

На правах рукописи



Алматар Анас

**ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ СОИ ПОЖНИВНО
НА РИСОВОЙ ПОЧВЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Краснодар – 2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ).

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ
Кузнецов Евгений Владимирович

Официальные оппоненты: **Григоров Сергей Михайлович**
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», профессор кафедры «Мелиорация земель и комплексного использования водных ресурсов»

Ольгаренко Игорь Владимирович
доктор технических наук, доцент,
Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортюнова – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», заместитель директора по научно-инновационной работе

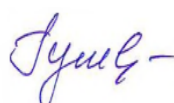
Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Защита диссертации состоится «23» мая 2024 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.019.06 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13, главный корпус, аудитория 106.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета и на сайтах: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» – www.kubsau.ru и ВАК – <http://vak.ed.gov.ru>.

Автореферат разослан «_____» _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных
наук

 – Гуторова Оксана Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Сельское хозяйство Сирии изымает более 80% водных ресурсов, включая поверхностные и речные воды, родники и колодцы. В Сирии применяется дождевание, традиционные поверхностные способы полива, а также развивается капельное и внутрпочвенное орошение.

Традиционные способы орошения являются затратными, как с точки зрения использования водных ресурсов, так и с позиций снижения мелиоративного состояния земель. При этих способах полива используются высокие поливные нормы, что нередко приводит к заболачиванию и засолению почв, бурному развитию сорняков. Значительный объем транспортируемой воды (30-50%) теряется из оросительной сети через инфильтрацию и испарение.

Нерациональное использование воды и земель меняет качество окружающей среды, размеры используемой территории, концентрацию и объемы производства в продовольственном балансе Сирии.

В настоящее время проблемой, требующей более ответственного подхода к использованию воды, является развитие перспективных способов орошения. В условиях высоких температур и дефицита воды в Сирии главной задачей остаётся дальнейшее развитие и улучшение использования земель. История развития земледелия Сирии показывает, что основной задачей остаётся постоянное стремление к получению максимального урожая выращиваемых культур и продуктивного использования земли.

В связи с этим уделяется большое значение выбору экологически безопасных и экономически эффективных технологий и технических средств полива, которые включают капельное (КО) и внутрпочвенное орошение (ВПО). Эти способы позволяют поддерживать в почве благоприятный водно-воздушный режим на фоне экономного расходования оросительной воды. В данной работе для выполнения поставленной цели моделировались условия, приближенные к природным условиям Сирии. Были проведены эксперименты на рисовой почве в экстремальных климатических условиях Краснодарского края, позволяющие получить стабильную урожайность сои при минимальных затратах поливной воды пожнивно.

Диссертационное исследование проводилось в рамках тематических планов НИОКР ФГБОУ ВО КубГАУ на 2016-2020 гг. по госбюджетной теме (рег. номер АААА-А16-116022410039-5 и на 2021-2025 гг. по госбюджетной теме (рег. номер № 121032300049-7 «Разработка ресурсосберегающих технологий охраны от загрязнений отходами сельскохозяйственных земель предприятий АПК»

Разработанность темы диссертации. С ростом дефицита водных ресурсов в мире вырос интерес к капельному и внутрипочвенному орошению. По данным учёных Ахмедова А. Д., Балакай Г. Т., Бочарникова В. С., Бородычева В. В., Гостищева Д. П., Григорова М. С., Григорова С.М., Дубенок Н. Н., Кузнецова Е. В., Лукомец В. М. Мещерякова М.П., Овчинникова А. С. имеется ряд нерешенных вопросов, затрагивающие такие аспекты, как водосберегающие режимы орошения сельскохозяйственных культур, перемещение влаги в рисовой почве при капельном и внутрипочвенном орошении в экстремальных условиях пожнивно, которые изучены недостаточно.

Цель данного исследования – обоснование водосберегающих режимов капельного и внутрипочвенного орошения на рисовой почве в экстремальных условиях для повышения урожая сои пожнивно применительно к условиям Сирийской Арабской Республики.

Задачи исследований:

- исследовать динамику движения оросительной воды в модельном почвогрунте на лабораторной установке при имитации КО и ВПО;
- исследовать распределение влаги в корнеобитаемом слое почвы рисовой почвы в лизиметрах при КО и ВПО сои пожнивно в экстремальных условиях (июль – сентябрь), приближенных к природно-климатическим условиям Сирии;
- исследовать коэффициент водопотребления сои пожнивно при КО и ВПО на рисовых почвах в экстремальных условиях;
- разработать водосберегающих режимы КО и ВПО при возделывании сои пожнивно на рисовых почвах в экстремальных условиях;
- исследовать влияние режимов КО и ВПО на урожайность сои пожнивно на рисовых почвах в экстремальных условиях.

Достоверности научных результатов и выводов обеспечивается большим количеством лабораторных и лизиметрических опытов с применением методов математического анализа полученных данных и применением компьютерных программ.

Объект исследования – движение влаги в модельном почвогрунте, режимы капельного и внутрипочвенного орошения.

Предмет исследования – закономерности между влажностью и продолжительности полива, коэффициентом водопотребления и поливными нормами сои пожнивно при КО и ВПО в экстремальных условиях на рисовых почвах.

Научная новизна исследования заключается:

- впервые получены математические зависимости, описывающие перемещение влаги от очага к периферии контура увлажнения при капельном и внутрипочвенном орошении сои в корнеобитаемом слое рисовой почвы пожнивно в экстремальных условиях;

- установлены геометрические размеры контуров увлажнения в слое 0-0,5 м и доказано, что размеры контура увлажнения при ВПО больше размеров контура увлажнения чем при КО на 12,37%, 9,06% и 7,50% при одинаковой поливной норме 103, 174 и 220 м³/га, соответственно, в рисовой почве пожнивно;

- установлено, что максимальный урожай сои пожнивно в экстремальных условиях получается при режиме ВПО и влажности рисовой почве на уровне 80 % НВ.

Теоретическая значимость заключается в: получении математических зависимостей между влажностью и продолжительностью полива в рисовой почве при выращивании сои пожнивно; закономерностях перемещения влаги от величины поливной нормы и продолжительности полива; формирования контуров увлажнения в рисовой почве пожнивно в экстремальных климатических условиях при капельном и внутрипочвенном орошении.

Практическая значимость заключается в том, что при водосберегающих поливах на рисовой почве в экстремальных условиях возможно получать

гарантированную урожайность сои пожнивно не менее 2,5 т/га; рациональном водопользовании, которое обеспечивается внутрпочвенным орошением сои пожнивно поливной нормой 174 м³/га при влажности рисовой почвы 80 % НВ; разработке водосберегающих режимов капельного и внутрпочвенного орошения и получение коэффициентов водопотребления сои на рисовых почвах в экстремальных условиях пожнивно. Результаты исследований могут быть использованы рисовыми хозяйствами для повышения рентабельности сельскохозяйственного производства, водохозяйственными учреждениями при проектировании водосберегающих технологий на мелиорируемых землях в экстремальных климатических условиях.

Положения, выносимые на защиту:

- водосберегающие режимы при КО и ВПО сои в экстремальных условиях на рисовых почвах пожнивно;

- распределение влаги в рисовой почве при КО и ВПО сои в зависимости от различных поливных норм в условиях, приближенных к природно-климатическим условиям Сирии;

- динамика движения оросительной воды в модельном почвогрунте на лабораторной установке при имитации режимов КО и ВПО;

- коэффициенты водопотребления сои пожнивно при КО и ВПО на рисовых почвах в экстремальных условиях.

Реализация результатов научной работы. Данная работа выполнена на кафедре гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения и в Ботаническом саду ФГБОУ ВО Кубанского ГАУ с 2018 по 2022 гг. Результаты исследования использованы при написании методических материалов, учебников, а также на лекциях, практикумах и при привлечении студентов к методической и научной работе (Справка о внедрении в учебный процесс от 26.01.2023). Результаты исследования внедрены на площади 0,2 га в ФГУП РПЗ «Красноармейский» Красноармейского района Краснодарского края (АКТ о внедрении научных и практических результатов диссертации от 12.12.2023г.)

Апробация исследований. Основные положения и выводы диссертации доложены и обсуждены на I-IV международных научно-практических конференциях: «Экология речных ландшафтов» КубГАУ (Краснодар, 2017-2020 гг.); международной научно-практической конференции «Структурные преобразования экономики территорий: в поиске социального и экономического равновесия» НИЦ Вестник науки, (Уфа, 2022 г.); международной научно-практической конференции «Economic aspects of industrial development in the transition to a digital economy» НИЦ Вестник науки, (Уфа, 2022 г.); международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и техники. Инноватика» НИЦ Вестник науки, (Уфа, 2022 г.); международной научно-практической конференции «Современная наука в условиях модернизационных процессов: проблемы, реалии, перспективы» НИЦ Вестник науки, (Уфа, 2022 г.); IX Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и техники», НИЦ Вестник науки, (Уфа, 2022 г.).

Публикации результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 3 статьи в издании, рекомендованном ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, 1 – в международных базах данных. Общий объем публикаций составляет 8,91 п.л., из них автору принадлежит 4,27 п.л.

Структура и объём диссертационной работы. Диссертационная работа содержит введение, пять глав, заключение, рекомендации производству и перспективы дальнейшего развития, список литературы и приложения. Общий объем составляет 137 страниц компьютерного текста, включает в себя, 38 рисунков, 16 таблиц и 5 приложений. Список литературы состоит из 119 источниками.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность, цель и задачи исследований, практическая значимость, научная новизна и основные положения, выносимые на защиту.

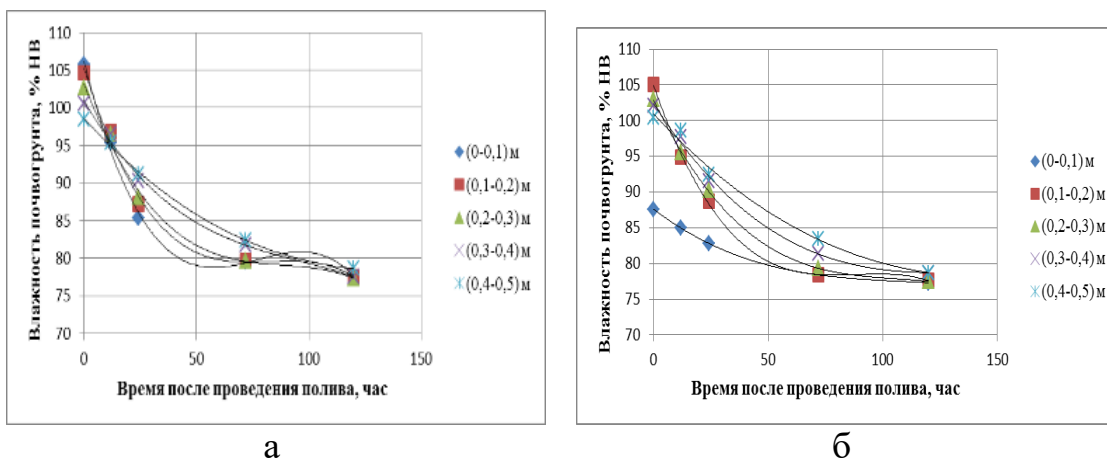
В первой главе «Анализ и перспективы развития систем водосберегающего орошения» анализируются этапы развития капельного и внутрисочвенного

полива как в России, так и в некоторых других странах. Изучены особенности регулирования водного режима при капельном и внутрипочвенном поливе. Теоретические основы данного исследования нашли отражение в трудах таких учёных, как А.Н. Костяков, Б.Б. Шумаков, М.С. Григоров, Н.Н. Дубенок, И.П. Айдаров, Е.В. Кузнецов, А.Д. Ахмедов, М.П. Мещеряков, А.Д. Воронин, Е.В. Шеин, Ю.А. Скобельцын, С.В. Астапов, И.Б. Григорова, А.В. Чеботарев, Г.С. Нестерова, И.И. Наumenко, М.М. Зобенко, И.С. Зонн, О.Е. Ясониди, Е.А. Вейцман, М.Г. Журба, А.А. Алексашенко, Э.И. Гагарина, В.Г. Корнев, В.И. Бабченко, А.А. Богушевский, В.Н. Кичигин, В.Г. Лобода, М.В. Николаев, В.Р., М.П. Сталин, и других.

Выполнена оценка проблем и особенностей орошения, характеристик погодных и почвенных условий, возможности возделывать сою при дефиците водных ресурсов в Сирии. Анализ научно-технической литературы показал, что, несмотря на значительный объем данных по режимам и техники полива, но до сих пор нет единого мнения, рекомендаций по расчету и эксплуатации систем КО и ВПО при возделывании сои на рисовых почвах пожнивно в экстремальных климатических условиях.

Во второй главе «Исследование движения влаги в почве при КО и ВПО» представлены исследования, которые выполнялись на кафедре гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина с 2018-22 гг. в городе Краснодара.

Для изучения миграции фронта увлажнения, влияющего на распределение влаги после полива, была разработана физическая модель почвогрунта, помещённая в стеклянный лоток (300×30×60 см). Почвогрунт – кварцевый промытый песок диаметром меньшим и равным 0,25 мм. Почвогрунт имитировал верхний слой поля в Сирии, который уплотнялся до естественной плотности 1,24 г/см³; обладал водопроницаемостью – 0,3 м/сут. Лоток был подключён к напорному баку, который поддерживает постоянный уровень $h=2,5$ м. Через поливной шланг оборудованный капельницами, расположенными на расстоянии 20 см между ними, подавался расход 4 л/час. Рабочий фрагмент лотка и его конструктивно–технологическая схема приводится на рисунке 1.



а

б

а – КО; б – ВПО

Рисунок 2 – Изменение влажности от способа орошения в сечении С от времени

В результате математической обработки результатов опытов получены аппроксимирующие зависимости между изменением влаги почвогрунта и времени после полива при КО и ВПО в виде:

$$V_{л} = x_1 t^3 + x_2 t^2 + x_3 t + x_4, \quad (1)$$

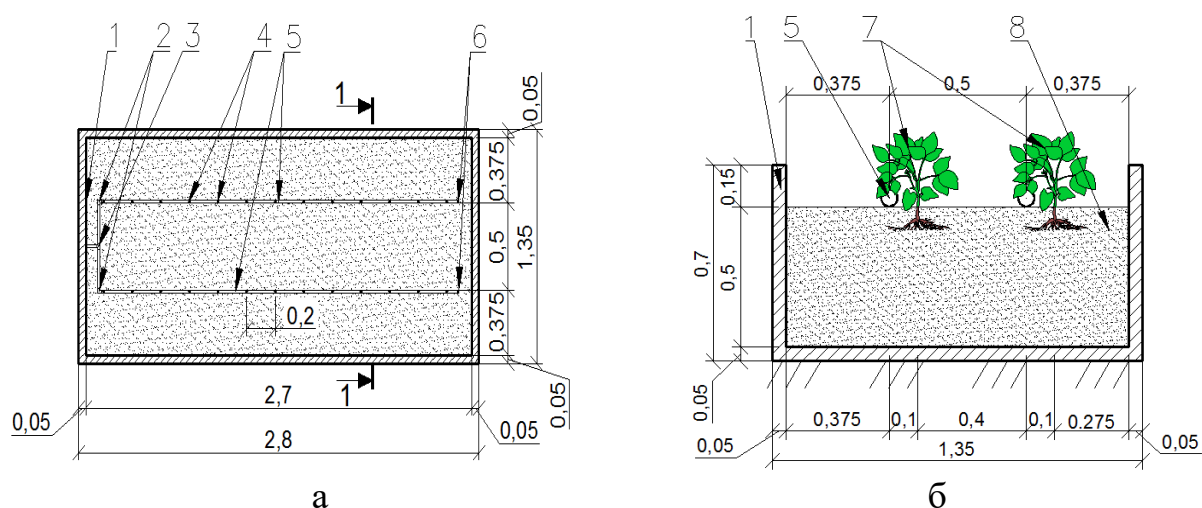
где $V_{л}$ – влажность почвогрунта при КО и ВПО, % НВ; t – время после проведения полива, час; x_1 , x_2 , x_3 и x_4 – эмпирические коэффициенты, которые приводятся в диссертации.

В третьей главе «Разработка методики исследования водосберегающих режимов орошения» разработана схема и методика проведения исследований. Приставлен анализ погодных и почвенных условий выполнения исследований. Опыты проводились на стационарном опытном участке (лизиметре), размером 1,25×2,7×0,7 м в ботаническом саду КубГАУ в 2018-22 гг.

Для достоверности опытов была доставлена почва лугово-черноземная почва с рисового поля из слоя А+В. Среднее содержание гумуса составляло 3,92%, средняя плотность почвы в слое 0-20 см была 1,2 т/м³, а в слое почвы 20-50 см – 1,34 т/м³. По механическому составу почва относилась к тяжелосуглинистым почвам. В слое почвы 0-20 см pH была 6,5~7,0, а для слоя 20-50 см – 7~7,5. В лизиметре была выполнена обработка почвы на глубину 6-8 см, посев сои сорта

«Арлета» был в 2 ряда с расстоянием между рядами 0,5 м, на глубину 0,03-0,05 м от поверхности почвы. Опыты закладывались в 2-х вариантах и при 2-х повторностях, норма высева семян сои составила 450 тыс. шт./га.

Разработаны конструкции систем КО и ВПО с Г-образными капельницами, выполнены гидравлические расчёты. При КО проектировалось две поливные трубы диаметром 16 мм и размещались на поверхности почвы через 0,5 м с расстоянием от каждого ряда сои 0,1 м. Расход капельниц составлял 4 л/ч. Расстояние между капельницами было принято 0,2 м, длина увлажнителей – 2,4 м (рисунок 3).

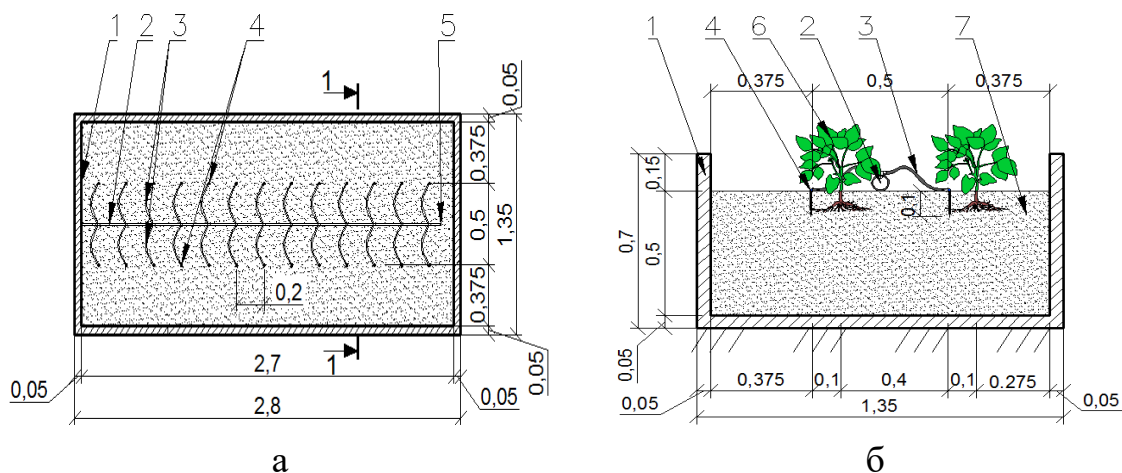


а – лизиметр; б – поперечный разрез.

1 – стенка лизиметра; 2 – уголок 90 градусов 16 мм; 3 – Тройник пластиковый 16 мм; 4 – капельницы; 5 – труба 16 мм; 6 – заглушка трубки 16мм; 7 – растение сои; 8 – рисовая почва.

Рисунок 3 – Схема лизиметра с капельным орошением

Разработана система внутрипочвенного орошения для 2-х лизиметров, где труба диаметром 16 мм помещалась на поверхность земли, и соединялась с трубкой диаметром 5 мм, которая, в свою очередь, соединялась с Г-образными капельницами. Они размещались на глубине 0,1 м и на расстоянии 0,2 м между ними. Расход воды составлял 4 л/час (рисунок 4).

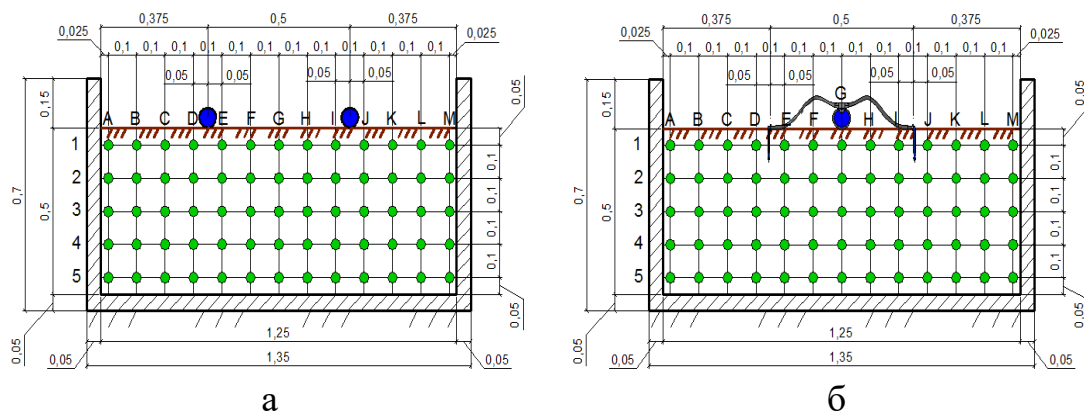


а – лизиметр; б – поперечный разрез

1 – стенка лизиметра; 2 – труба 16 мм; 3 – капельная трубка диаметр 5 мм; 4 – капельницы Г-образные (0,1 м); 5 – заглушка трубки 16 мм; 6 – растение сои; 7 – рисовая почва.

Рисунок 4 – Схема лизиметра с внутрпочвенными Г-образными капельницами

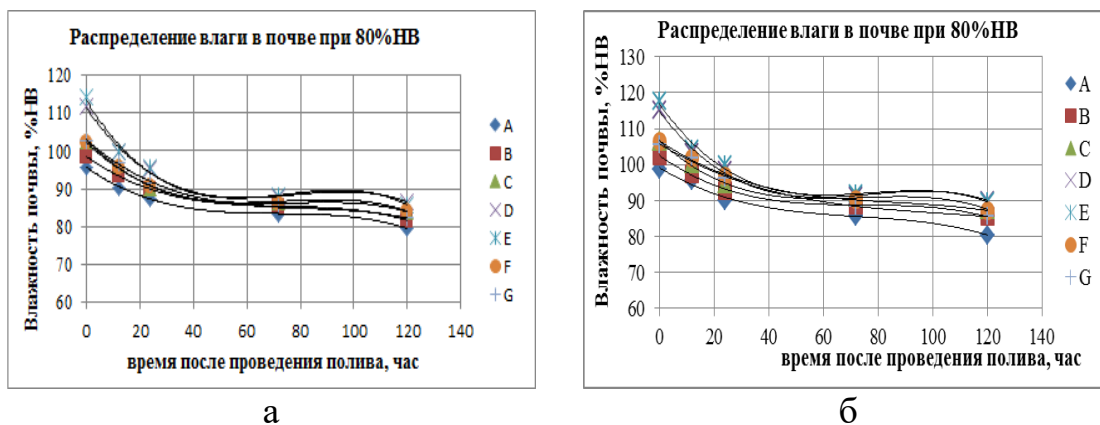
Для исследования размеров контуров увлажнения, динамики и распределения влажности щуп прибора ВИМС-1У погружался в почву, где измерялась влажность почвогрунта через 0,1 м по вертикали, горизонтали и ширине лизиметра (рисунок 5).



а – КО; б – ВПО

Рисунок 5 – Схема отбора влажности почвогрунта при КО и ВПО

В четвертой главе «Исследование движения влаги в рисовой почве при КО и ВПО сои пожнивно» приводятся результаты исследования работы систем капельного и внутрпочвенного орошения. Рассматривается влияние способа полива на равномерность распределения влажности почвы в экстремальных условиях на рисовых почвах. Динамика распределения влажности измерялась при КО и ВПО в почвогрунте на глубине профиля от 0 до 0,5 м, по ширине лизиметра в стержах *A, B, C, D, E, F*, и *G* и в середине створа перфорированного увлажнителя во временной динамике до 5 суток (рисунок 6).



а – КО; б – ВПО

Рисунок 6 – Изменение влажности профиля 0,1-0,2 м при КО и ВПО для m 80 % НВ

Опытные данные показывают, что при редких поливах большими поливными нормами (m) с поддержанием предполивного порога влажности на уровне 70 % НВ происходят большие потери поливной воды на фильтрацию, а при проведении частыми поливными нормами с поддержанием предполивного порога влажности на уровне 90 % НВ достигаются меньшие фильтрационные потери внутри почвенного профиля и обеспечивается практически непрерывное поддержание контура увлажнения в пределах оптимального увлажнения верхнего слоя почвы над перфорированным капельным и внутрипочвенным увлажнителем, что отвечает опытам М. П. Мещерякова.

В результате опыта была выполнена математическая обработка экспериментальных данных при КО и ВПО и получены аппроксимирующие зависимости между изменением влаги почвы и времени, в виде:

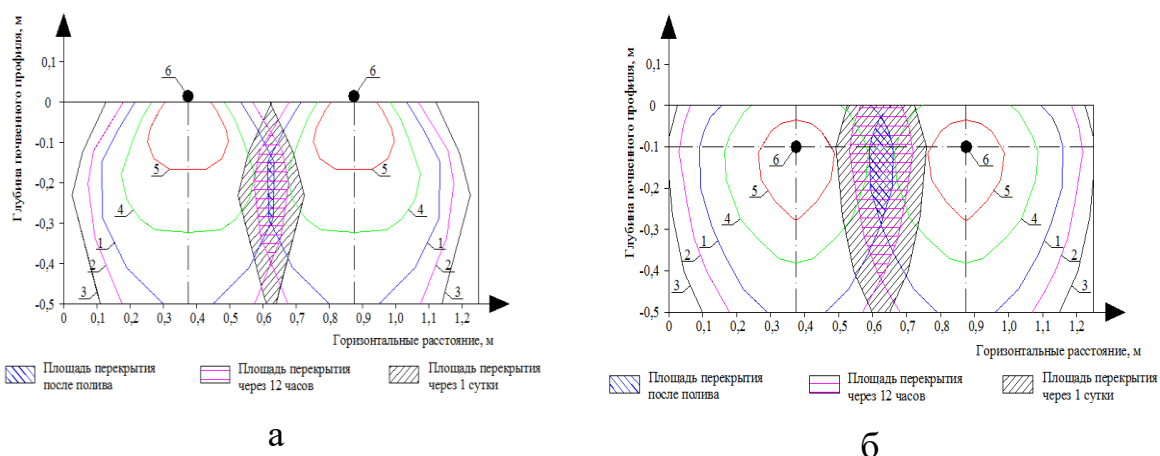
$$V_{\text{п}} = x_1 t^3 + x_2 t^2 + x_3 t + x_4, \quad (2)$$

где $V_{\text{п}}$ – влажность почвогрунта при КО и ВПО, % НВ; t – время после проведения полива, час; x_1, x_2, x_3 и x_4 – значения эмпирических коэффициентов, приведенных в диссертации.

Из уравнения (2) можно определять влажность при КО и ВПО на глубинах профиля 0-0,5 м в зависимости от нормы и времени после полива. Сопоставление полученных результатов значения влажности в лабораторных и полевых условиях

показало, что существует большая разница между ними. Это объясняется различными условиями проведения исследований, а также различными характеристиками почвы и растительности на поле.

Исследовано влияния капельного орошения и внутрипочвенного орошения на формирование и параметры контуров увлажнения на лизиметре (рисунок 7).



а – КО; б – ВПО

1 – Сразу после полива; 2 – через 12 часов; 3 – через 1 сутки; 4 – через 3 суток; 5 – через 5 суток; 6 – капельница.

Рисунок 7 – Изменение влажности в почве для m 103 м³/га (90 % НВ) при КО и ВПО

Для получения корректной оценки параметров контуров при капельном и внутрипочвенном поливе необходимо произвести сравнение отношения площади перекрытия контуров увлажнения к общей площади лизиметра K_{Π} , который определяется по формуле (3):

$$K_{\Pi} = \frac{A_1}{A_{\text{общ}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где K_{Π} – отношение площади перекрытия контуров увлажнения к общей площади лизиметра; A_1 – площадь перекрытия контуров увлажнения, м²; $A_{\text{общ}}$ – площадь поперечного сечения лизиметра, м².

Опытные данные расчета показывают, что отношение площади перекрытия контуров увлажнения к общей поперечного сечения площади лизиметра при ВПО после проведения полива и через 0,5 и 1 сутки после окончания полива были больше чем при КО, а площадь перекрытия контуров через 3 и 5 суток не появилась, как видно на рисунке 8.

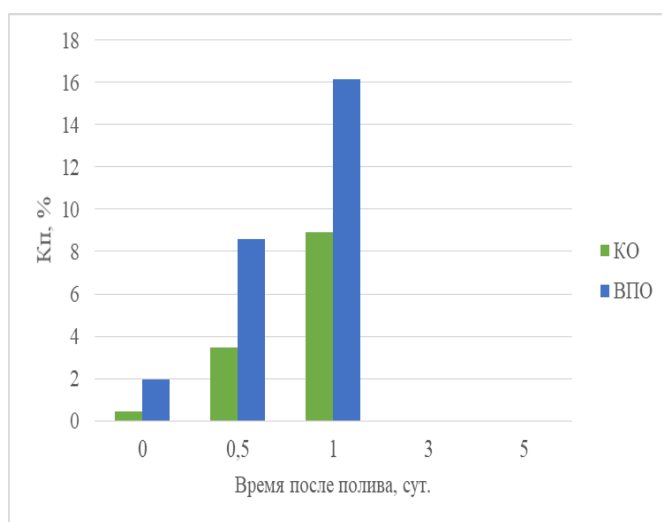


Рисунок 8 – Отношение площади перекрытия контуров увлажнения к общей поперечного сечения площади лизиметра для m 103 м³/га (90 % НВ) при КО и ВПО

В пятой главе «Разработка водосберегающих режимов орошения и исследование водопотребления сои» исследуется влияние режима КО и ВПО на водопотребление и основные показатели роста, и продуктивность растений сои в экстремальных условиях. В экстремальных условиях климата, когда имеется дефицит осадков, высокие температуры воздуха, достигающие 42°С, для m при 90 % НВ, 80 % НВ и 70 % НВ урожайность сои сорта «Арлета», выращиваемой на рисовых почвах в пожнивных посевах, получена при ВПО больше на 20,0%, 11,5% и 15,1%, соответственно, по сравнению с КО, как показано в таблице 1.

Для m 220 м³/га суммарное водопотребление за вегетационный период при КО и ВПО составило 4036 м³/га, а израсходовалось воды на формирование 1 т бобов в среднем 2996,8 и 2553,6 м³/т, соответственно. Суммарное водопотребление при КО и ВПО для m 103 м³/га, за вегетационный период сои составило 4747 м³/га, а израсходовалось воды на формирование 1 т бобов в среднем 2903,9 и 2314,3 м³/т, соответственно.

Таблица 1 – Суммарное водопотребление сои при КО и ВПО

Поливная норма, м ³ /га	Система Орошения	Год проведения экспериментов	Поступление влаги, м ³ /га			Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
			Оросительная норма	Из почвы	Осадки			
103 (90 % НВ)	КО	2021	3296	122	1560	4978	1,72	2894,2
		2022	2472	114	1930	4516	1,55	2913,5
	ВПО	2021	3296	122	1560	4978	2,09	2381,8
		2022	2472	114	1930	4516	2,01	2246,8
174 (80 % НВ)	КО	2021	2958	122	1560	4640	2,49	1862,8
		2022	2088	114	1930	4132	2,57	1608,0
	ВПО	2021	2958	122	1560	4640	2,90	1598,3
		2022	2088	114	1930	4132	2,81	1469,4
220 (70 % НВ)	КО	2021	2640	122	1560	4322	1,41	3060,6
		2022	1760	114	1930	3804	1,30	2933,0
	ВПО	2021	2640	122	1560	4322	1,67	2588,0
		2022	1760	114	1930	3804	1,51	2519,2

Из Таблицы 1 видно, что суммарное водопотребление для m 174 м³/га за вегетационный период сои составило 4386 м³/га при КО и ВПО, а израсходовалось воды на формирование 1 т бобов в среднем 1735,4 и 1533,8 м³/т, соответственно. Средний коэффициент водопотребления для m 103 м³/га, 174 м³/га, и 220 м³/га, при ВПО уменьшается на 20,3%, 11,6% и 14,8%, соответственно, по сравнению с КО для одинакового объема воды, подаваемого в почву. Разница результатов между КО и ВПО вызвана повышением температуры воздуха и испаряемостью с поверхности почвы. Таким образом, поливная вода при КО не успевает достичь полностью корневой системы растений.

Анализ опытных данных показывает, что для m 103 м³/га, 174 м³/га, и 220 м³/га стоимость урожая сои при ВПО более эффективна на 20,0%, 11,5% и 15,1%, соответственно, по сравнению с КО.

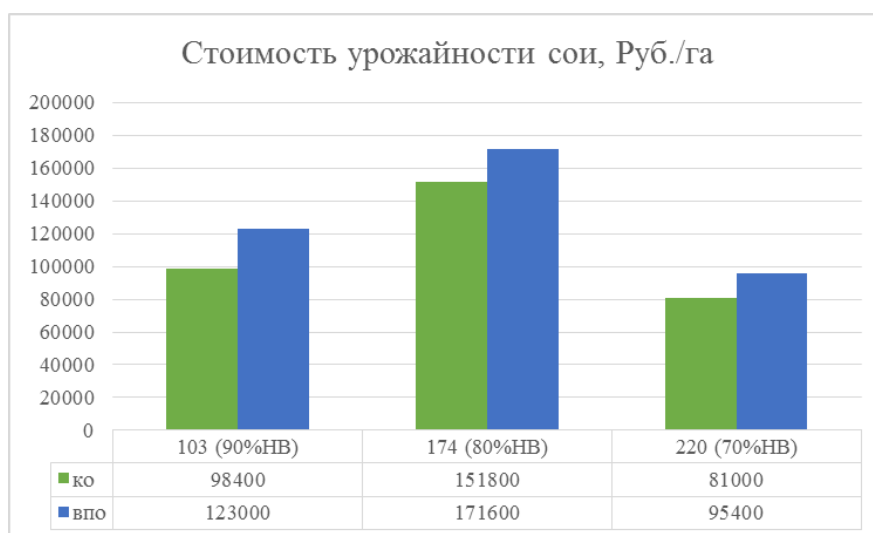


Рисунок 9 – Стоимость урожая сои при КО и ВПО

Наибольшая стоимость при КО и ВПО была для поливной нормы 174 м³/га и составляют 151800 и 171600 руб./га, соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоги выполненного исследования

1. Установлена динамика движения оросительной воды при КО и ВПО и получены эмпирические зависимости изменения влаги на 20, 40 и 60 минуте в профиле на глубине 0-0,5 м и через 0,5, 1, 3 и 5 суток в модельном почвогрунте, соответственно, после проведения полива, что позволило разработать методику дальнейших исследований.

2. Установлено распределение влаги в почвенном профиле рисовой почвы в июле - сентябре в лизиметрах в экстремальных условиях, приближенных к природно-климатическим условиям Сирии и получены эмпирические зависимости влажности от времени и поливной нормы на глубине почвенного профиля 0-0,5 м при КО и ВПО.

3. Разработаны режимы КО и ВПО на рисовой почве, что создало условия получить урожай сои при КО и 90 % НВ, 80 % НВ и 70 % НВ – 1,64, 2,53 и 1,35 т/га сои, соответственно и при ВПО – 2,05, 2,86 и 1,59 т/га сои, соответственно. Максимальная урожайность сои пожнивно на рисовой почве составила 2,86 т/га при 80 % НВ для ВПО.

4. На основе экспериментальных исследований получено, что коэффициент водопотребления при ВПО для поливной нормы и влажности 90 % НВ, 80 % НВ и 70 % НВ был: 2314,3 м³/т, 1533,8 м³/т и 2553,6 м³/т, соответственно, а при КО составил: 2903,9 м³/т, 1735,4 м³/т и 2996,8 м³/т, соответственно. При ВПО коэффициент водопотребления уменьшается на 20,3%, 11,6% и 14,8% по сравнению с КО для *m* 90 % НВ, 80 % НВ и 70 % НВ, соответственно. Экономия оросительной воды при ВПО составила 201,5 м³ на 1 т урожая сои при 80 % НВ по сравнению с КО при одинаковых условиях.

5. Урожайность сои пожнивно при режиме ВПО увеличивается на 20,0%, 11,5% и 15,1% по сравнению с режимом КО при 90 % НВ, 80 % НВ и 70 % НВ, соответственно, на рисовых почвах в экстремальных условиях пожнивно. Экономический эффект при ВПО по сравнению с КО составляет 19 тыс. 800 руб./га.

Рекомендации производству

С целью обеспечения равномерного распределения влаги внутри почвенного профиля и не допущения глубокой инфильтрации воды в глубь почвы или снижения влажности, необходимо при ВПО размещать Г-образные капельницы на глубине 0,1 м от поверхности земли и проводить орошение при поддержании влажности почвы 80 % НВ на рисовых почвах в экстремальных условиях пожнивно.

Для рационального использования оросительной воды и получения максимальной урожайности сои необходимо обеспечивать поливы при ВПО нормой 174 м³/га и поддержание влажности почвы 80 % НВ на рисовых почвах в экстремальных условиях пожнивно.

В Сирии необходимо возделывать сою во всех природно-климатических зонах и проводить поливы нормой 160-180 м³/га при ВПО и поддерживать влажность почвы 80 % НВ.

В Сирии использование капельного орошения рекомендуется применять с осторожностью, особенно, в жарких районах, поскольку высокая температура негативно влияет на равномерное распределение влаги внутри почвенного профиля и, следовательно, на урожай сои.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Планируется продолжение научно-исследовательских работ в направлении поиска оптимальной глубины размещения Г-образных капельниц при ВПО и оптимальных доз удобрений, которые дают высокий урожай сои пожнивно в экстремальных климатических условиях на рисовых почвах.

Основные положения диссертации опубликованы

- в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Кузнецов, Е. В. Сравнение продуктивности сои при капельном и внутрипочвенном орошении на рисовых почвах / Е. В. Кузнецов, А. Алматар, А. Е. Хаджиди // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование: Волгоград, 2023. – № 2 (70). – С. 315–323.

2. Кузнецов, Е. В. Оценка влияния водного режима почвы на продуктивность сои при внутрипочвенном орошении. / Е. В. Кузнецов, А. Алматар, А. Е. Новиков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование: Волгоград, 2023. – № 2 (70). – С. 451–458.

3. Кузнецов, Е.В. Сравнение эффективности микроорошения сои в экстремальных условиях на рисовых почвах / А. Алматар, Е. В. Кузнецов // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 11. – С. 19–23.

- в изданиях, индексируемых в Scopus

4. Kuznetsov E.V. Study of a Radius of Action and Sprinkler Density Distribution / Kuznetsov, E.V., Khadzhidi, A. E., Almatar, A., Hasan, M. // Helix – The Scientific Explorer. – 2020. –Vol. № 10 Issue № 02. – Pp.112–116.

- в прочих изданиях:

5. Алматар, А. Исследования миграции фронта увлажнения при разных нормах полива для капельного орошения / А. Алматар // Economic aspects of industrial development in the transition to a digital economy: сборник научных статей по материалам IX – Международной научно-практической конференции – Уфа: НИЦ Вестник науки, 2022. – С. 47-51.

6. Алматар, А. Исследования миграции фронта увлажнения при разных нормах полива для внутрипочвенного орошения / А. Алматар // Актуальные проблемы науки и техники. Инноватика: сборник научных статей по материалам IX – Международной научно-практической конференции – Уфа: НИЦ Вестник науки, 2022. – С. 52–58.

7. Алматар, А. Лабораторное исследования движения влаги в почве для капельного орошения / А. Алматар // Актуальные вопросы современной науки: теория, методология, практика, инноватика: сборник научных статей по материалам IX – Международной научно-практической конференции – Уфа: НИЦ Вестник науки, 2022. – С. 25–29.

8. Алматар, А. Лабораторное исследования движения влаги в почве для внутрипочвенного орошения / А. Алматар // Современная наука в условиях модернизационных процессов: проблемы, реалии, перспективы: сборник научных статей по материалам IX – Международной научно-практической конференции – Уфа: НИЦ Вестник науки, 2022. – С. 18–23.

9. Алматар, А. Эффективность капельного и внутрипочвенного орошения сои в экстремальных условиях на рисовых почвах пожнивно / А. Алматар // Актуальные проблемы науки и техники: сборник научных статей по материалам IX – Международной научно-практической конференции – Уфа: НИЦ Вестник науки, 2022. – С. 41–44.

10. Кузнецов, Е.В. Анализ систем орошения в Сирии / А. Алматар, Е. В. Кузнецов// Экология речных ландшафтов: сборник статей по материалам I Международной Научной Экологической Конференции. – 2017. – С. 8–11.

11. Кузнецов, Е.В. Повышение водообеспеченности перегораживающими сооружениями оросительных систем / А. Алматар, Е. В. Кузнецов // Экология речных ландшафтов: сборник статей по материалам II Международной Научной Экологической Конференции. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – С. 90–95.

12. Кузнецов, Е.В. Методика расчета оросительной нормы кукурузы на зерно / А. Алматар, Е. В. Кузнецов // Экология речных ландшафтов: сборник статей по материалам III Международной Научной Экологической Конференции. Краснодар: КубГАУ, 2019. – С. 15–22.

13. Кузнецов, Е.В. Расчет потерь напора в трубопроводах систем капельного орошения / А. Алматар, М. Хасан, Е. В. Кузнецов // Экология речных ландшафтов: сборник статей по материалам IV Международной Научной Экологической Конференции. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – С. 208–215.

14. Кузнецов, Е.В. Влияние фронта увлажнения микроорошением на всхожесть бобов сои в экстремальных условиях / А. Алматар, М. Хасан, Е. В. Кузнецов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2021. – №4 (84). – С. 112–118.

15. Кузнецов, Е.В. Исследование влияния капельного и внутрпочвенного орошения сои в экстремальных условиях на рисовых почвах / А. Алматар, Е. В. Кузнецов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2022. – №4 (88). – С. 82–90.

16. Кузнецов, Е.В. Сравнение влияния капельного и внутрпочвенного на продуктивности растений сои в экстремальных условиях на рисовых почва / А. Алматар, М. Хасан, Е. В. Кузнецов // Структурные преобразования экономики территорий: в поиске социального и экономического равновесия: сборник научных статей по материалам IX – Международной научно-практической конференции. – Уфа: НИЦ Вестник науки, 2022. – С. 19–23.

Алматар Анас

**Водосберегающие режимы орошения сои пожнивно
на рисовой почве в экстремальных условиях**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать ____ . ____ 2024. Формат 60×84 ¹/₁₆
Усл. печ. л. – 1,0. Тираж 100. Заказ № ____
Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13