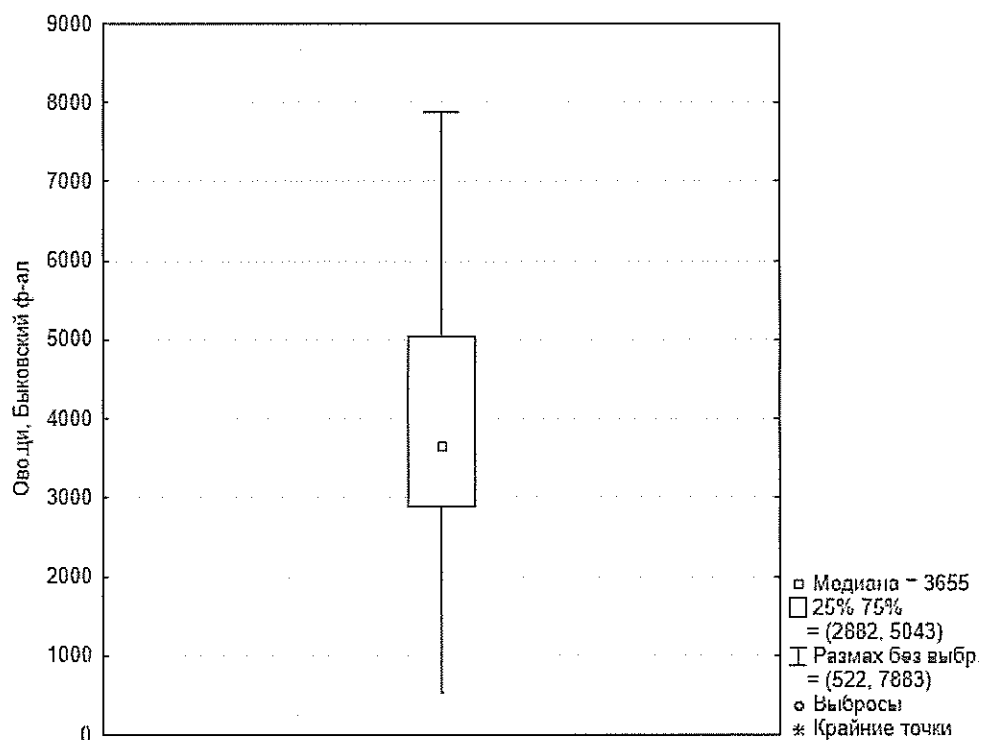


Рисунок 21 - Диаграмма размаха распределения данных фактических оросительных норм овощных культур по Быковскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Из таблицы видно, что не все группирующие факторы набирают статистически значимое число дат, а по некоторым сочетаниям были произведены лишь отдельные учеты. При формировании выборок также учитывали, что в посевах из смешанных культур, а также при совокупной оценке нескольких групп культур из нормированного списка итоговая оросительная норма будет определяться также и соотношением их посевных площадей. Этот фактор не отражен в исходных данных, что снижает их информативную ценность в отношении смешанных посевов. Наибольшее число учтенных данных по субъектам водопользования государственных оросительных систем получено по овощам. Несмотря на различие индивидуальных оценок водопотребления для группы «овощи» нормирована обобщенная (групповая) оросительная норма [12], что позволяет провести сравнительный анализ фактических и нормированных данных. Поэтому группирующая пара «овощи» и «через приборы водоучета» принята в качестве основной при формировании выборки данных для проведения статистического анализа и оценки ожидаемых (вероятных) затрат оросительной воды.

Выборка с группирующей парой «овощи» и «через приборы водоучета» по оросительным системам Быковского филиала ФГБУ «Волгоградмелиоводхоз» содержит 103 наблюдения, полученных по субъектам водопользования за отчетные периоды 2020-2023 гг. Данные распределены нормально, критерий Колмогорова-Смирнова $d = 0,087$, $p > 0,20$, - нулевая гипотеза о принадлежности данных распределению Гаусса не отвергается. На рисунках 19-21 приведены графики, наглядно подтверждающие согласованность фактических данных с теоретической кривой нормального распределения.

Математическое ожидание распределения составляет $3908 \text{ м}^3/\text{га}$, медиана $3655 \text{ м}^3/\text{га}$. Коэффициент асимметрии распределения $0,33$, эксцесс $(-0,29)$. Стандартное отклонение $1533 \text{ м}^3/\text{га}$. На рисунке 21 приведена диаграмма размаха выборочных данных. Предельные значения оросительной нормы в выборке варьируют от 522 до $7883 \text{ м}^3/\text{га}$, однако в половине случаев ожидаемая оросительная норма не будет менее $2882 \text{ м}^3/\text{га}$ и более $5043 \text{ м}^3/\text{га}$.

Ожидание оросительной нормы в диапазоне от 522 до 4510 м³/га характеризуется вероятностью 63,9 %. При этом оросительная норма, равная нормированному значению для года 75 %-ной обеспеченности осадками, 4510 м³/га, и болсе ожидается с вероятностью не болсе 34,7 %.

Городищенский филиал ФГУП «Управление «Волгоградмелиоводхоз» обслуживает Городищенскую, Калачевскую и Оленьевскую оросительные системы. Мелиорированные земли этих систем расположены в сухостепной зоне южной части Приволжской возвышенности. Почвенный покров, преимущественно, светло-каштановый и каштановый на тяжело- и среднесуглинистых карбонатных отложениях, реже – на легкосуглинистых отложениях. Темно-каштановые почвы, преимущественно, среднемошнные, располагаются на средне- и легкосуглинистых отложениях, подстилаемых супесями.

Затраты оросительной воды в расчете на единицу орошаемой площади (оросительная норма) для этих систем сгруппированы следующим образом (таблица 10).

Наибольшее число хозяйствующих субъектов на выше перечисленных оросительных системах, учтенных в качестве потребителей оросительной воды, имеют специализацию производства на овощах. Из них с учетом расхода оросительной воды по мощности насосно-силового оборудования было получено 221 дата, характеризующая затраты оросительной воды с 2020 по 2023 гг.

Выборка данных из 115 значений была сформирована по хозяйствам, где учет расхода оросительной воды проводился с применением насосной станции.

И еще одна мощная выборка, содержащая 221 значение, была сформирована по овощам, где учет расхода оросительной воды осуществлялся по приборам. Эта выборка принята в качестве основной тестовой группы, так как предполагалась, что прямое измерение расхода оросительной воды заведомо точнее косвенных методов (рисунок 22-24, таблица 11).

Таблица 10 - Группирующие факторы выборочных данных по затратам оросительной воды на государственных оросительных системах Городищенского филиала ФГБУ «Волгоградмелиоводхоз»

Группа культур	Метод учета воды	Число дат
Овощи	Через мощность насосно-силового оборудования	221
Овощи	Через приборы водоучёта (с применением НС)	115
Овощи	Через приборы водоучета	221
Овощи	Через градуированный завтор	5
Овощи	Через площадь полива	89
Картофель	Через площадь полива	3
Овощи и картофель	Через мощность насосно-силового оборудования	9
Овощи и картофель	Через приборы водоучёта (с применением НС)	13
Овощи и картофель	Через площадь полива	8
Сады	Через площадь полива	1
Овощи и сады	Через площадь полива	
Овощи и сады	Через приборы водоучёта (с применением НС)	
Кормовые	Через мощность насосно-силового оборудования	
Зерновые	Через приборы водоучета	
Зерновые	С применением насосной станции	3
Смешанные посевы	С применением насосной станции	62
Смешанные посевы	Через мощность насосно-силового оборудования	18
Смешанные посевы	Через приборы водоучета	16

Также достаточно мощные для проведения статистического анализа выборки были получены по овощам, где оросительная норма рассчитывалась на площадь полива, по овощам и картофелю, а также по смешанным посевам орошаемых сельскохозяйственных культур.

Выборка с группирующей парой «овощи» и «через приборы водоучета» по оросительным системам Городищенского филиала нормально распределена. Критерий Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk) $W = 0,99$, $p > 0,21$, - нулевая гипотеза о принадлежности данных распределению Гаусса не отвергается.

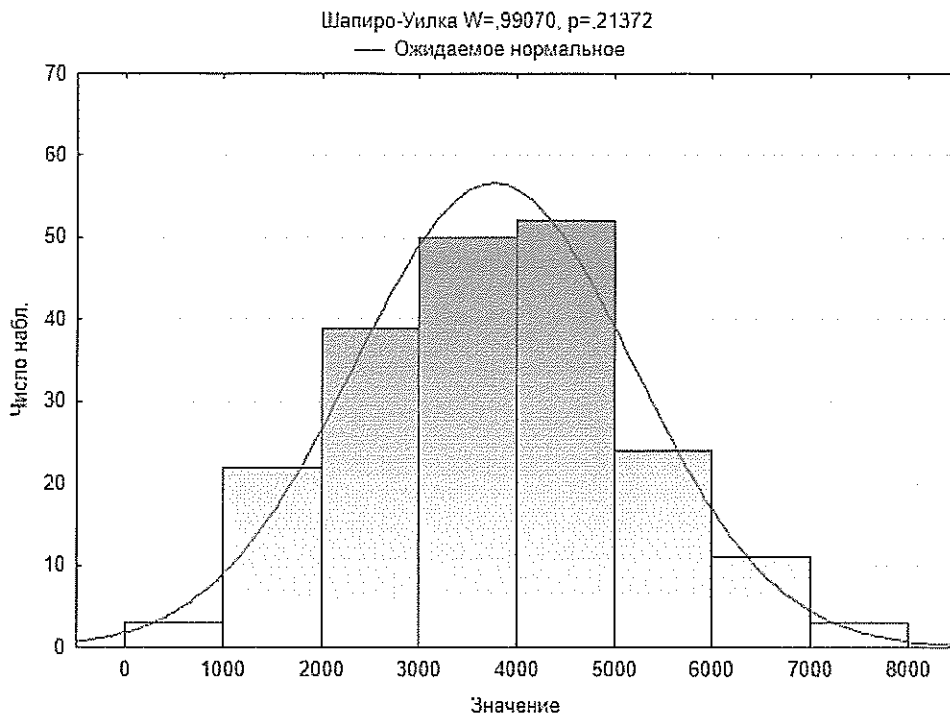


Рисунок 22 - Гистограмма и теоретическая кривая нормального распределения фактических оросительных норм овощных культур на мелиорированных землях Городищенского филиала «Управление «Волгоградмелиоводхоз» по годам и субъектам водопользования

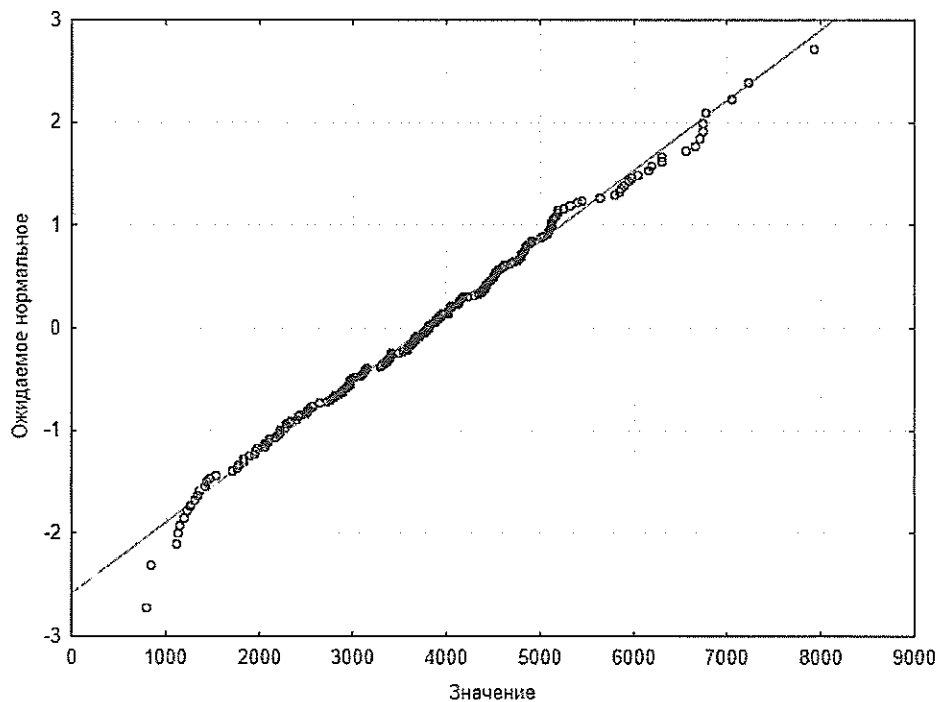


Рисунок 23 - Нормальный вероятностный график остатков распределения оросительных норм овощных культур по Городищенскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Таблица 11 - Параметры нормального распределения оросительных норм овощных культур по Городищенскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Показатель	Значение
Среднее	3766
Медиана	3797
Мода	Множест.
Частота моды	2
Минимум	786
Максимум	7920
Дисперсия	2068140
Стандартное отклонение	1438
Коэффициент вариации	38,19
Стандартная ошибка	100,69
Асимметрия	0,15
Стандартная ошибка асимметрии	0,17
Эксцесс	-0,26
Стандартная ошибка эксцесса	0,34

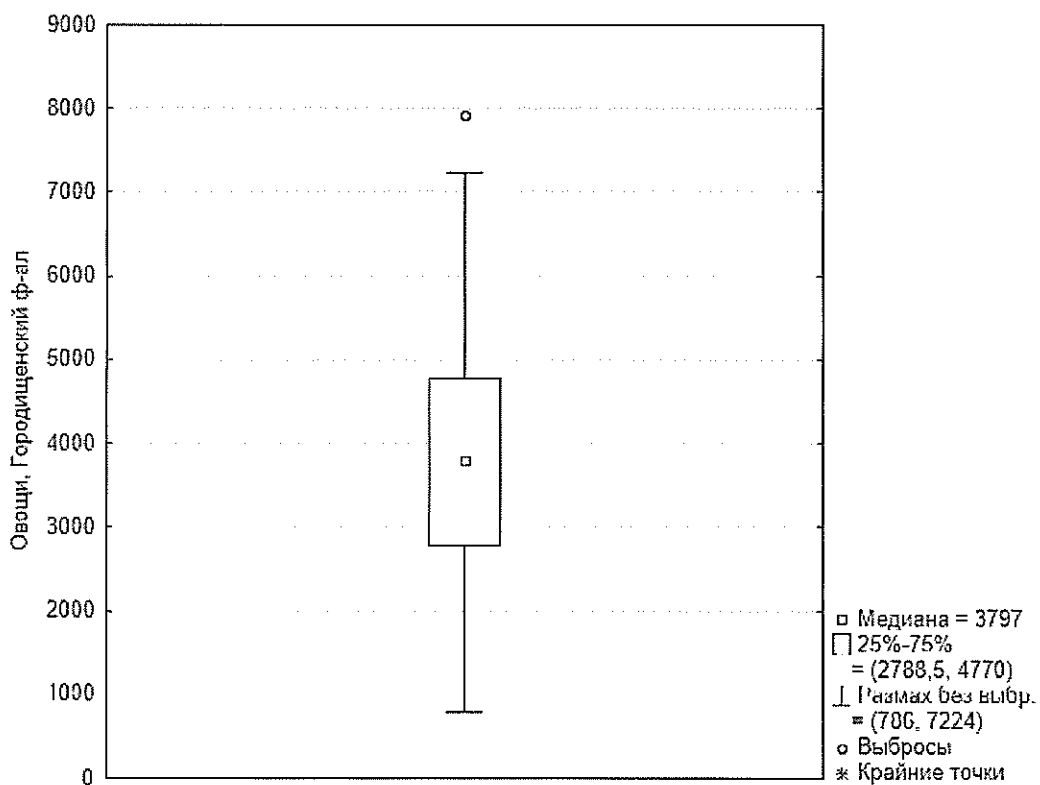


Рисунок 24 - Диаграмма размаха распределения данных фактических оросительных норм овощных культур по Городищенскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

На рисунках 22-23 приведены графики, наглядно подтверждающие согласованность фактических данных с теоретической кривой нормального распределения.

Математическое ожидание распределения составляет 3766 м³/га, медиана 3797 м³/га. Коэффициент асимметрии распределения 0,15, эксцесс (-0,26). Стандартное отклонение 1438 м³/га. На рисунке 24 приведена диаграмма размаха выборочных данных. Предельные значения оросительной нормы в выборке варьируют от 786 до 7920 м³/га, однако в половине случаев ожидаемая оросительная норма не будет менее 2788 м³/га и более 4770 м³/га.

Ожидание оросительной нормы в диапазоне от 786 до 4510 м³/га характеризуется вероятностью 67,8 %. При этом оросительная норма, равная нормированному значению для года 75 %-ной обеспеченности осадками, 4510 м³/га, и более ожидается с вероятностью не более 30,2 %.

Ленинский филиал ФГУП «Управление «Волгоградмелиоводхоз» обслуживает Ленинскую оросительную систему. Мелиорированные земли Ленинской оросительной системы располагаются в полупустынной зоне светлокаштановых почв. Почвенный покров представлен солонцеватыми комплексами на тяжело- и среднесуглинистых карбонатных отложениях. 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. Коэффициент природного увлажнения территории изменяется в пределах от 0,20 до 0,25.

Группирующие факторы представлены сравнительно небольшим набором сельскохозяйственных культур, орошаемых с преимущественным способом контроля расхода оросительной воды через приборы водоучета (таблица 12). Достаточно мощные для статистического анализа выборки получены по овощам с учетом расхода оросительной воды через приборы водоучета (60 наблюдений) и с учетом расхода оросительной воды через площадь полива, а

также по смешанным посевам с организацией контроля расходования оросительной воды через приборы водоучета.

Таблица 12 - Группирующие факторы выборочных данных по затратам оросительной воды на государственных оросительных системах Ленинского филиала ФГБУ «Волгоградмелиоводхоз»

Группа культур	Метод учета воды	Число дат
Зерновые	Через приборы водоучета	3
Овощи	Через площадь полива	77
Овощи	Через приборы водоучета	60
Бахчи	Через приборы водоучета	2
Смешанные посевы	Через приборы водоучета	18

В качестве тестовой выборки для расчета ожидаемых затрат оросительной воды для перспективного планирования водоподдачи на орошаемых землях Ленинской оросительной системы приняты сводные данные по оросительным нормам за 2020-2023 гг в хозяйствах, специализирующихся на овощах с организованным контролем расхода оросительной воды через приборы водоучета.

Статистический анализ выборочных данных показал, что значения оросительных норм в хозяйствующих субъектах по годам распределяются случайным образом, распределение нормальное (рисунок 25-27, таблица 13). Гистограмма частот по выделенным диапазонам оросительных норм повторяет узнаваемую геометрию колокола нормального распределения. Критерий Шапиро-Уилка (Shapiro–Wilk) $W = 0,98$, $p > 0,64$, нулевая гипотеза не отвергается, а следовательно распределение выборочных данных согласуется с нормальным законом. На рисунках 25-26 приведены графики, наглядно подтверждающие согласованность фактических данных с теоретической линией нормального распределения.

Математическое ожидание распределения составляет $5869 \text{ м}^3/\text{га}$, медиана $5936 \text{ м}^3/\text{га}$. Коэффициент асимметрии распределения $0,20$, эксцесс ($-0,45$). Стандартное отклонение $1827 \text{ м}^3/\text{га}$. На рисунке 27 приведена диаграмма размаха выборочных данных.

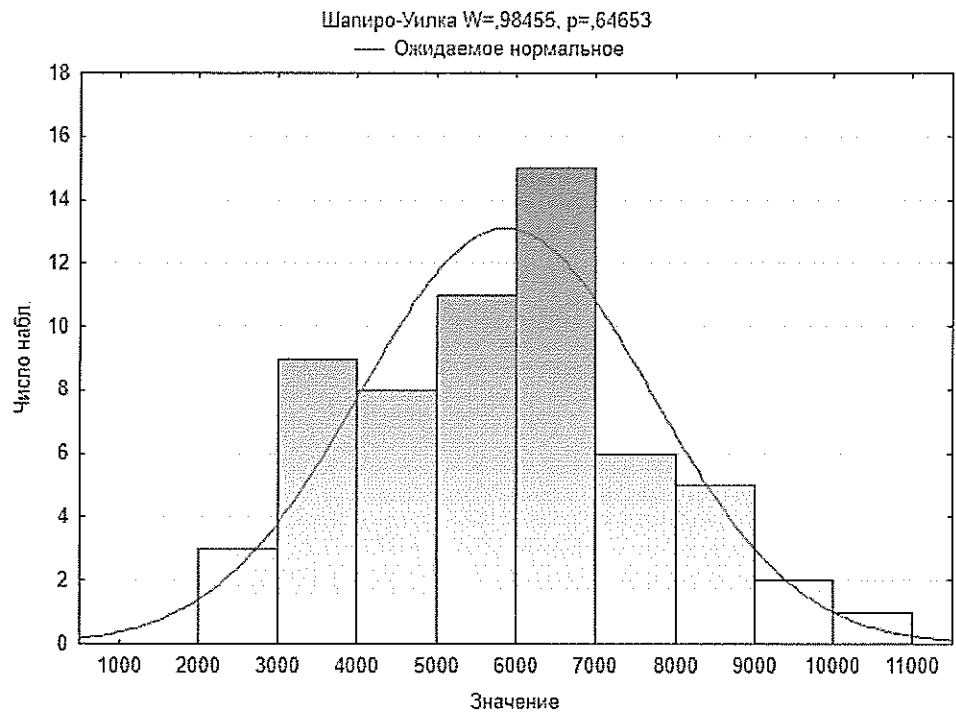


Рисунок 25 - Гистограмма и теоретическая кривая нормального распределения фактических оросительных норм овощных культур на мелиорированных землях Ленинского филиала «Управление «Волгоградмелиоводхоз» по годам и субъектам водопользования

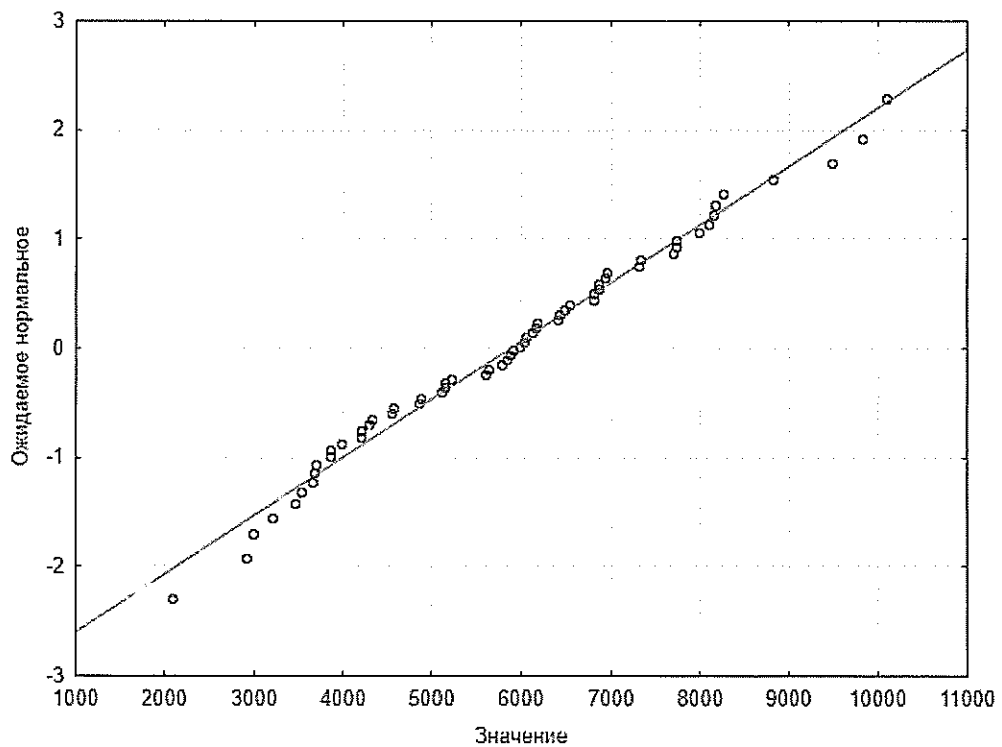


Рисунок 26 - Нормальный вероятностный график остатков распределения оросительных норм овощных культур по Ленинскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Таблица 13 - Параметры нормального распределения оросительных норм овощных культур по Ленинскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Показатель	Значение
Среднее	5869
Медиана	5936
Мода	Множест.
Частота моды	1
Минимум	2084
Максимум	10105
Дисперсия	3337498
Стандартное отклонение	1827
Коэффициент вариации	31,13
Стандартная ошибка	235,85
Асимметрия	0,20
Стандартная ошибка асимметрии	0,31
Экссесс	-0,45
Стандартная ошибка эксцесса	0,61

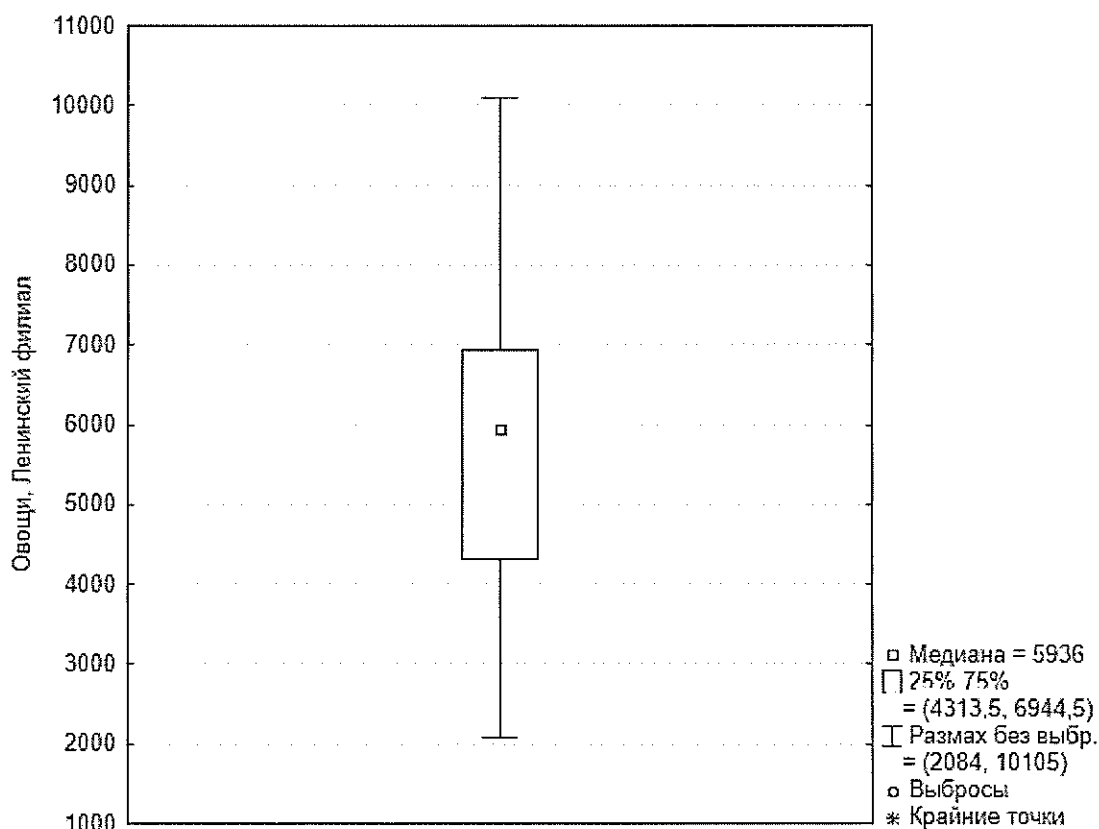


Рисунок 27 - Диаграмма размаха распределения данных фактических оросительных норм овощных культур по Ленинскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Предельные значения оросительной нормы в выборке варьируют от 2084 до 10105 м³/га, однако в половине случаев ожидаемая оросительная норма не будет менее 4313 м³/га и более 6944 м³/га.

Ожидание оросительной нормы в диапазоне от 2084 до 4510 м³/га характеризуется вероятностью 20,9 %. При этом оросительная норма, равная нормированному значению, 4510 м³/га, и более ожидается с вероятностью 77,1 %. Наибольшая плотность вероятности по этому филиалу соответствует 5869 м³/га, и это значение ближе всего нормированному значению укрупненной групповой оросительной нормы 5890 м³/га, установленной для года 95 %-ной обеспеченности осадками.

Николаевский филиал ФГУП «Управление «Волгоградмелиоводхоз» включает мелиорированные земли Заволжской оросительной системы и Кисловской оросительной системы. Мелиорированные земли этих государственных систем расположены в сухостепной зоне светло-каштановых и каштановых почв геоморфологического района Приволжской песчаной гряды. Геоморфологический район гряды приподнят по отношению примыкающей с востока территории Прикаспийской низменности на 4-8 м, почвы, большей частью, легкого гранулометрического состава, рельеф волнистый, однако к югу волнистость выражена меньше. Часть земель расположена в комплексе с солонцами.

Группирующие факторы для оросительной нормы по хозяйствующим субъектам на землях Заволжской и Кисловской оросительных систем приведены в таблице 14 .

Значимые выборки, с общим числом наблюдений от 71 до 99 сформированы по овощам, бахчам, а также смешанным посевам овощей и бахчевых культур с организацией контроля расходования оросительной воды по приборам водоучета. Большая часть орошаемых площадей по системам отведена под кормовые, зерновые и технические культуры. Однако, возделыванием этих культур занимаются отдельных крупные хозяйства, поэтому достаточного для статистического анализа набора данных получено не было. В каче-

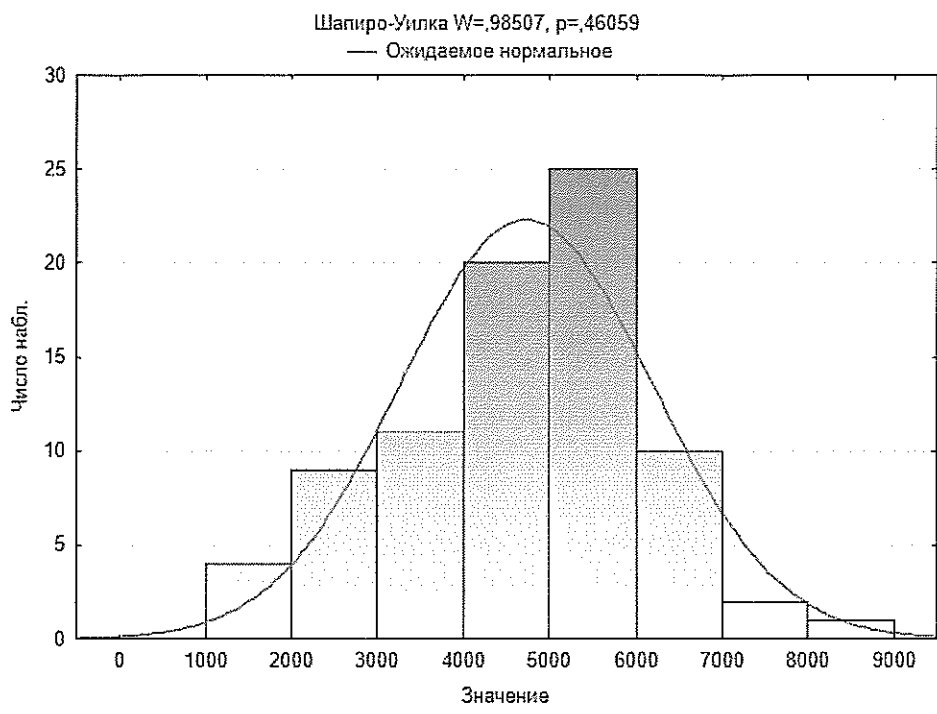


Рисунок 28 - Гистограмма и теоретическая кривая нормального распределения фактических оросительных норм овощных культур на мелиорированных землях Николаевского филиала «Управление «Волгоградмелиоводхоз» по годам и субъектам водопользования

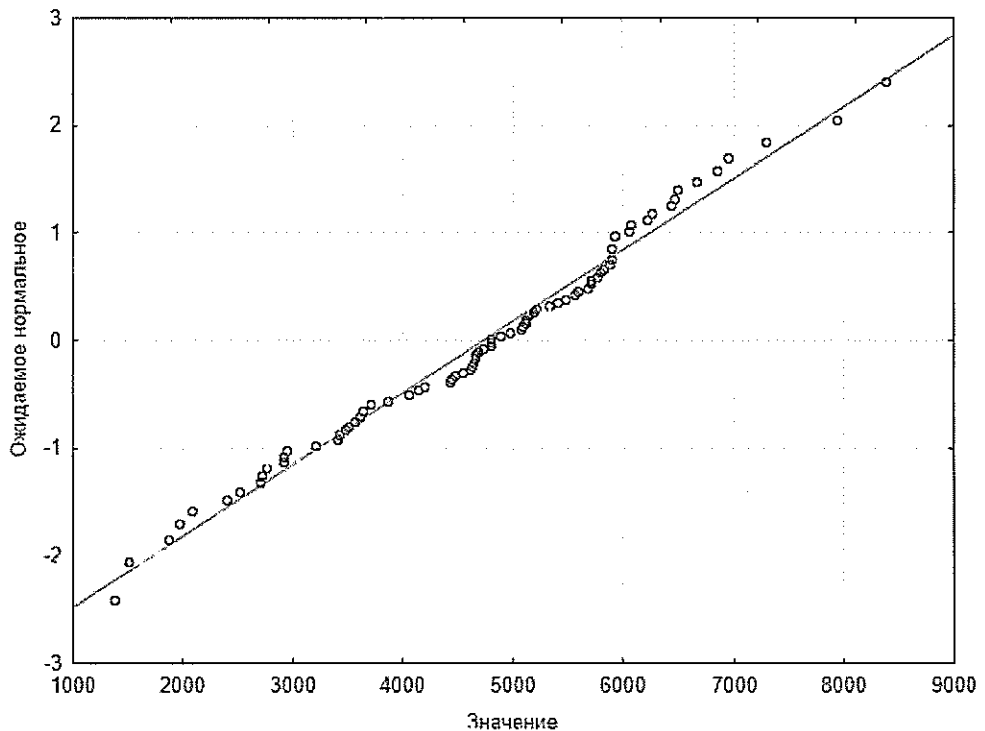


Рисунок 29 - Нормальный вероятностный график остатков распределения оросительных норм овощных культур по Николаевскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Таблица 15 - Параметры нормального распределения оросительных норм овощных культур по Николаевскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Показатель	Значение
Среднее	4729
Медиана	4802
Мода	5890
Частота моды	4
Минимум	1373
Максимум	8383
Дисперсия	2152652
Стандартное отклонение	1467
Коэффициент вариации	31,02
Стандартная ошибка	162,02
Асимметрия	-0,19
Стандартная ошибка ассиметрии	0,27
Эксцесс	-0,19
Стандартная ошибка эксцесса	0,53

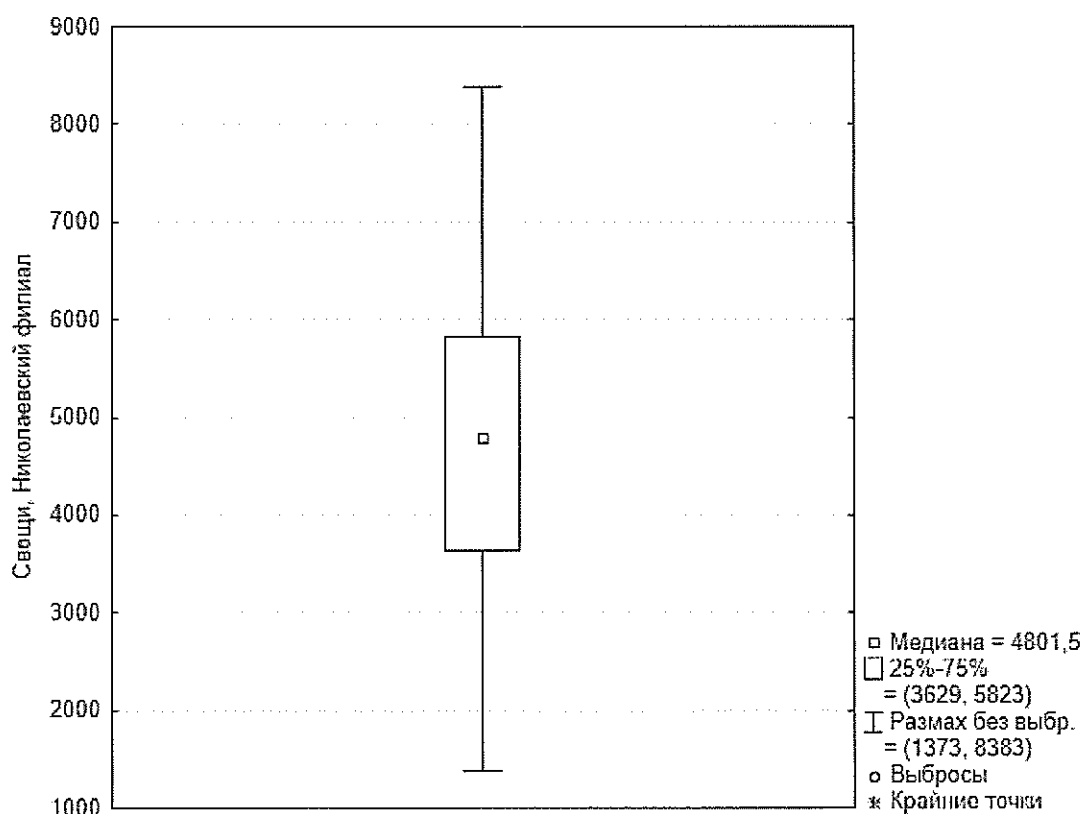


Рисунок 30 - Диаграмма размаха распределения данных фактических оросительных норм овощных культур по Николаевскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Математическое ожидание распределения составляет 4729 м³/га, медиана 4802 м³/га, стандартное отклонение 1467 м³/га. Коэффициент асимметрии распределения не превышает (-0,19), значение эксцесса составляет (-0,19). Диаграмма размаха выборочных данных от 1373 до 8383 м³/га. С вероятностью 50 % ожидаемая оросительная норма находится в диапазоне от 3629 до 5823 м³/га. Вероятность ожидания оросительной нормы, значение которой равно нормативному для уровня 75 %-ной обеспеченности осадками, 4510 м³/га или более составляет 55,9 %. Наибольшая плотность вероятности по овощным культурам этого филиала соответствует 4729 м³/га, и это значение ближе всего нормированному значению укрупненной групповой оросительной нормы 4510 м³/га, установленной для года 75 %-ной обеспеченности осадками.

Еще одна мощная выборка в филиале была получена по бахчевым культурам (рисунок 31-33, таблица 16). Анализ подтвердил, что распределение нормальное, критерий Шапиро-Уилка $W = 0,97$, $p = 0,06$. Анализ графика остатков показывает, что наблюдаемые даты достаточно близко расположены к прямой теоретического нормального распределения.

Математическое ожидание распределения составляет 1664 м³/га, медиана 1664 м³/га, стандартное отклонение 506 м³/га. Коэффициент асимметрии распределения не превышает 0,46, значение эксцесса составляет 0,53. Диаграмма размаха выборочных данных от 447 до 3123 м³/га. С вероятностью 50 % ожидаемая оросительная норма находится в диапазоне от 1381 до 1863 м³/га. Для бахчевых культур ГОСТ Р 58331.3-2019 «Водопотребность для орошения сельскохозяйственных культур» не содержит данных по нормированному уровню водопотребности. Приведенный анализ, говорит, что расход оросительной воды по бахчевым, в разы меньше, чем по овощным культурам, и это оказывает существенное влияние на среднюю оросительную норму по филиалу.

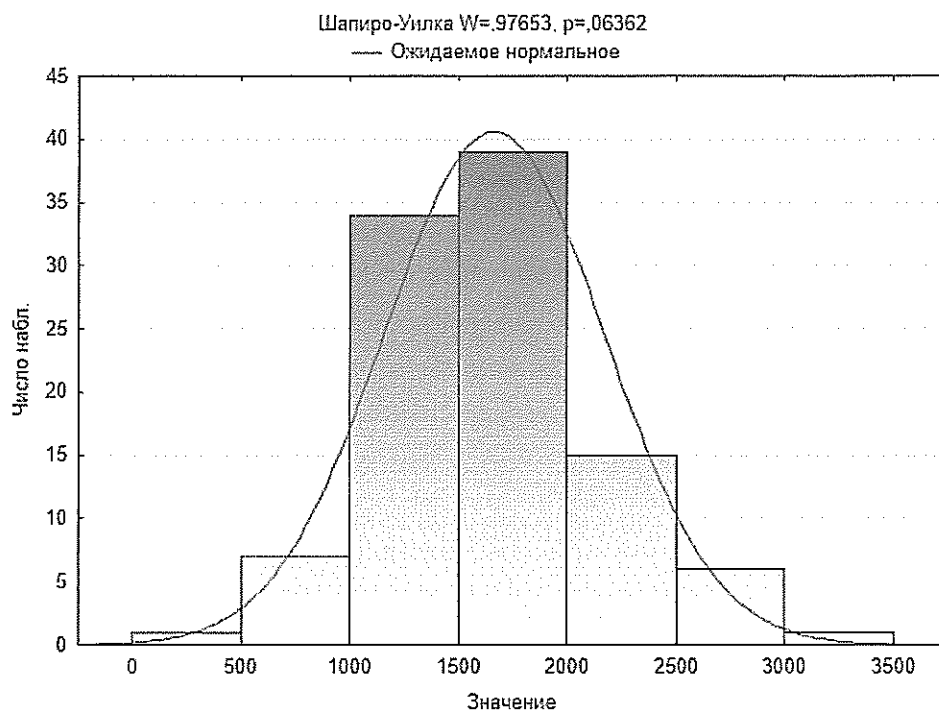


Рисунок 31 - Гистограмма и теоретическая кривая нормального распределения фактических оросительных норм бахчевых культур на мелиорированных землях Николаевского филиала «Управление «Волгоградмелиоводхоз» по годам и субъектам водопользования

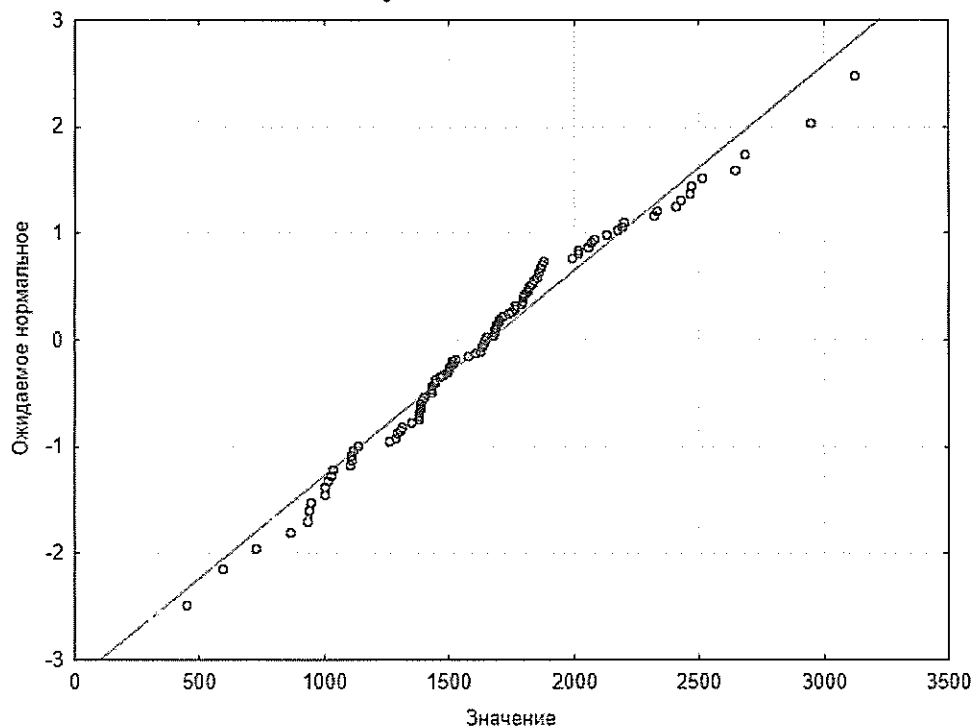


Рисунок 32 - Нормальный вероятностный график остатков распределения оросительных норм бахчевых культур по Николаевскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Таблица 16 - Параметры нормального распределения оросительных норм бахчевых культур по Николаевскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Показатель	Значение
Среднее	1664
Медиана	1644
Мода	Множест.
Частота моды	2
Минимум	447
Максимум	3123
Дисперсия	256095
Стандартное отклонение	506
Коэффициент вариации	30,41
Стандартная ошибка	49,86
Асимметрия	0,46
Стандартная ошибка асимметрии	0,24
Экссесс	0,53
Стандартная ошибка эксцесса	0,47

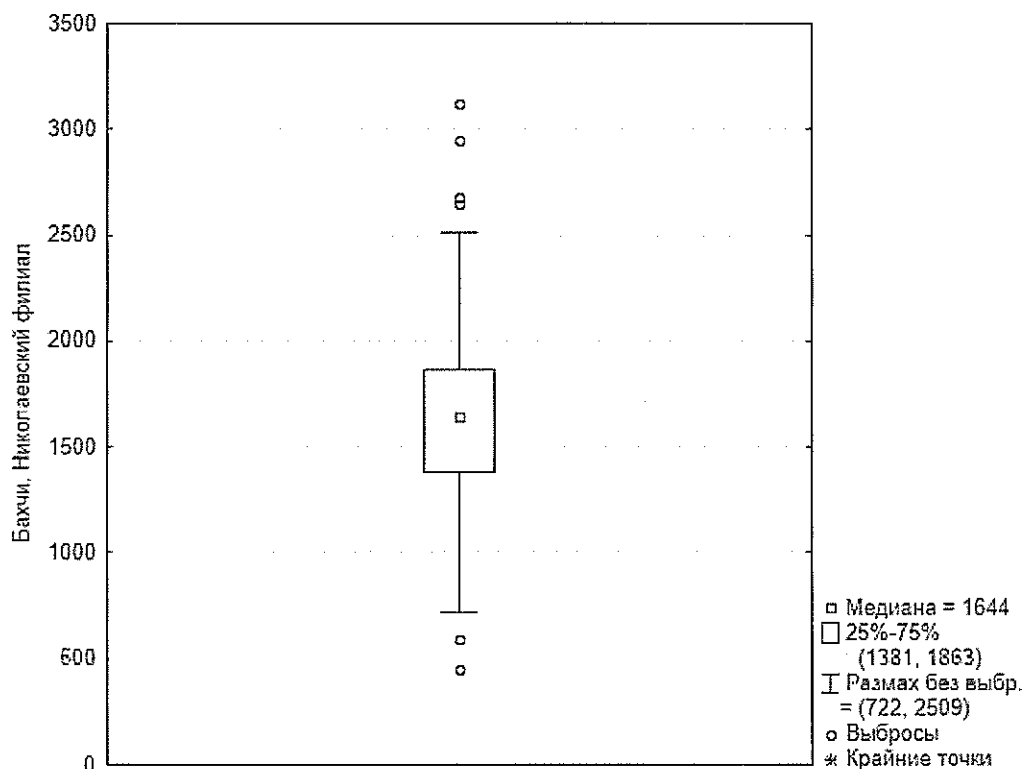


Рисунок 33 - Диаграмма размаха распределения данных фактических оросительных норм бахчевых культур по Николаевскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Палласовский филиал ФГУП «Управление «Волгоградмелиоводхоз» включает мелиорированные земли Палласовской оросительной системы. Земли мелиоративной системы располагаются в сухостепной и полупустынной зонах светло-каштановых почв, геоморфологического района Хвалынской морской глинистой равнины Прикаспийской низменности. Почвы, преимущественно, глинистого и тяжелосуглинистого гранулометрического состава, мощность гумусового горизонта невысокая. Гидротермический коэффициент составляет 0,5 и менее. Коэффициент природного увлажнения территории изменяется в пределах от 0,20 до 0,25.

Группирующие факторы представлены зерновыми, кормовыми и техническими культурами (таблица 17). Учет воды в хозяйствах, обслуживаемых системой, проводился через мощность насосно-силового оборудования, через приборы водоучета, а также посредством расчета на орошаемую площадь.

Таблица 17 - Группирующие факторы выборочных данных по затратам оросительной воды на государственных оросительных системах Палласовского филиала ФГБУ «Волгоградмелиоводхоз»

Группа культур	Метод учета воды	Число дат
Зерновые	Через мощность насосно-силового оборудования	1
Зерновые	Через приборы водоучета	4
Зерновые	На площадь полива	8
Кормовые	Через приборы водоучета	4
Технические культуры	Через приборы водоучета	2

К сожалению, выборки данных, сформированные за последние четыре года по сельскохозяйственным предприятиям – водопользователям Палласовской оросительной системы, отличаются крайне невысокой мощностью, недостаточной для проведения полноценного статистического анализа. Наибольшая выборка данных включает 8 дат, однако сформирована она по водопользователям, где учет потребления оросительной воды проводился расчетным методом, по договорам на площадь полива. Статистический анализ такого рода данных не имеет практического смысла.

Согласно основным описательным статистикам, полученным исходя из предположения нормального распределения данных, математическое ожидание оросительной нормы при поливе зерновых культур составляет 859 м³/га, медиана 452 м³/га, а стандартное отклонение 1061 м³/га (таблица 18). Вероятность ожидания оросительной нормы, значение которой равно нормативному для зерновых культур и уровня 75 %-ной обеспеченности осадками, 4180 м³/га или более не превышает 2,8·10⁻⁴ %. Наибольшая плотность вероятности соответствует уровню 859 м³/га, и это значение существенно ниже нормированного.

Таблица 18 - Параметры нормального распределения оросительных норм зерновых культур по Цалласовскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Показатель	Значение
Среднее	859
Медиана	452
Мода	Множест.
Частота моды	1
Минимум	100
Максимум	2430
Дисперсия	1125411
Стандартное отклонение	1061
Коэффициент вариации	123,56
Стандартная ошибка	530,43
Асимметрия	1,85
Стандартная ошибка ассиметрии	1,01
Эксцесс	3,58
Стандартная ошибка эксцесса	2,62

Светлоярский филиал ФГУП «Управление «Волгоградмелиоводхоз» обслуживает Райгородскую и Варваровскую мелиоративные системы. Мелиорированные земли располагаются в полупустынной зоне светлокаштановых почвы. Геоморфологические районы Сарпинской эрозионно-морской низменности геоморфологической области Прикаспийская низменность и Северных Ергеней. Гидротермический коэффициент составляет 0,5,

коэффициент природного увлажнения территории изменяется в пределах от 0,20 до 0,25. Почвы светло-каштановые в комплексе глубокими солонцами, солонцеватые, каштановые луговые маломощные на тяжело- и среднесуглинистых карбонатных отложениях.

Группирующие факторы для оросительной нормы по хозяйствующим субъектам на землях Райгородской и Варваровской оросительных систем отличаются разнообразием (таблица 19). Это овощные культуры, бахчи, сады, кормовые и зерновые культуры, лиманы, а также смешанные посевы, включающие различные сочетания перечисленных выше культур. Основным способом организации контроля за потреблением оросительной воды хозяйствующими субъектами, являются приборы водоучета. Кроме того, учет воды осуществляется с применением гидрометрического поста, через мощность насосно-силового оборудования, через гидротехнический затвор, а также расчетным методом, на площадь полива.

Таблица 19 - Группирующие факторы выборочных данных по затратам оросительной воды на государственных оросительных системах Светлоярского филиала ФГБУ «Волгоградмелиоводхоз»

Группа культур	Метод учета воды	Число дат
Овощи	Через приборы водоучета	42
Овощи	По площади полива	10
Овощи	С применением гидрометрического поста	4
Бахчи	Через приборы водоучета	10
Бахчи	По площади полива	4
Овощи и бахчи	Через приборы водоучета	19
Овощи и бахчи	По площади полива	13
Овощи и сады	Через приборы водоучета	9
Лиманы	Через гидротехнический затвор	4
Кормовые	Через приборы водоучета	2
Смешанные	Через приборы водоучета	105
Смешанные	С применением гидрометрического поста	15

Одной из самых мощных выборок, которую удалось сформировать по хозяйствующим субъектам оросительных систем, являются овощи с органи-

зацией контроля за расходом воды по приборам водоучета. Также значимые выборки сформированы по посевам овощей и бахчевых культур, а также по смешанным посевам неясного состава. Однако статистический анализ этих выборок не имеет практического смысла из-за отсутствия нормативной базы по оросительной норме для смешанных посевов. Поэтому овощи с контролем расхода оросительной воды по приборам водоучета приняты в качестве основной тестовой выборки учтенных значений оросительных норм для планирования водопользования.

Статистический анализ выборочных данных показал, что значения оросительных норм в хозяйствующих субъектах по годам (2020-2023 гг.) распределяются случайным образом, распределение нормальное (рисунок 34-36, таблица 20). Критерий Шапиро Уилка $W = 0,97$, $p > 0,40$, нулевая гипотеза не отвергается, а следовательно, распределение выборочных данных согласуется с нормальным законом. На рисунках 34-36 приведены графики, наглядно подтверждающие согласованность фактических данных со значениями нормального распределения: все точки практически укладываются на одну линию.

Математическое ожидание распределения составляет $2277 \text{ м}^3/\text{га}$, медиана $2149 \text{ м}^3/\text{га}$, стандартное отклонение $1109 \text{ м}^3/\text{га}$. Коэффициент асимметрии распределения составляет $0,57$, значение эксцесса $0,36$. Диаграмма размаха выборочных данных от 216 до $5209 \text{ м}^3/\text{га}$. С вероятностью 50% ожидаемая оросительная норма находится в диапазоне от 1499 до $2874 \text{ м}^3/\text{га}$. Вероятность ожидания оросительной нормы, значение которой равно нормативному для года 75% -ной обеспеченности, $4510 \text{ м}^3/\text{га}$, или более не превышает $4,7 \cdot 10^{-3} \%$. Наибольшая плотность вероятности соответствует уровню $2277 \text{ м}^3/\text{га}$, что существенно ниже нормированных уровней укрупненных показателей водопотребности овощных культур. Ближайшее нормированное значение, $3010 \text{ м}^3/\text{га}$, определено для года 50% -ной обеспеченности осадками.

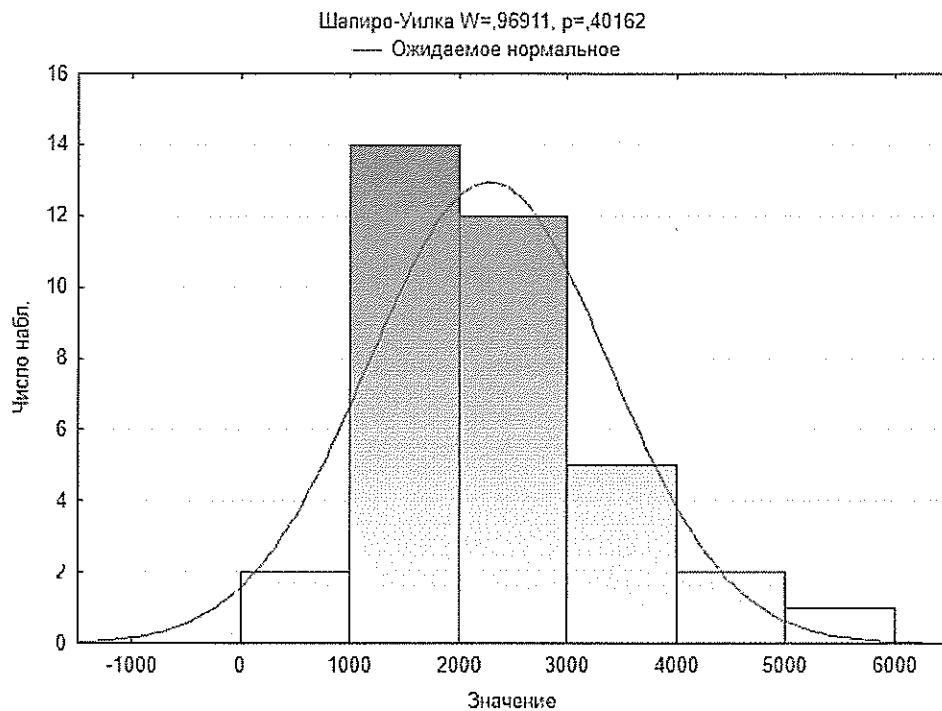


Рисунок 34 - Гистограмма и теоретическая кривая нормального распределения фактических оросительных норм овощных культур на мелиорированных землях Светлоярского филиала «Управление «Волгоградмелиоводхоз» по годам и субъектам водопользования

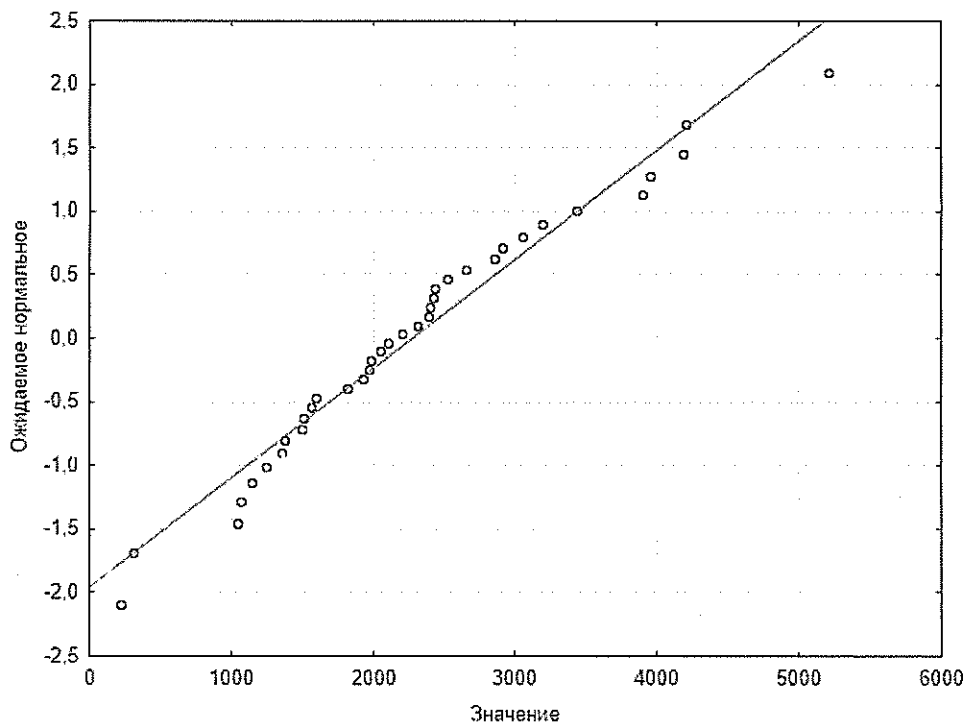


Рисунок 35 - Нормальный вероятностный график остатков распределения оросительных норм овощных культур по Светлоярскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Таблица 20 - Параметры нормального распределения оросительных норм овощных культур по Светлоярскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Показатель	Значение
Среднее	2277
Медиана	2149
Мода	Множест.
Частота моды	1
Минимум	216
Максимум	5209
Дисперсия	1228840
Стандартное отклонение	1109
Коэффициент вариации	48,69
Стандартная ошибка	184,76
Асимметрия	0,57
Стандартная ошибка асимметрии	0,39
Экссесс	0,36
Стандартная ошибка эксцесса	0,77

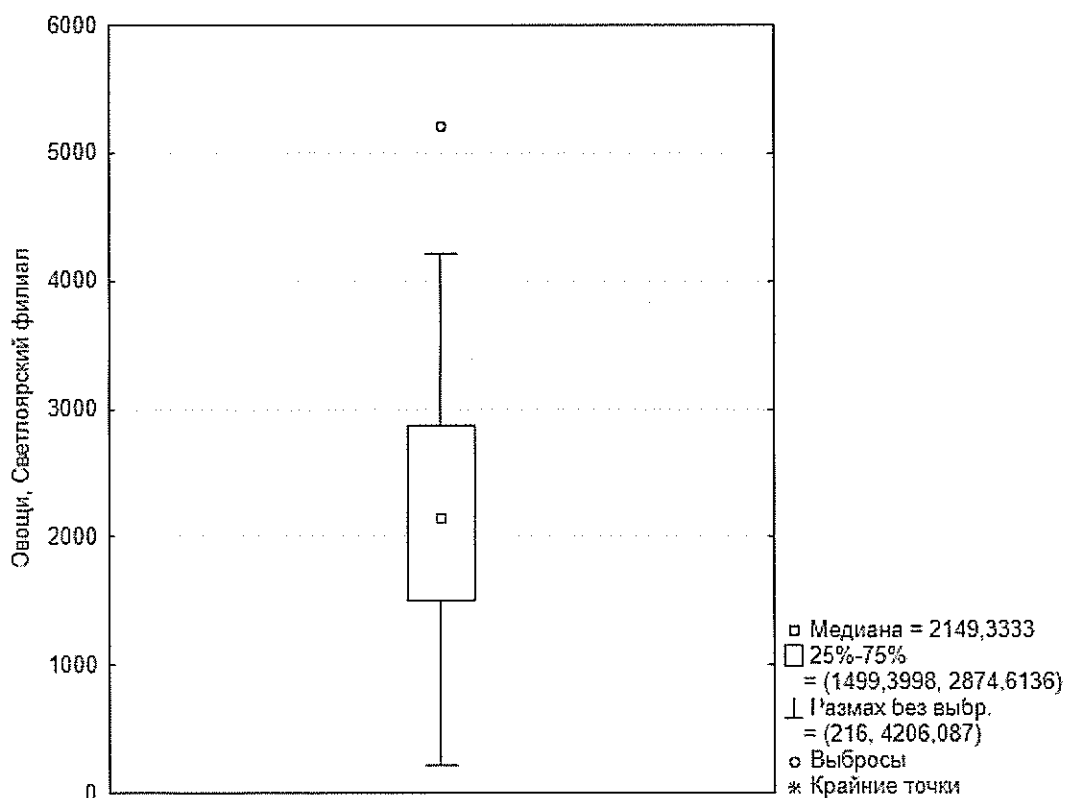


Рисунок 36 - Диаграмма размаха распределения данных фактических оросительных норм овощных культур по Светлоярскому филиалу «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Таким образом, математическое ожидание оросительной нормы возделываемых на орошаемых землях большинства государственных оросительных систем сельскохозяйственных культур существенно ниже нормированных значений, рекомендованных стандартом ГОСТ Р 58331.3-2019 «Водопотребность для орошения сельскохозяйственных культур» для года 95 и 75 %-ой обеспеченности. Математическое ожидание оросительной нормы для овощных культур в зависимости от почвенно-климатической зоны, в границах которой располагается система и хозяйства-водопотребители, составляет 2277-3908 м³/га. Ближайшие нормированные значения оросительной нормы для овощных культур в этой климатической зоне соответствуют году 50 %-ной обеспеченности. Вероятность ожидания оросительной нормы для овощных культур, равной или превышающей расчетную норму водопотребности 4510 м³/га, на год 75 %-й обеспеченности, не превышает, в зависимости от почвенно-климатической зоны, 4,7-34,7 %.

Исключение составляют орошаемые земли Николаевского и Ленинского филиалов «Управление «Волгоградмелиоводхоз». Ожидаемые оросительные нормы овощных культур, в том числе, в силу природных особенностей этой орошаемой зоны, выше, чем по другим государственным оросительным системам Волгоградской области. Ближайшие нормированные значения оросительной нормы для овощных культур в этой орошаемой зоне соответствуют году 75 %-ной обеспеченности, а по Ленинскому филиалу, 95 % обеспеченности.

Ввиду ограниченности статистического материала по другим сельскохозяйственным культурам, возделываемым на орошаемых землях Волгоградской области, оценки ожидаемых затрат оросительной воды проводились сегментарно.

5. Ожидаемые сроки орошения основных овощных культур для перспективного планирования водоподачи в Волгоградской области

Перспективное планирование водоподачи связано с необходимостью решения еще одной важной задачи, а именно, - определения продолжительности и ожидаемых календарных сроков орошения. Сроки орошения сельскохозяйственных культур определяются рядом факторов, среди которых большое значение имеют фактически складывающиеся метеорологические условия, биологические особенности возделываемых культур и особенности применяемых технологий. Среди последних необходимо выделить технологии, обеспечивающие производство ранней продукции, и технологии производства массовой продукции и продукции, используемой для закладки хранения.

Биологические особенности орошаемых культур определяются совокупностью требований к факторам жизни, которые могут существенно различаться в зависимости от вида и сорта растений. Зоны орошаемого земледелия Волгоградской области являются одним из центров производства овощей в России. Среди овощных культур, возделываемых при орошении в Волгоградской области, распространение получили лук, морковь, тыква, капуста, помидоры, огурцы, свекла столовая, кабачки, картофель. Динамика производства этих культур за последние пять лет приведена в таблице 21.

Как видно из приведенных данных производство разных видов овощных от года к году может существенно изменяться, что является одной из проблем рыночного регулирования экономики и свидетельствует о необходимости разработки и введения дополнительных механизмов регулирования. Однако, в среднем за годы, основные тенденции четко прослеживаются и позволяют выделить более популярные культуры и культуры, производство которых в настоящее время относительно слабо развито.

Таблица 21 - Динамика производства основных овощных культур в Волгоградской области

Культура	Валовой сбор, тыс. т					Среднее за 2019-2023 гг
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	
Лук	340,0	286,9	365,7	393,9	439,3	365,2
Морковь	243,0	93,4	240,8	242,8	274,4	218,9
Тыква	37,1	16,6	37,5	27,2	29,7	29,6
Капуста	42,0	20,7	47,9	45,1	51,0	41,3
Томаты	38,8	34,7	47,6	51,2	59,0	46,3
Огурцы	17,7	18,7	28,2	37,9	98,0	40,1
Свекла столовая	21,9	19,2	16,2	20,5	21,2	19,8
Кабачки	8,3	6,3	7,1	9,7	11,6	8,6
Картофель	165,8	172,0	191,1	201,2	193,6	184,7

Больше всего в регионе развито производство таких орошаемых культур, как лук репчатый, морковь и картофель (рисунок 37).

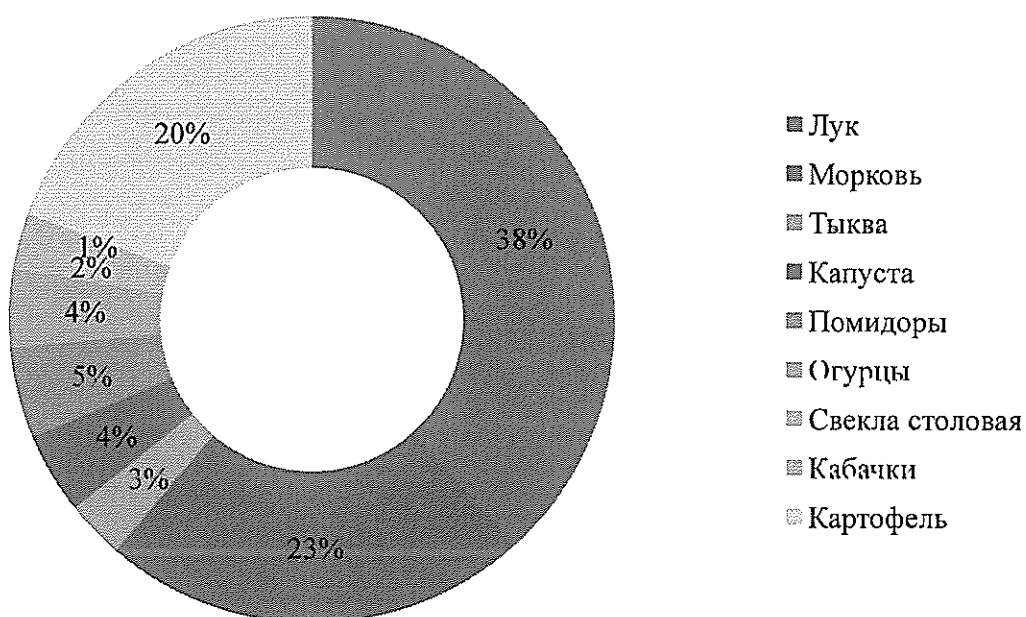


Рисунок 37 - Структура производства овощных культур в Волгоградской области

Эти три культуры, в целом, покрывают более 80 % всего производимого тоннажа овощей и картофеля в регионе. Около 5 % от суммарного объема производства овощей и картофеля занимает урожай томатов, в среднем, по 4 % приходится на производство капусты и огурцов, порядка 3 % занимает производство тыквы. Сравнительно меньшее производство этих видов овощей не означает их не большую значимость. Например, по огурцу в регионе начал работать один из крупнейших в европейской части России перерабатывающий комбинат, выпускающий консервированную продукцию. Сырье для переработки поступает с орошаемых полей региона.

В регионе традиционно налажено производится овощной продукции для свежего потребления в ранние сроки. Наряду с этим, много овощей производится в сезон, а также для зимнего хранения. В зависимости от специализации производства используются сорта различных групп спелости. Продолжительность вегетационного периода овощных культур и картофеля у этих сортов в значительной мере различается (таблица 22).

Таблица 22 - Продолжительность вегетационного периода по группам спелости овощных культур

N п/п	Наименование овощной культуры	Группа спелости		
		Ранние	Среднеспелые	Поздние
1	Лук	70-90	90-95	<140
2	Морковь	90-95	100-115	130-140
3	Тыква	95-100	100-130	108-141
4	Капуста	90-100	120-145	160-170
5	Томаты	90-105	110-115	120-130
6	Огурцы	38-50	40-55	55-65
7	Свекла столовая	80-90	100-115	-
8	Кабачки	38-47	-	-
9	Картофель	70-80	90-100	110-120

Все сорта овощных культур объединены вокруг трех основных групп спелости. Необходимо отметить, что в пределах одной группы спелости про-

должительность вегетационного периода культур разного вида может существенно различаться. Например, ожидаемая продолжительность вегетационного периода ранних сортов огурца составляет 38-50 суток, тогда как у томатов 95-105 суток. Безусловно, продолжительность вегетационного периода и особенности технологии возделывания, определяют продолжительность и ожидаемые сроки орошения овощных культур. Дифференцированные относительно видов овощных культур, данные по ожидаемым срокам орошения приведены в таблицах 23 и 24.

Таблица 23 – Ожидаемые сроки орошения овощных культур в Волгоградской области при возделывании для получения ранней продукции

Культура	Предпочтительные сорта группы спелости	Вероятные сроки посева (посадки)	Вероятные сроки созревания /уборки (прекращения поливов)	Ожидаемые сроки орошения
Лук	ранние	12.04-20.04	05.07-05.08	02.04:20.04-05.07:05.08
Морковь	ранние	01.04.-20.04	15.07-07.08	01.04:20.04-15.07:07.08
Тыква	ранние	20.04.-10.05.	25.06-10.07	20.04:10.05-15.07:15.08
Капуста	ранние	01.04-20.04	10.07-31.07	01.04:20.04-10.07:31.07
Томаты	ранние	20.04-10.05	01.08-20.08	20.04:10.05-10.08:31.08
Огурцы	ранние	01.05-15.05	25.06-31.07	01.05:15.05-25.06:31.07
Свекла столовая	ранние	05.04-25.04	05.07-31.07	05.04:25.04-05.07:31.07
Кабачки	ранние	10.05-20.05	05.07-25.07	10.05:20.05-05.07-25.07
Картофель	ранние	15.04-25.04	01.07-25.07	15.04:25.04-10.07:25.07

Лук репчатый - растение холодостойкое, однако требовательность его к теплу в разные фазы роста и развития для различных органов неодинаковы. Семена начинают прорастать при 2-3°С тепла; оптимальная температура для их прорастания 20°С. В поле при благоприятных условиях всходы появляются

ся на 15-17 день при температуре почвы 10-12°C, а при температуре 7-10°C - на 25-30 день.

Таблица 24 – Ожидаемые сроки орошения овощных культур в Волгоградской области при возделывании для получения массовой продукции /закладки на хранение / переработки

Культура	Предпочтительные сорта группы спелости	Вероятные сроки посева (посадки)	Вероятные сроки начала созревания /уборки (прекращения поливов)	Ожидаемые сроки орошения
Лук	Среднеспелые, поздние	12.04-30.04	15.08-05.09	12.04:30.04- 15.08:05.09
Морковь	Среднеспелые, поздние	01.04-20.04	25.08-15.09	01.04:20.04- 25.08:15.09
Тыква	Ранние, среднеспелые	01.05-10.05	25.06-10.07	01.05:10.05- 25.06:10.07
Капуста	Среднеспелые, поздние	10.04-25.04	01.09-30.09	10.04:25.04- 01.09:30.09
Томаты	Ранние, среднеспелые, позднеспелые	20.04-20.05	25.08-25.09	20.04:20.05- 25.08:25.09
Огурцы	Ранние, среднеспелые, позднеспелые	15.05-15.06	25.07-10.09	15.05:15.06- 25.07:10.09
Свекла столовая	Среднеспелые	25.05-15.06	01.09-25.09	25.05:15.06- 01.09:25.09
Кабачки	Ранние	20.05-20.06	20.07-10.09	25.05:20.06- 20.07:31.08
Картофель	Ранние, среднеспелые, позднеспелые	10.05-25.05	31.08-15.09	10.05:25.05- 31.08:15.09

Репчатый лук очень чувствителен к длине светового дня. Фотопериод короче 10 часов является периодом, ниже которого у лука репчатого практически не происходит формирование луковицы. Широкий диапазон большинства сортов очень узкий. Запоздавшая весна и опаздывание со сроком посева на 8-10 дней часто приводят к плохому вызреванию луковицы, поскольку формирование их приходится на период с естественно укорачивающимся

днем. Оптимальные сроки сева лука в Волгоградской области включают вторую – третью декаду апреля. При этом при выращивании на раннюю продукцию лук могут убирать уже в начале июля, а при возделывании для зимнего хранения – в сентябре и даже первых числах октября. Орошение требуется с даты посева по 05.07-05.08 при выращивании на раннюю продукцию и по 15.08-05.09 при выращивании продукции для хранения.

Морковь является относительно холодоустойчивым растением, со способностью к прорастанию при 2-3⁰С, хотя и с длительным периодом ожидания. При температурном оптимуме, 18-20⁰С, для обеспечения дружных всходов достаточно 7-9 суток. Всходы моркови могут переносить заморозки до -2-3⁰С. К длине светового дня морковь не так чувствительна, как репчатый лук, однако и ей необходима продолжительность светового дня не менее 12 часов в период интенсивного роста листового аппарата. Оптимальные сроки посева в Волгоградской области – первые две декады апреля. При этом на раннюю продукцию морковь убирают уже во второй половине июля – начале августа, а для получения урожая, который можно закладывать на хранение – во второй половине сентября или начале октября. Орошение требуется с даты посева по 15.07-07.08 при выращивании на раннюю продукцию и по 25.08-15.09 при выращивании продукции для хранения.

Семена тыквы начинают прорастать при температуре 13-14⁰С, однако оптимальная температура для роста и развития растений и плодов тыквы 22-25⁰С. Заморозки (-1⁰С), даже кратковременные, приводят к гибели растений. Тыква растет и плодоносит при коротком световом дне, однако чувствительность современных сортов по этому фактору не очень высокая. Для выращивания ранней продукции тыкву в Волгоградской области можно сеять в конце апреля – первой декаде мая. Оптимальные сроки посева, для выращивания массовой продукции – первая декада мая. В ранние сроки тыкву можно убирать уже в конце июня, тогда как уборка при массовом производстве начинается во второй половине августа и может распространяться на сентябрь. Полив, однако, нужен не весь период вегетации. Ожидаемые сроки орошения –

с даты посева по 25.06-10.07, причем как при выращивании ранней, так и поздней продукции.

Капуста белокочанная отличается сравнительно большой холодостойкостью и даже морозостойкостью. Капуста вегетирует при температуре 5-8°C. Однако более благоприятной дневной температурой для роста рассады является 12-15°C. Белокочанная капуста является растением, требовательным к длине светового дня. Эта культура растет и выстраивает весь свой процесс жизнедеятельности в условиях длинного светового дня – двенадцати часов и более. Для выращивания на раннюю продукцию в условиях Волгоградской области капусту можно высаживать, в том числе рассадным способом, уже в первые декады апреля. Оптимальный срок посева для выращивания продукции, закладываемой на хранение, или используемой для переработки, - вторая-третья декада апреля. Убирать капусту в ранние сроки в регионе можно во вторую – третью декаду июля, а сбор поздней продукции осуществляется уже в сентябре, а иногда и в октябре. Ожидаемые сроки орошения – с даты посева по 10.07-31.07 при выращивании ранней продукции, и по 01.09-30.09 – при выращивании продукции для хранения.

Томаты относятся к теплолюбивым растениям. Оптимальной для роста этой культуры является температура 22–25 °С. Минимальная критическая температура для роста – 12–14 °С, максимальная 30 °С. Посев, равно как и высадку рассады томата в открытый грунт для производства ранней продукции в Волгоградской области можно проводить в последнюю декаду апреля – первую декаду мая. При возделывании томатов в сезон посевной период можно продолжить до 20 мая. Плодоношение томатов раннего срока созревания заканчивается к началу – концу второй декады августа. При выращивании томатов сезон плодоношения может продолжаться вплоть до конца сентября и даже дольше, заканчиваясь с первыми заморозками. Ожидаемые сроки орошения – с даты посева (посадки) по 01.08-20.08 при выращивании ранней продукции, и по 25.08-25.09 – при выращивании томата в сезон.

Огурцы относятся к группе теплолюбивых культур. Минимальная температура для их роста и развития 12–15°C, но при такой температуре семена прорастают медленно, большой процент их гибнет, не давая всходов. При снижении температуры до 10°C деятельность корней приостанавливается, а при 4°C они повреждаются. Оптимальная для роста и развития огурцов температура 25–30°C. Огурцы относятся к растениям короткого дня. Убывание продолжительности светового периода ускоряет начало и увеличивает интенсивность плодоношения. В условиях Волгоградской области огурцы преимущественно сеют (высаживают рассадой) с 1 мая по 15 июня включительно. Допустимы и более поздние сроки, но в открытом грунте они редко применяются. Для получения ранней продукции огурцы сеют в первой половине мая, а для формирования урожая в сезон, - во вторую половину месяца, а также в первую половину июня. Уборку при возделывании на раннюю продукцию могут завершать уже в конце июня, или до конца июля в зависимости срока посева и фактических погодных условий. При возделывании в сезон завершение плодоношения можно ожидать 25.07-10.09. Ожидаемые сроки орошения – с даты посева (посадки) по 25.06-31.07 при выращивании ранней продукции, и по 25.07-10.09– при выращивании томата в сезон.

Свекла столовая принадлежит к холодоустойчивым растениям, однако она более требовательна к теплу по сравнению с другими корнеплодами. Семена начинают прорастать при температуре +4°C, но посевные работы лучше начинать при температуре +6-8°C. Наиболее благоприятная для роста корнеплодов, а следовательно, и для получения наибольшего урожая, температура 15-23°C. Для получения ранней продукции столовую свеклу можно высевать уже с середины первой декады апреля. При выращивании свеклы для зимнего хранения посев в Волгоградской области проводят с конца мая до середины июня. Уборку раннего урожая свеклы заканчивают в июне, тогда как сбор позднего урожая приходится, большей частью, на сентябрь. Ожидаемые сроки орошения – с даты посева по 05.07-31.07 при выращивании ранней продукции, и по 01.09-25.09– при выращивании продукции для хранения.

Кабачок менее требователен к теплу, чем другие бахчевые, но также легко повреждается заморозками. Всходы появляются при температуре 11-12 °С, лучше при 14-15 °С. В условиях Волгоградской области кабачки высевают в открытый грунт со второй декады мая по вторую декаду июня включительно. Плодоношение при выращивании на раннюю продукцию завершается 5-25 июля. При выращивании кабачков для массового потребления или для переработки в зависимости от срока посева и погодных условий плодоношение может быть завершено к 20 июля, а может продолжаться до 10 сентября и более. Ожидаемые сроки орошения – с даты посева по 05.07-25.07 при выращивании ранней продукции, и по 20.07-10.09 – при выращивании в сезон.

Практически все современные сорта картофеля относительно нейтральны по отношению к длине светового дня, что определяет протекание процесса клубнеобразования без проявления фотопериодической реакции. Картофель относится к культурам с относительно узким диапазоном оптимальных температур воздуха, необходимых для нормального роста и развития. Он одинаково плохо переносит как заморозки, так и повышенные температуры, вплоть до гибели растения. Начало активного формирования листового аппарата картофеля возможно уже при температуре воздуха +11-+13⁰С, однако для активного прироста зеленой биомассы наиболее благоприятен температурный режим от 18 до 25⁰С. В регионе распространена культура раннего картофеля. Для выращивания на раннюю продукцию картофель целесообразно высаживать уже с середины апреля. При возделывании на клубни для зимнего хранения оптимальные сроки посадки картофеля приходятся на вторую – третью декады мая. Вероятные сроки завершения уборки ранней продукции находятся в диапазоне с 1 по 25 июля. Картофель на клубни для хранения убирают, преимущественно, с конца августа до середины сентября. Ожидаемые сроки орошения – с даты посадки по 01.07-25.07 при выращивании ранней продукции, и по 31.08-15.09 – при выращивании продукции для хранения.

Таким образом, ожидаемые сроки орошения овощных культур и картофеля зависят вида и сорта культуры, фактически складывающихся метеорологических условий и технологии выращивания в связи со специализацией производства. Ожидаемые сроки орошения овощных культур и картофеля при выращивании на раннюю продукцию охватывают период с 1 декады апреля по 1 декаду августа. Исключением являются томаты, которые и при формировании раннего урожая в зависимости от условий и агротехники могут существенно увеличивать продолжительность плодоношения. Ожидаемые сроки орошения овощных культур и картофеля при выращивании продукции в сезон, для массового потребления, а также для зимнего хранения охватывают период с третьей декады апреля по третью декаду сентября включительно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В силу своего географического положения и природных условий Волгоградская область является регионом приоритетного развития гидротехнических мелиораций. В настоящее время развитие мелиорации в Волгоградской области обозначено как одна из первоочередных задач регионального агропромышленного комплекса. Площади орошаемых земель неуклонно растут, и только за последние годы за счет возобновления мелиоративной функции на бывших орошаемых землях, строительства новых орошаемых участков они увеличились более, чем в два раза. В рамках этого тренда крайне важно обеспечить эффективное использование земель мелиорированного фонда, как в плане устойчивого и высокопродуктивного сельского хозяйства, так и в плане учета экологических ограничений, работая системно и согласованно по всем субъектам сельскохозяйственного водопользования. Важная роль здесь отводится регуляторной функции «Волгоградмелиоводхоза», обеспечивающего бережную эксплуатацию инженерных систем и своевременную подачу оросительной воды водопользователям.

Основные площади орошаемых земель Волгоградской области с сохраненной мелиоративной функцией сосредоточены в сухостепной и полупустынной зонах каштановых почв с различным уровнем содержания гумуса. В наиболее жестких природных условиях, - в полупустынной зоне Волгоградского Заволжья, располагаются мелиорированные земли Палласовской и Ленинской оросительной системы.

Овощные являются преобладающей группой орошаемых культур Волгоградской области. Концентрация овощных культур на фактически орошаемых землях достигает 78,0 – 85,6 % (Городищенский, Ленинский филиалы). Исключением являются мелиорированные земли, обслуживаемые Николаевским и Палласовским филиалами ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз», где за счет специализации нескольких крупных хозяйств большая часть

фактически поливаемых площадей используется для выращивания зерновых, кормовых и технических культур.

Данные фактического водопользования хозяйствующих субъектов показывают, что овощные являются наиболее водотребовательными культурами, оросительная норма которых существенно превышает совокупные затраты воды на полив 1 га орошаемой площади любых других групп сельскохозяйственных культур. Последнее не совсем согласуется с нормативами ГОСТ Р 58331.3-2019 «Водопотребность для орошения сельскохозяйственных культур», где наибольшие укрупненные показатели водопотребности показаны для кукурузы на зерно и люцерны на сено.

Анализ исходных данных показал, что посеvy орошаемых групп культур, учитываемых как «смешанные», не могут быть использованы при оценке применимости нормированных уровней водопотребности из-за отсутствия данных по составу и соотношения сельскохозяйственных культур в севообороте.

Учтенные данные оросительных норм существенно изменяются в зависимости от способов организации контроля за расходом оросительной воды, применяемых в различных хозяйствующих субъектах-водопотребителях. В последние годы отмечен массовый переход хозяйств-водопотребителей на использование приборов водоучета для объективного контроля за расходом оросительной воды. Данные такого учета характеризуются наибольшей точностью и объективностью и, кроме того, позволяют сформировать достаточную статистику по овощным и другим группам орошаемых сельскохозяйственных культур.

Фактическая оросительная норма овощных и других групп орошаемых сельскохозяйственных культур существенно изменяется по природно-климатическим зонам размещения мелиорированных земель. Вкупе с изменением состава и соотношения групп орошаемых культур это может быть существенным фактором изменения средневзвешенной оросительной нормы по государственным оросительным системам. Другими факторами изменения

оросительной нормы для всех групп орошаемых культур являются погодные условия и группа не выделенных факторов (от одного к другому субъекту водопользования), определяющих общий диапазон варьирования затрат оросительной воды и параметры распределения.

Математическое ожидание оросительной нормы возделываемых на орошаемых землях большинства государственных оросительных систем сельскохозяйственных культур существенно ниже нормированных значений, рекомендованных стандартом ГОСТ Р 58331.3-2019 «Водопотребность для орошения сельскохозяйственных культур» для года 95 и 75 %-ой обеспеченности. По овощным культурам математическое ожидание оросительной нормы здесь составляет 2277-3908 м³/га. Ближайшие нормированные значения оросительной нормы соответствуют году 50 %-ной обеспеченности.

Исключение составляют орошаемые земли Николаевского и Ленинского филиалов «Управления «Волгоградмелиоводхоз». Ожидаемые оросительные нормы овощных культур, в том числе, в силу природных особенностей этой орошаемой зоны, выше, чем по другим государственным оросительным системам Волгоградской области. Ближайшие нормированные значения оросительной нормы для овощных культур в этой орошаемой зоне соответствуют году 75 %-ной обеспеченности, а по Ленинскому филиалу, - 95 % обеспеченности.

Ожидаемые сроки орошения овощных культур и картофеля при выращивании на раннюю продукцию охватывают период с 1 декады апреля по 1 декаду августа. Исключением являются томаты, которые и при формировании раннего урожая в зависимости от условий и агротехники могут существенно увеличивать продолжительность плодоношения. Ожидаемые сроки орошения овощных культур и картофеля при выращивании продукции в сезон, для массового потребления, а также для зимнего хранения охватывают период с третьей декады апреля по третью декаду сентября включительно.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Для перспективного планирования водоподачи в интересах орошаемого земледелия Волгоградской области использовать следующие средневзвешенные групповые оросительные нормы, оцененные на основе фактического статистического материала, полученного с использованием приборов водочета на уровне хозяйствующего субъекта:

Почвенно-климатический район	Центры орошаемого земледелия	Группа культур	Средневзвешенная оценка ожидаемой оросительной нормы, м ³ /га
Сухостепная зона каштановых и светло-каштановых почв	Правобережная группа орошаемых земель (Городщенская, Калачевская, Оленьевская, Варваровская, Райгородская, Котельниковская оросительные системы, орошаемые участки Иловлинского района)	Овоци	3000
		Бахчи	1200
	Левобережная группа орошаемых земель (Большая Волгоградская, Среднеахтубинская, Заволжская, Кисловская оросительные системы)	Овоци	4300
		Бахчи	1700
Полупустынная зона светло-каштановых почв	Левобережная группа орошаемых земель (Ленинская, Тажинская, Палласовская оросительные системы)	Овоци	5800
		Бахчи	2300

При использовании стандартизированных уровней укрупненных норм водопотребности по ГОСТ Р 58331.3-2019 «Водопотребность для орошения сельскохозяйственных культур» ориентироваться на год 50%-ной обеспеченности осадками, как уровня, наиболее близкого к математическому ожиданию многолетнего распределения фактических групповых оросительных норм. Исключения составляют орошаемые земли Николаевского и Ленинского филиалов «Управления «Волгоградмелиоводхоз», где ожидаемые ороси-

тельные нормы овощных культур близки к нормированному уровню соответственно 75 % и 95 % обеспеченности.

Планирование сроков водоподдачи осуществлять с учетом ожидаемого периода орошения, который, в общем случае зависит от видового состава орошаемых культур, фактически складывающихся метеорологических условий и специализации производства. Ожидаемые сроки орошения овощных культур и картофеля при выращивании на раннюю продукцию охватывают период с 1 декады апреля по 1 декаду августа. Ожидаемые сроки орошения овощных культур и картофеля при выращивании продукции в сезон, для массового потребления, а также для зимнего хранения охватывают период с третьей декады апреля по третью декаду сентября включительно.

Список литературы:

1. Агроклиматический справочник по Волгоградской области / Отв. ред. З.М. Русива. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1967. – 144 с. 1
2. Данильченко Н.В. Биоклиматические основы нормирования орошения. – Москва: МГУП, 2009. - 187 с. 18
3. Данильченко Н.В. Водосберегающие оросительные нормы и природоохранные режимы орошения зерновых и кормовых культур в Нижнем Поволжье. – М.: МГУП, 2006. – 151 с. 19
4. Кружилин И.П. Агромелиоративная оценка влагообеспеченности территории Нижнего Поволжья. Волгоград: ВСХИ, 1976. 65 с. 34, 35
5. Система ведения агропромышленного производства Волгоградской области на 1996-2010 гг. – Волгоград: Комитет по печати, 1997. – 208 с. 67
6. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 250 с. 80
7. ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз»: учреждение. Волгоград. URL: <https://vlgmelio.ru/uchrezhdenie/> (дата обращения 24.05.2024)
8. Щедрин В.Н., Балакай Г.Т. Состояние и перспективы развития мелиорации земель на Юге России // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. - 2014. - № 3 (15). - С. 1-15.
9. Семенов С.Я., Новиков А.Е. Показатели мелиоративного состояния орошаемых земель волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2023. - № 1 (69). - С. 114-123.
10. Новиков А.Е. Задачи мелиорации, очередные и главные // Орошаемое земледелие. - 2023. - № 2 (41). - С. 5-6.
11. Мелиоративные системы и гидротехнические сооружения. Портал ФГБНУ ВНИИ Радуга. URL: <https://inform-raduga.ru/gts> (дата обращения 17.04.2024)
12. ГОСТ Р 58331.3-2019 Системы и сооружения мелиоративные. Водопотребность для орошения сельскохозяйственных культур. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2019. – 22 с.