



ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»

Волжский научно-исследовательский
институт гидротехники и мелиорации

55
ЛЕТ

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ
СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И
РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ И
ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

**Сборник научных трудов
по материалам
научно-практической конференции
с международным участием,
посвященной 55-летию образования
ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»
(Россия, г. Энгельс, 28 мая 2021 г.)**

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Департамент мелиорации,
земельной политики и госсобственности

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВОЛЖСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ»
(ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»)

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ
СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ
МЕЛИОРАЦИИ И ЭФФЕКТИВНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Сборник научных трудов
по материалам научно-практической конференции
с международным участием, посвященной
55-летию образования ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»
(Россия, г. Энгельс, 28 мая 2021 г.)

Энгельс
ООО Издательский Центр «Наука»
2021

УДК 631.6
ББК 40.6
К64

Редакционный совет:

Заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации, доктор с.-х. наук, профессор В.А. Шадских (председатель), канд. с.-х. наук Р.Б. Туктаров (зам. председателя), канд. с.-х. наук В.Е. Кижаяева (зам. председателя), доктор техн. наук Н.Ф. Рыжко, канд. биол. наук В.О. Пешкова, канд. техн. наук А.П. Акпасов

К64 Концептуальные аспекты современного состояния и развития мелиорации и эффективного использования водных ресурсов»: Сборник научных трудов по матер. научно-практ. конф. ФГБНУ «ВолжНИИГиМ», г. Энгельс, 28 мая 2021 г.; Редкол.: В.А. Шадских (председ.) и др. – Энгельс: ООО Издательский Центр «Наука», 2021. – 194 с.

ISBN 978-5-9999-3449-9

В сборнике публикуются материалы научно-практической конференции с международным участием, посвященной 55-летию образования Волжского НИИ гидротехники и мелиорации (Россия, г. Энгельс, 28 мая 2021 г.).

На конференции рассмотрены вопросы эксплуатации оросительных систем и гидротехнических сооружений; повышения надежности и эффективности работы дождевальных машин; разработки отечественной дождевальной техники нового поколения; ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур; проблемы повышения плодородия орошаемых почв; мониторинга состояния мелиорированных земель; вопросы разработки современных технологий в мелиорации и земледелии; экологические аспекты использования орошаемых земель и экономические проблемы мелиорации.

Сборник содержит доклады в авторской редакции. Авторы опубликованных докладов несут ответственность за достоверность приведенных в них сведений.

УДК 631.6
ББК 40.6

ISBN 978-5-9999-3449-9

© ФГБНУ
«Волжский научно-исследовательский
институт гидротехники и мелиорации», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Гопкалов Ю.А. О реализации Стратегии восстановления и устойчивого развития мелиоративного комплекса Российской Федерации до 2030 года.....	6
---	---

ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В МЕЛИОРАТИВНОМ КОМПЛЕКСЕ

Кожанов А.Л. Оценка возможности повторного использования водных ресурсов осушительных систем в Республике Башкортостан.....	10
Лодыга Д.В. Легковосстановимое дренажное устьевое сооружение (УДЛ). Конструкция и технико-экономическое обоснование применения	16
Майер А.В., Магомедова Д.А. Новые подходы к системе капельного орошения для регулирования гидротехнического режима агрофитоценозов.....	21
Онаев М.К., Денизбаев С.Е., Ожанов Г.С. Влияние удобрений и подсева на продуктивность лиманов	28

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Есмагулова Б.Ж., Асетова А.Ю., Мусаева Б.М. Фитоэкологические условия песчаных массивов Западно-Казахстанской области с использованием геоинформационных технологии.....	34
Насиев Б.Н. Изучение процессов деградации почвенного покрова лиманов полупустынной зоны.....	40
Фалькович А.С., Пронько Н.А. Почвенно-мелиоративные процессы в темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья после прекращения орошения и сельскохозяйственного использования.....	44

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Долотбаков А.К., Шалпыков К.Т. Возможности возделывания различных сортов топинамбура в сероземно-луговых почвах Чуйской долины Кыргызстана	50
Конторович И.И. Орошение в Волгоградской области: ретроспектива и современное состояние.....	56
Новикова Ю.А., Пронько Н.А. Выращивание перца сладкого при капельном орошении в Саратовском Заволжье	62
Онаев М.К., Денизбаев С.Е., Шадьяров Т.М. Обводнение пастбищ в Западно-Казахстанской области	67
Рамазанов Д.Ш., Власовец В.Н., Лукашунас Ю.А. Применение гербицидов для защиты посевов сои от сорной растительности.....	72

Шадских В.А., Кижаяева В.Е., Пешкова В.О. Эффективность инновационных биотехнологических приемов ресурсосберегающей технологии возделывания сои в агроценозах аридной зоны Поволжья... 77

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Акпасов А.П., Туктаров Р.Б., Мельникова В.П., Пасовец Р.Д., Греков Д.А., Иванищева З.Ф. Результаты оценки эксплуатационного состояния и степени риска аварии ГТС Верхнепереконновского водохранилища, расположенного в Ершовском районе Саратовской области..... 84

Салиенко С.Н. Применение рыбозащитных сооружений и устройств на гидротехнических сооружениях мелиоративного назначения 90

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

Бельтиков Б.Н. Опыт применения многоопорных широкозахватных дождевальных машин и пути их совершенствования..... 96

Рыжко Н.Ф., Рыжко Н.В., Шисенин Е.А. Энергосбережение при поливе многоопорными дождевальными машинами – новые возможности..... 101

Рыжко С.Н., Рыжко Н.Ф., Смирнов Е.С. Технология и технические средства для внесения удобрений через полиэтиленовый трубопровод на дождевальных машинах типа «Волга» 107

РАЗРАБОТКА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Сопляченко В.Н. О конкурентных преимуществах дождевальных машин серии «Бамбук»..... 113

Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Смаржиев А.В. Инновационные технические решения при совершенствовании многоопорных дождевальных машин 121

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ КУЛЬТУР

Лытов М.Н. Морфометрические особенности развития сои при орошении дождеванием и капельным способом 127

Пронько Н.А., Пронько В.В., Степанченко Д.А. Применение хелатных удобрений на орошаемых овощных культурах в Саратовском Заволжье..... 133

Шадских В.А., Кижаяева В.Е., Пешкова В.О. Особенности технологического процесса возделывания сбалансированных кормосмесей в условиях орошения..... 140

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ

Анишко М.Ю. Эффективность использования воды томатом.....	147
Плескачѳв Ю.Н., Анишко М.Ю. Система минерального питания томатов при капельном орошении	152
Ткаченко И.В. Разработка мероприятий по внедрению биотехнологий как элемента новой системы земледелия.....	159
Шадских В.А., Кижеева В.Е. Изменение состояния почвенного плодородия темно-каштановых почв Поволжского региона при орошении	165

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕЛИОРАЦИИ И ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Выборнов В.В., Мартынова А.А., Акулинина М.А. Капельное орошение овощных культур в Волгоградской области.....	171
Лытов М.Н. К вопросу об автоматизации технического совершенствования комбинированных систем орошения для регулирования гидротермического режима агрофитоценоза.....	178

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАЦИИ

Викулова О.И. Субсидирование проектов агролесомелиорации земель в Российской Федерации.....	184
Лихацевич А.П., Латушкина Г.В., Романов И.А. Оптимизация режима орошения сельскохозяйственных культур в условиях Беларуси	188

**О РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДО 2030 ГОДА**

Поволжье является одной из крупнейших зон Российской Федерации по производству сельскохозяйственной продукции в условиях недостаточной естественной влагообеспеченности, и именно этот фактор в первую очередь определяет объем и стабильность растениеводческой и животноводческой продукции. В современном мире значительная роль в решении продовольственной проблемы в странах и экстремально-засушливыми климатическими условиями принадлежит мелиорации земель. Решение проблемы обеспечения продовольственной безопасности страны невозможно без восстановления и развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса, увеличения производства сельскохозяйственной продукции на мелиорированных землях.

Для научного обеспечения проектирования, строительства и эксплуатации оросительных систем, разработки методов и приемов высокоэффективного использования орошаемых земель в 1966 году на базе Энгельсской опытно-мелиоративной станции создается Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, основной задачей которого являлось научное обоснование широкого ирригационного строительства в Куйбышевской, Саратовской, Волгоградской, Астраханской, Уральской областях и Калмыцкой АССР на площади более 1,5 млн. га.

Основными направлениями научной деятельности института являлись разработка совершенных конструкций оросительных систем, механизация и автоматизация полива, режимов орошения сельскохозяйственных культур, методов повышения экономической эффективности использования орошаемых земель и внедрения достижений науки в производство.

Институтом совместно с опорной сетью в 1966-2021 гг. велись широкие исследования по государственным и отраслевым программам НИОКР по направлениям гидротехники, мелиорации и орошаемого земледелия и активное внедрение результатов работ в водохозяйственное и сельскохозяйственное производство.

В последние годы для решения задачи импортозамещения иностранной дождевальнoй техники, необходима широкая поставка отечественных дождевальных машин. Анализ конструкций современных ферменных дождевальных машин показывает, что их модернизация должна быть направлена на снижение металлоемкости фермы и упрощение технологии их

изготовления. Кроме того, возникает необходимость дальнейшего совершенствования отдельных узлов.

В институте создана многофункциональная дождевальная машина с полиэтиленовым трубопроводом и блоком управления по мобильной связи ДМ «Волга-СМ». На данную разработку получен патент. ДМ «Волга-СМ» отмечена Дипломом первой Национальной премии в области импортозамещения «Приоритет-2015» в номинации «Сельское хозяйство». ДМ «Волга-СМ» успешно прошла полевые испытания, документация передана заводу-изготовителю для ее серийного производства.

В ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» ведутся разработки по созданию двух отечественных дождевальных машин нового поколения ферменной конструкции ДМ «Волга-ФК». Разработана конструкторская (эскизная) документация на многоопорную дождевальную машину ферменной конструкции по типу «Zimmatic», где применены облегченные трубы диаметром 168 мм, что снижает массу и удешевляет конструкцию на 13-20 %, длина пролёта может составлять 54 и 60 м.

Сертификационные испытания ДМ «Волга-ФК1» прошли в 2020 г., по результатам получен протокол испытаний № 08-78С-2020 в ФГБУ «Поволжская МИС» и сертификат на производство. Основные узлы и детали многоопорной ДМ «Волга-ФК1» отечественного производства.

Для эффективного использования мелиоративного комплекса необходимо снижать расходы на эксплуатацию и проведение ремонтных работ на плавучих насосных станциях. Учеными института предложено использовать блочно-модульные насосные станции (БМНС). При разработке БМНС используются современные высокоэффективные насосные агрегаты, системы автоматического контроля и регулирования оборотов электродвигателя для экономии электроэнергии, а также новые конструкции рыбозащитных устройств (РЗУ).

Одним из крупных направлений научной деятельности являются разработки по совершенствованию системы лиманного орошения. Анализ современного использования земель лиманного орошения в Поволжье свидетельствует о сокращении площади затопляемых угодий и регрессе эффективности кормопроизводства на лиманах, включая снижение продуктивности и качества кормов. Основным недостатком являются значительные размеры систем лиманного орошения и отдельных ярусов, отсутствуют условия для строгого регламентирования элементов техники затопления, что приводит к неравномерности затопления и снижению продуктивности лиманов.

Исследования проводятся на лиманах Саратовской, Волгоградской областей и Республики Калмыкия. Модельным объектом исследования выбрана Малоузенская система лиманного орошения. На основе анализа информации, полученной в результате исследований, обосновано и предложено конструктивно-технологическое решение при переустройстве лиманов и применению технологии комбинированного орошения.

Поволжье является одной из крупнейших зон Российской Федерации по

производству сельскохозяйственной продукции в условиях недостаточной естественной влагообеспеченности, и именно этот фактор в первую очередь определяет объем и стабильность получаемой продукции.

В поисках засухоустойчивых сортов сои на полях опытно-производственного хозяйства ВолжНИИГиМ проведены исследования по применению ресурсосберегающей технологии ее возделывания с использованием 42-х сортов из различных регионов России и Зарубежья в рамках договоров о сотрудничестве. Апробированы и введены в технологию инновационные агроприемы возделывания сои, которые способствуют повышению ее продуктивности и улучшению почвенного плодородия.

В соответствии с государственной программой развития сельского хозяйства актуальной задачей является обеспечение животноводства качественными кормами. Решение этой проблемы связано с расширением на орошаемых землях посевов бобово-злаковых трав длительного пользования. Разработана инновационная технология возделывания многолетних многокомпонентных кормосмесей с включением козлятника восточного, позволяющих активизировать продукционные процессы бобово-злакового агроценоза и, за счет этого, повышать урожайность и снижать себестоимость производства кормов и обеспечивать благоприятную мелиоративную обстановку.

В условиях антропогенного воздействия на орошаемых землях прогрессируют различные формы деградации, приводящие к изменению экологической устойчивости агроландшафтов и необратимым процессам при с.-х. использовании земель. Проведен комплексный анализ результатов многолетних полевых исследований по экологически безопасному использованию деградированных орошаемых почв в Саратовской, Волгоградской, Самарской, Пензенской областях, что дало возможность оценить направленность почвенных процессов по изменению плодородия и экологическому состоянию агроландшафтов при различной увлажненности на различных типах почв. Актуализирована система оценки деградации орошаемых почв Поволжья. Конкретизирован перечень агромелиоративных мероприятий, обеспечивающие стабилизацию почвенного плодородия и повышение продуктивности с.-х. культур по агроклиматическим зонам Поволжья.

В последние годы большое значение придается актуализации и совершенствованию нормативно-методической базы и нормативно-технических документов, обеспечивающих эффективную деятельность мелиоративного комплекса, направленных на оценку фактического технического состояния мелиоративных систем и сооружений для обоснования состава и объема работ на мелиоративных объектах, начиная со стадии проектирования и дальнейшего их производства.

Институт уделяет большое внимание подготовке кадров. Так, в аспирантуре института прошли обучение 78 человек, из них 59 защитили диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, 7 сотрудников - ученой степени доктора наук.

За период деятельности института проведено более 509 научно-исследовательских работ по государственной тематике, подготовлено и издано 30 сборников научных трудов, разработано 237 рекомендаций и нормативных документов, опубликовано 1926 статей, получено 342 авторских свидетельств на изобретения и патентов.

Сотрудники института принимают активное участие в работе научно-практических конференций, различных совещаниях, форумах и семинарах федерального и регионального уровней. Достижения в научно-производственной деятельности института были представлены на 7 международных, 143 Всесоюзных и Всероссийских выставках. По их результатам институт награжден 10 Дипломами ВДНХ СССР, 109 медалями ВДНХ СССР и ВВЦ России.

Основой укрепления и развития экономики является высокий уровень использования науки, в том числе и в области гидротехники, мелиорации и орошаемого земледелия. В регионе Поволжья, являющимся одним из основных аграрных регионов России, орошение было и будет главным стабилизирующим фактором укрепления экономики с.-х. производства. С учетом этих объективных обстоятельств коллектив Федерального государственного бюджетного научного учреждения «ВолжНИИГиМ» и строит свою дальнейшую научно-производственную деятельность, направленную на развитие инновационных технологий, обеспечивающих повышение эффективности мелиоративного комплекса в целом и орошаемого земледелия в частности.

Основу научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ института в настоящее время и на перспективу должны составлять решения вопросов повышения надежности работы оросительных систем и гидротехнических сооружений, эффективного использования орошаемых земель. Намеченная «Стратегией восстановления и устойчивого развития мелиоративного комплекса российской федерации на период до 2030 года» масштабная работа по развитию мелиоративного комплекса, в научном обеспечении которой значительное место отводится ученым ФГБНУ «ВолжНИИГиМ», станет важным этапом реального возрождения мелиорации земель Поволжья.

В качестве мероприятий, обеспечивающих выполнение целевых показателей «Стратегии развития мелиорации...», институтом предложены: дождевальные машины нового поколения, инновационные способы комплексной мелиорации, ресурсосберегающие технологии возделывания с.-х. культур, позволяющие экономить энергоресурсы и сохранять благоприятную мелиоративную и экологическую обстановку.

Пользуясь случаем, поздравляю коллектив Волжского НИИ гидротехники и мелиорации с 55-летием со дня основания, желаю всем доброго здоровья и больших успехов в развитии мелиоративной науки.

ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В МЕЛИОРАТИВНОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 626.824

Кожанов А. Л.

ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем
мелиорации», г. Новочеркасск, Ростовская область, Россия

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Аннотация: Целью исследований являлось установление и анализ данных по объему и минерализации дренажного стока с мелиоративных систем в Республике Башкортостан для определения возможности повторного использования для различных целей. Информационную основу для научных исследований составили материалы, полученные от ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз». Для анализа полученных данных и графического материала использовались общенаучные методы. Проведенный анализ показал, что объема дренажного стока в любой из анализируемый год достаточно для увлажнения всех обслуживаемых площадей осушительными системами, а также имеется возможность аккумуляции избытка в дополнительных регулирующих емкостях. Показатели минерализации дренажного стока находятся в пределах нормы и составляют 0,21–1,42 г/л, что говорит о возможности использования для увлажнения сельскохозяйственных культур и рыборазведения с созданием современных осушительно-увлажнительных систем и комплекса гидротехнических сооружений для повышения эффективности использования водных ресурсов системы.

Ключевые слова: осушительно-увлажнительная система, осушение, увлажнение, дренажный сток, объем стока, водные ресурсы

Kozhanov A. L.

FSBI «Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems»,
g. Novocherkassk, Rostov region, Russia

ASSESSMENT OF REUSABILITY WATER RESOURCES OF DRAINAGE SYSTEMS IN REPUBLIC BASHKORTOSTAN

Abstract: The aim of the research was to establish and analyze data on the volume and salinity of drainage runoff from reclamation systems in the Republic of Bashkortostan to determine the possibility of reuse for various purposes. The

informational basis for scientific research was made up of materials received from the FSBI «Management «Bashmeliovodkhoz». General scientific methods were used to analyze the obtained data and graphic material. The analysis showed that the volume of drainage runoff in any of the analyzed year is sufficient to humidify all serviced areas with drainage systems, and there is also the possibility of accumulating excess in additional regulating tanks. Indicators of drainage runoff salinity are within the normal range and amount to 0,21–1,42 g/l, which indicates the possibility of using it for moistening agricultural crops and fish farming with the creation of modern drainage and humidification systems and a complex of hydraulic structures to increase the efficiency of water use system resources.

Key words: drainage and humidification system, drainage, humidification, drainage runoff, runoff volume, water resources

Введение. В последние десятилетия на многочисленных осушительно-увлажнительных системах как в России, так и постсоветских республиках при поддержании влажности почвы шлюзованием не обеспечиваются необходимые уровни грунтовых вод, но, несмотря на это весь дренажный сток весной отводится в водоприемники, расположенные за пределами осушенной территории. В настоящее время, одним из важных моментов является вопрос ресурсосбережения, в связи с чем необходимо все водные ресурсы мелиоративной системы максимально возможно использовать [1]. Все это говорит о необходимости повторного использования аккумулированного дренажного стока в летние периоды, когда наблюдается нехватка почвенной влаги осушенного массива. В тоже время актуальным является вопрос повышения энергоэффективности в мелиоративном комплексе [2], непрерывное повышение цен на оросительную воду также пробуждает существенный интерес сельхозпроизводителей к использованию современных элементов мелиоративных систем и эффективных технологий [3]. Для возможности увлажнения дренажным стоком с использованием дождевания в Республике Башкортостан, необходимо определиться с объемами отводимого стока и его качественными характеристиками. В связи с этим целью исследований являлось установление и анализ данных по объему и минерализации дренажного стока с мелиоративных систем в Республике Башкортостан для определения возможности повторного использования для различных целей с созданием современных осушительно-увлажнительных систем.

Материалы и методы исследований. Информационную основу для научных исследований составили материалы, полученные от ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз» в разрезе отводимого объема дренажного стока с мелиоративных систем и его минерализации. Для обработки данных по объему и минерализации дренажного стока использовался программный продукт: Microsoft excel. Для анализа, полученных данных и графического материала использовались общенаучные методы.

Результаты исследований. Для установления объема и минерализации дренажного стока с мелиоративных систем за 5 лет с 2015–2019 гг. в Республике Башкортостан был сделан запрос в ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз». Полученные данные приведены в таблице 1.

Обработав данные по площадям и объему дренажного стока с осушительных систем за 2015–2019 гг. по ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз» (таблица 1, рисунок 1), можно сделать вывод, что объема дренажного стока в любой из представленных год достаточно для увлажнения всех площадей осушительных систем, а также имеется возможность при необходимости аккумулирования излишек в дополнительных регулирующих емкостях.

Таблица 1 – Данные по дренажному стоку с мелиоративных систем, имеющих на балансе ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз»

Наименование мелиоративной системы	Тип системы	Состав элементов	Площадь осушения, га	Год	Объем стока, тыс. м ³	Минерализация, г/л
1	2	3	4	5	6	7
Буздякская межхозяйственная осушительная система	Осушительная	Осушительная сеть	1226	2015	9900	0,848
				2016	10700	0,772
				2017	11000	0,720
				2018	9100	0,868
				2019	5100	0,914
Дуванская межхозяйственная осушительная система	Осушительная	Осушительная сеть	593	2015	5000	0,598
				2016	5400	0,536
				2017	5900	0,494
				2018	4600	0,428
				2019	6100	0,515
Иглинская межхозяйственная осушительная система	Осушительная	Осушительная сеть	707	2015	4300	0,228
				2016	4700	0,228
				2017	5100	0,228
				2018	4000	0,228
				2019	2800	0,228
Салаватская межхозяйственная осушительная система № 1	Осушительная	Осушительная сеть	413	2015	4000	–
				2016	4300	–
				2017	4700	–
				2018	3700	–
				2019	3800	–
Салаватская межхозяйственная осушительная система № 2	Осушительная	Осушительная сеть	629	2015	5400	–
				2016	5900	–
				2017	6400	–
				2018	5000	–
				2019	3900	–
Чишминская межхозяйственная осушительная система	Осушительная	Осушительная сеть	906	2015	7400	0,64
				2016	8000	1,42
				2017	8700	0,92
				2018	6800	0,78
				2019	4800	0,66

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Бураевская межхозяйственная осушительная система № 1	Осушительная	Осушительная сеть	330	2015	6270	0,222
				2016	6600	0,210
				2017	7260	0,246
				2018	5610	0,238
				2019	3300	0,422
Бураевская межхозяйственная осушительная система № 2	Осушительная	Осушительная сеть	1113	2015	10980	0,314
				2016	12200	0,520
				2017	13420	0,740
				2018	10370	0,612
				2019	6100	0,806
Бураевская межхозяйственная осушительная система № 3	Осушительная	Осушительная сеть	305	2015	5270	0,582
				2016	6200	0,500
				2017	6820	0,598
				2018	5270	0,615
				2019	3100	0,648
Краснокамская межхозяйственная осушительная система № 1	Осушительная	Осушительная сеть	1753	2015	10750	0,510
				2016	10920	0,594
				2017	11400	0,798
				2018	10520	0,800
				2019	9700	0,830
Краснокамская межхозяйственная осушительная система № 2	Осушительная	Осушительная сеть	772	2015	5980	0,434
				2016	6030	0,476
				2017	6950	0,500
				2018	6120	0,572
				2019	5700	0,676

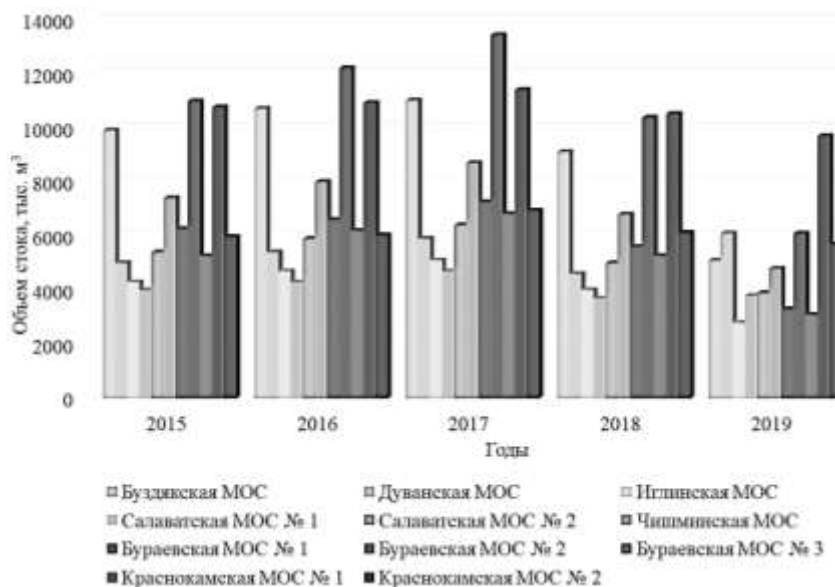


Рисунок 1 – Объем дренажного стока по ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз»

На рисунке 2 приведены фактические площади осушения по системам ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз» и возможные средние за 2015–2019 гг. расчетные площади увлажнения при оросительной норме 1800 м³/га. Анализ

полученных данных показал, что возможные расчетные площади увлажнения по каждой системе могут быть даже более в два-три раза их площади, а для увлажнения площадей системы объема дренажного стока достаточно в любой анализируемый год.

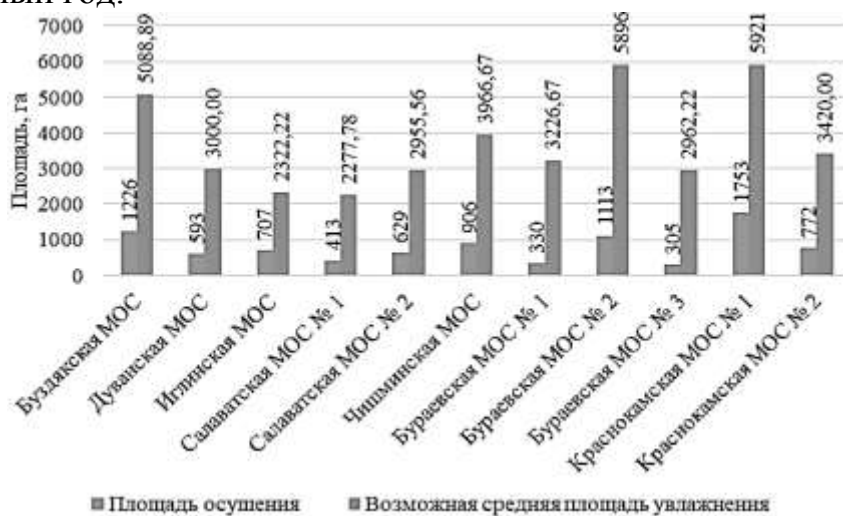


Рисунок 2 – Фактическая и возможная средняя расчетная площади увлажнения дренажным стоком по ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз»

В связи с этим избыточный объем дренажного стока может быть использован для увлажнения дополнительных площадей, либо для других целей, например, пожаротушения и рыборазведения.

При этом минерализация дренажного стока по приведенным системам находится в пределах от 0,21 до 1,42 г/л (рисунок 3).

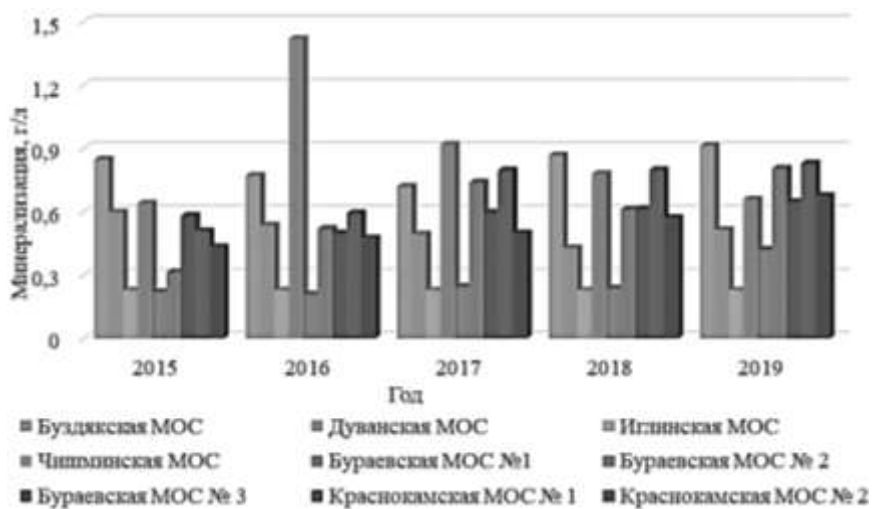


Рисунок 3 – Динамика изменения минерализации дренажного стока по осушительным системам ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз»

Согласно С. Я. Бездниной допустимая минерализация воды для тяжелых слабопроницаемых почв до 2,0 г/л и доходит до 5,0–6,0 г/л для легких песчаных и супесчаных хорошо дренируемых почв, что говорит о

возможности повторного использования дренажного стока для увлажнения осушенных территорий с созданием современных осушительно-увлажнительных систем для повышения эффективности использования водных ресурсов системы [4].

Важным моментом в решении одной задачи «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» может послужить использование излишек дренажного стока с осушительно-увлажнительных систем с созданием регулирующих емкостей в виде водохранилищ или прудов, применяемых для рыборазведения, с созданием необходимых комплексов гидротехнических сооружений.

Выводы. В результате исследований и анализа полученных данных по объемам дренажного стока выявлено, что на 100 % территорий, обслуживаемых осушительными системами республики Башкортостан, возможно проводить увлажнение дренажным стоком в полном объеме всех обслуживаемых площадей с аккумулярованием в регулирующих емкостях.

В связи с тем, что объем стока превышает объем воды необходимый для увлажнения осушенных площадей, имеется возможность дополнительного накопления дренажного стока в различных регулирующих емкостях (пруды-накопители, бассейны-накопители и др.) для его дальнейшего применения в целях пожаротушения в пожароопасных районах и рыборазведения.

Показатели минерализации дренажного стока находятся в пределах нормы и составляют 0,21–1,42 г/л, что говорит о возможности использования для орошения сельскохозяйственных культур на различных типах почв и рыборазведения.

Заключение. Проведенная оценка потенциала повторного использования водных ресурсов осушительных систем в Республике Башкортостан показала такую возможность с созданием современных осушительно-увлажнительных систем и комплекса гидротехнических сооружений для рыборазведения.

Библиографический список

1 Найденов, С.В. Обзор водооборотных систем на основе гидромелиоративного рециклинга / С.В. Найденов, Ю.Е. Домашенко, С.М. Васильев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2018. № 2(30). С. 95–111.

2 Кожанов, А.Л. К вопросу разработки энергоэффективных оросительных систем нового поколения / А.Л. Кожанов, О.В. Воеводин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. ФГБНУ «РосНИИПМ». Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. Вып. 3 (59). С. 62–65.

3 Кожанов, А.Л. Конструктивные схемы энергосберегающих осушительных систем двойного регулирования водного режима / А.Л. Кожанов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – ФГБНУ «РосНИИПМ». Новочеркасск: РосНИИПМ, 2019. Вып. № 1(73). С. 27–34.

4. Безднина, С.Я. Качество воды для орошения. Принципы и методы оценки / С.Я. Безднина // М.: РОМА, 1997. 186 с.

Д.В. Лодыга

РУП «РНТЦ по ценообразованию в строительстве»,
г. Минск, Республика Беларусь.

ЛЕГКОВОССТАНОВИМОЕ ДРЕНАЖНОЕ УСТЬЕВОЕ СООРУЖЕНИЕ (УДЛ). КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация: В статье изложены краткие сведения о конструкциях дренажных устьевых сооружений, применяемых в современной мелиоративной практике; представлена новая экспериментальная конструкция устьевого сооружения (УДЛ); выполнен расчет стоимости единицы устройства устьевого сооружения для различных диаметров и проведен технико-экономический анализ устройства устьевых сооружений различных типов и диаметров.

Ключевые слова: устьевое сооружение, коллекторно-дренажная сеть, устье дренажное легковосстановимое (УДЛ); умышленно ослабленный элемент.

D.V. Lodyha

RUE "RSTC for Pricing in Construction", Minsk, Republic of Belarus

EASY-RESTORABLE DRAINAGE WELLING STRUCTURE (UML). DESIGN AND FEASIBILITY JUSTIFICATION OF APPLICATION

Abstract: The article provides brief information about the designs of drainage wellhead structures used in modern reclamation practice; new experimental design of a new wellhead structure of the (EDW) is presented; the calculation of the unit cost of the wellhead structure for various diameters was carried out and the technical and economic analysis of the wellhead structure of various types and diameters was carried out.

Keywords: wellhead structure; collector and drainage network; easy-recoverable drainage wellhead (EDW); intentionally weakened element.

Введение. В практике мелиоративного строительства в качестве основных сооружений для сопряжения открытой проводящей сети (или водоприемника) с закрытой коллекторно-дренажной сетью применяются дренажные устьевые сооружения различных конструкций.

Из уровня техники известны следующие конструкции устьевые сооружения: дренажные устьевые сооружения из железобетонных лотков; дренажные устьевые сооружения из хризотилцементных труб; сборные полиэтиленовые устьевые сооружения, дренажные устьевые сооружения, содержащие устьевую коробку, сопряженную с дренажной линией водоприемным элементом; устья дренажных коллекторов, включающие присоединенную к коллектору устьевую трубу с устройством для сбора воды

в виде дополнительной трубы с водонепроницаемыми стенками и другие конструкции устьевых сооружений [1, 2, 3, 4].

Наиболее распространенными в современной практике мелиоративного строительства, реконструкции и ремонтов дренажных систем в Республике Беларусь являются устьевые сооружения выполненные из железобетонных лотков и хрезотилцементных труб, а также устьевые сооружения выполняемые из полимеров – сборные полиэтиленовые устьевые сооружения. Применяемые конструкции устьевых сооружений в большей или меньшей степени обеспечивают работоспособность коллекторно-дренажных систем, несмотря на широкий диапазон условий применения и эксплуатации дренажных устьев по территории республики.

Исходя из различных условий работы устьев различается и длительность нормальной работы устьевых сооружений. Причины повреждений и выхода из строя дренажных устьев можно разделить на 2 типа: *естественные* (связанные с погодными воздействиями и гидрологическими условиями в каналах, на откосах которых установлены устья (заиление канала, осадка откосов, соскальзывание по откосу элементов устьевого сооружения и др.)) и *техногенные* (которые обусловлены воздействиями на устья техники (при окашивании откосов, при подчистке каналов от заиления и др.)). Причем, если естественные причины, обычно ухудшают состояния устьев понемногу, в течение длительного времени и потому водный режим на осушенных площадях длительное время остается приемлемым, то при техногенном воздействии разрушение происходит практически мгновенно и что самое главное, зачастую повреждается и труба коллектора, ремонт которой требует значительных затрат.

Конструкция устьевого сооружения и методика технико-экономического обоснования применения устьевого сооружения УДЛ.

При проектировании различных сетей, систем и оборудования часто возникает задача минимизации повреждений от неизбежных в процессе эксплуатации разрушительных воздействий, конструктивно противостоять которым невозможно, либо экономически нецелесообразно. Устоявшимся в практике решением таких задач является включение в конструкцию элементов, которые обеспечивают работоспособность в требуемых диапазонах и разрушаются при уровнях воздействий уже превышающих рабочие величины нагрузок, но еще не опасных для основных элементов технических систем.

С учетом вышеизложенного подхода и длительного опыта наблюдений (более 10 лет) за динамикой состояния дренажных устьев различных конструкций в производственных условиях на всей территории Республики Беларусь была разработана и подтверждена патентом конструкция Легко восстанавливаемого дренажного устьевого сооружения типа УДЛ [5]. Кроме того, при разработке конструкции был сделан упор на максимальную технологичность и низкую стоимость в части изготовления, монтажа и ремонта сооружения.

Разработана следующая конструкция легковосстановимого дренажного устьевого сооружения (УДЛ) см. рисунок 1.

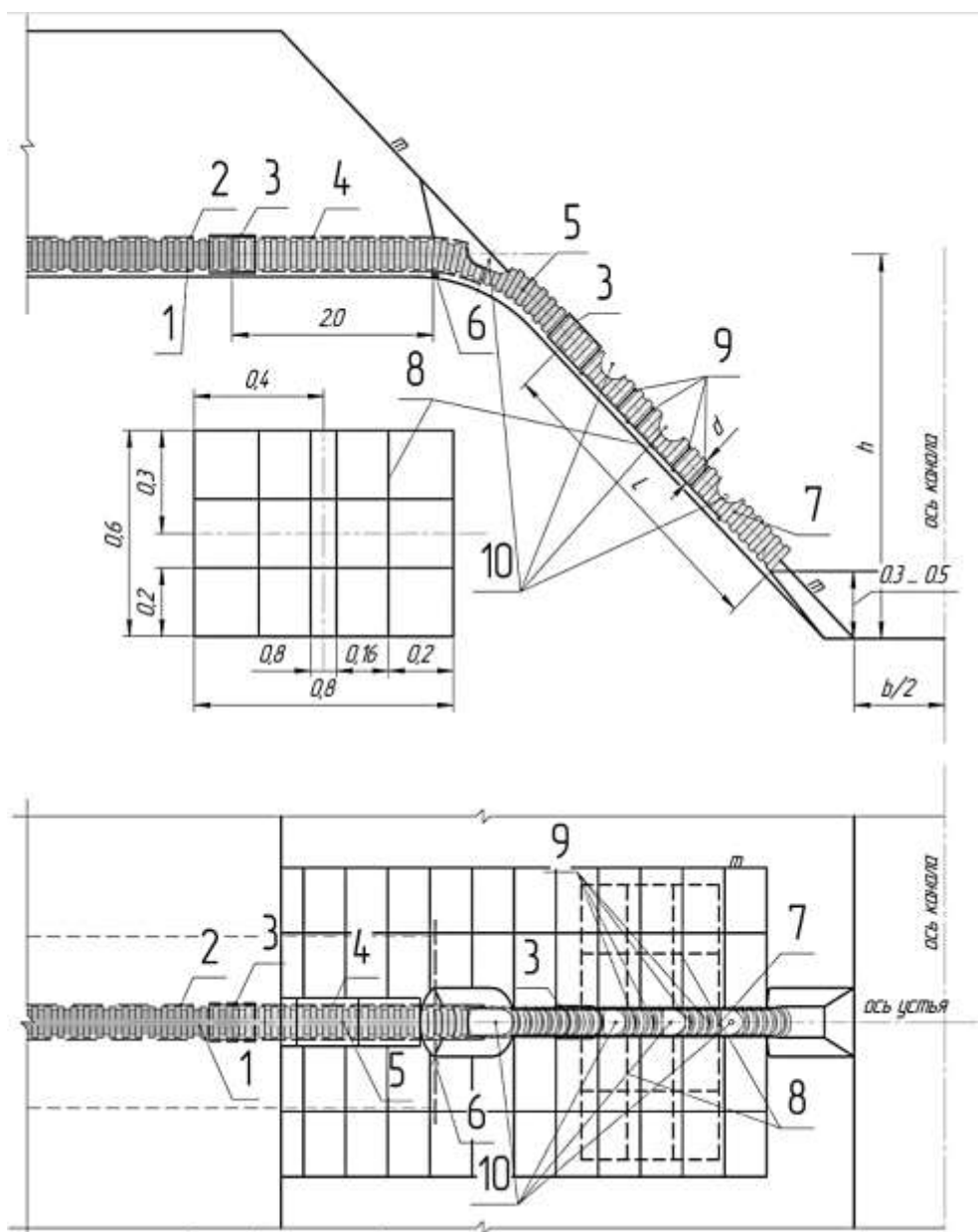


Рисунок 1 – Легковосстановимое дренажное устьевое сооружение (УДЛ):

1. Дренажный коллектор (полиэтиленовый, керамический и др.);
2. Защитно-фильтрующий материал;
3. Соединительная муфта из ПЭТ;
4. Полимерная плёнка;
5. Заготовка устьевого сооружения;
6. Ось изгиба заготовки;
7. Добор (доборный лоток);
8. "Фартук" крепления устья к откосу;
9. Хомут пластиковый;
10. Технические отверстия для целей эксплуатации сооружения.

Дренажное устье типа УДЛ предполагается выполнять из полиэтиленовых гофрированных дренажных труб того же диаметра что и коллектор или ближайшего большего (при сопряжении с существующими керамическими, бетонными или иными коллекторами, диаметры которых отсутствуют в современных сортаментах пластмассовых дренажных труб). В конструкцию УДЛ введен умышленно ослабленный элемент (3) – соединительная муфта из ПЭТ, в месте подключения устья к коллекторно-

дренажной сети [6]. Он позволит отключить коллекторно-дренажную сеть от устьевого сооружения при его разрушении в ходе проведения ремонтно-эксплуатационных работ или реконструкции открытой проводящей сети (без повреждения трубы коллектора), вместе с тем соединительная муфта (3) обеспечивает надежность соединения при штатной работе дренажа.

Для технико-экономического обоснования применения устьевого сооружения УДЛ был проведен сравнительный анализ показателей устройства единицы каждого вида дренажного устьевого сооружения с разбивкой по диаметрам. Для этих целей были определены: вес устья (с учетом диаметров сопрягаемых коллекторов); объем основных материальных ресурсов; объемы производства работ; затраты труда и проведен расчет стоимости устройства устьевого сооружения.

Результаты исследования и их обсуждение. Расчет стоимости единицы устьевого сооружения выполнялся в сопоставимых условиях с учетом различия по диаметрам сопрягаемых кол лекторов, при помощи программного комплекса «RSTC.smeta» версия 9.1 с базой текущих цен в Республике Беларусь по состоянию на 01 февраля 2020 года. Результаты расчета для удобства сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчеты технико-экономических показателей устройства устьевых сооружений.

Шифр устьевого сооружения		Вес сооруже-ния, кг	Общая стоимость устройства, руб.	Стоимость СМР, руб.	Расходы на материалы изделия и конструкции, руб.	Затраты труда рабочих / машинистов, чел.-ч.
УЛ-1x1.8-75	90	225,0	243	169	94	7,38/0,5
Х/ц устье d до 150 мм		35,80	142	88	44	5,86/0,1
УПС-1,0-90п		7,0	116	81	46	3,34/0,32
УДЛ-90		2,1	86	59	33	2,45/0,31
УЛ-1x1.8-75	110	225,0	243	169	94	7,38/0,5
Х/ц устье d до 150 мм		35,80	142	88	44	5,86/0,1
УПС-1,0-110п		7,5	123	87	55	3,50/0,32
УДЛ-110		3,0	91	64	38	2,45/0,31
УЛ-1x1.8-75	125	225,0	243	169	94	7,38/0,75
Х/ц устье d до 150 мм		35,80	142	88	44	5,86/0,1
УПС-1,0-125п		8,0	133	93	55	3,88/0,33
УДЛ-125		3,4	98	69	41	2,67/0,32
УЛ-1x1.8-75	160	225,0	243	169	94	7,38/0,75
Х/ц устье d до 200 мм		66,40	142	108	63	5,89/1,0
УПС-1,0-160п		8,5	141	99	60	4,05/0,34
УДЛ-160		6,6	124	95	67	2,67/0,32

Расчет стоимости устройства устьевого сооружения показал, что стоимость устройства железобетонного устьевого сооружения УЛ-1x1,8-75, как и ожидалось, оказалась наибольшей и для всех диаметров коллекторов составила 243 бел. руб. и общими затратами труда устройства 7,88 чел.-ч.

Далее по стоимости устройства идут хрезотилцементные устьевые сооружения со стоимостью 142 бел. руб. с общими затратами труда 5,96 чел.-ч. (диаметром до 150 мм) и 163 бел. руб. с общими затратами труда 5,99 чел.-ч. (диаметром от 150 до 200 мм). Затем по стоимости устройства идут устьевые сооружения типа УПС, которые составили от 116 до 141 бел. руб. в зависимости от диаметра сооружения с общими затратами труда от 3,66 до 4,39 чел.-ч. Приведенные данные относятся к первоначальному монтажу сооружений при строительстве дренажа. Очевидно, с некоторыми допущениями, можно предположить, что соотношение затрат на восстановление поврежденных устьевых сооружений будет, как минимум, идентичным приведенным данным.

Выводы. Сравнительный анализ технико-экономических показателей показывает, что наиболее предпочтительным для применения в мелиоративной практике является легковосстановимое устьевое сооружение типа УДЛ. Общая стоимость устройства устьевых сооружений ниже ближайших по показателю сооружений типа УПС на 26 % при диаметрах 90, 11 и 125 мм и на 12 % при устройстве сооружения на коллекторе диаметром 160 мм. Номинальный вес сооружений типа УДЛ ниже ближайших по показателю сооружений на величину от 22 до 70 % в зависимости от диаметра сопрягаемого коллектора. Затраты трудовых ресурсов на устройство единицы устьевского сооружения ниже ближайших по показателю сооружений типа УПС на 25 – 32 % в зависимости от диаметра. Затраты ресурсов на материалы, изделия и конструкции в зависимости от диаметра сопрягаемого сооружения, ниже на 28, 31 и 25 % к ближайшему типу сооружения. Однако при устройстве устьевского сооружения диаметром 160 мм тип устьевского сооружения УПС показал более низкую (на 10 %) материалоемкость чем ближайший тип УДЛ. Также УДЛ обеспечивает сохранность устьевой трубы при повреждениях устьевского сооружения, простоту и малозатратность восстановления работоспособности дренажных систем после подчистки каналов.

Заключение. На основании проведенных анализа и технико-экономических расчетов можно сделать вывод, что применение устьевского сооружения типа УДЛ наиболее экономически и технически оправдано, поскольку сооружение имеет: низки номинальный вес от 2,1 до 6,6 кг; наиболее низкую стоимость устройства единицы устьевского сооружения от 86 до 124 руб.; низкие затраты трудовых ресурсов 2,46 до 2,99 чел.-ч; низкая материалоемкость от 33 до 41 руб.; внедренный умышленно ослабленный элемент при соединении устьевского сооружения и коллекторно-дренажной сети, для предотвращения повреждения последней при выполнении ремонтно-эксплуатационных работ и реконструкции открытой проводящей сети (или водоприемника); простоту и дешевизну производства устьевского комплекта (сооружения).

Библиографический список

1. Дренажное устье УЛ-1-1.8-75. Вариант с устьевой трубой из лотков. / Техно-рабочий проект «Мелкие сооружения на мелиоративных системах» / Альбом I «Мелкие сооружения на осушительной сети. Пояснительная записка, чертежи», 1976 г. – С. 45-46.;
2. Дренажное устье полиэтиленовое сборное / Типовые проектные решения Б.820-01-2.05 / Альбом I «Пояснительная записка, чертежи» и Альбом II «Сметы»;
3. SU 1006595 A, 23.03.1983;
4. RU 2389848 C1, 29.12.2008;
5. BY 12542 U, 28.02.2021 (полезная модель);
6. BY 11117 U, 15.04.2016 (полезная модель).

УДК 631.674.5:504

А.В. Майер¹, Д.А. Магомедова²

¹ВФ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, г. Волгоград, Россия.

²ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ», г. Махачкала, Россия.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СИСТЕМЕ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА АГРОФИТОЦЕНОЗОВ

Аннотация. Условия роста и развития сельскохозяйственных культур в зонах засушливого климата обеспечиваются технологическими разработками и техническими средствами орошения, для поддержания оптимальных порогов влажности почвы и регулирования относительной влажности приземного слоя воздуха. В Техническом решении по усовершенствованию систем орошения, представлена технология комбинированного способа капельного орошения в сочетании с мелкодисперсным дождеванием. Капельное орошение способствует поддержанию почвенного порога влажности, мелкодисперсное дождевание проводится для регулирования микроклимата посева, когда температура окружающего воздуха начинает превышать 25° С. Такое сочетание малообъемных способов орошения несомненно окажет положительное влияние на физиологические процессы агрофитоценозов.

Ключевые слова: капельное орошение, мелкодисперсное дождевание, гидротермический режим, технологические схемы, технические средства,

A.V. Mayer¹, D.A. Magomedova²

¹VF FSBSI All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation A.N. Kostyakova, Volgograd, Russia.

²FSBEI HE "Dagestan GAU", Makhachkala, Russia.

NEW APPROACHES TO DROP IRRIGATION SYSTEM FOR REGULATING THE HYDROTHERMAL REGIME OF AGROPHYTOCENOSES

Abstract. The conditions for the growth and development of crops in arid climate zones are provided by technological developments and technical means of irrigation to maintain optimal soil moisture thresholds and regulate the relative humidity of the surface air layer. In the Technical solution for improving irrigation systems, the technology of the combined method of drip irrigation in combination with fine sprinkling is presented. Drip irrigation helps to maintain the soil moisture threshold, fine sprinkling is carried out to regulate the microclimate of sowing when the ambient temperature begins to exceed 25 ° C. Such a combination of low-volume irrigation methods will undoubtedly have a positive effect on the physiological processes of agrophytocoenoses.

Key words: drip irrigation, fine sprinkling, hydrothermal regime, technological schemes, technical means

Введение. Задача рационального использования водных ресурсов, в условиях засушливых регионов Российской Федерации состоит в экономном расходовании поливной воды. В связи, с чем необходимо при орошении, применение локальных, малообъемных способов полива. Такими способами являются капельное орошения (К.О), внутрпочвенное, и струйчатое орошение [1,7]. Малообъемные способы полива эффективно проводить в сочетании с мелкодисперсным дождеванием (МДД), обеспечивая оптимальную влажность почвы с регулированием температуры и влажности воздуха [2,4]. У подавляющего большинства сельскохозяйственных культур отмечается депрессия фотосинтеза, угнетение ростовых процессов. Падение тургора намечается уже при температуре воздуха выше 25⁰С и относительной влажности менее 50%, а такие условия часто характерны для засушливых районов России, особенно в дневные часы суток. во время активной вегетации растений. В качестве одного из вариантов оросительной системы, предназначенной для снижения температуры и повышения влажности воздуха, нами предложена система комбинированного орошения (КО+МДД), позволяющая улучшить микроклиматические показатели в зоне развития растений, способствующая, тем самым, повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Комбинированная система (КО+МДД) предназначена для орошения овощных, кормовых, плодовых, и даже злаковых культур, ягодников, а так же цветников и газонов.

Материалы и методы. Для проведения исследований нами разработан и смонтирован комплект оборудования системы капельного орошения израильской фирмы «Нетафим», при содействии НПК «Русское поле» [3,5,7]. Порог поливной влажности на легких супесчаных почвах не должен быть ниже 65...70%, на тяжёлых почвах 80...85% НВ. Основные параметры расчета режима орошения являются: поливные и оросительные нормы, суммарное водопотребление, продолжительность межполивного периода по времени, число поливов. Использован опыт ранее накопленного материала сотрудниками Волгоградского филиала ВНИИГиМ и Дагестанского ГАУ.

Результаты исследований. Основные функционально-конструктивные модули системы комбинированного орошения представлены комплексом водозабора и подачи воды на фильтрацию, элементами водоподготовки и приготовления питательного раствора, системой транспортирования и распределения воды и питательного раствора на орошаемом участке, системой контроля и автоматизацией управления поливом [6,8]. Все элементы системы комбинированного орошения гидравлически соединены между собой (рис.1).

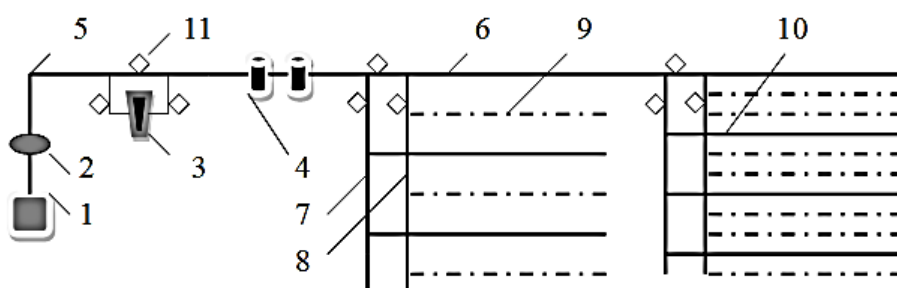


Рисунок 1 - Условная схема системы комбинированного орошения двух поливных модулей

1- Водозабор; 2- насосная станция; 3- система подготовки питательной смеси; 4- фильтровальная станция; 5-водонапорный трубопровод; 6- транспортирующий трубопровод; 7- распределительный трубопровод для К.О.+ МДД; 8- распределительный трубопровод для К.О.; 9 - поливные трубопроводы для К.О.; 10- поливные трубопроводы для К.О.+ МДД; 11- запорная арматура с автоконтролерами

Принцип работы системы комбинированного орошения: подача воды в систему осуществляется из водозабора 1, и подается насосной станцией 2 посредством водонапорного трубопровода 5 к фильтровальной станции 4, очищенная вода транспортируется по транспортирующему трубопроводу 6 в распределительные трубопроводы 7- 8, из распределительных трубопроводов вода поступает в поливные трубопроводы 9-10, предназначенные для капельного полива и для комбинированного орошения. Подкормка растений происходит посредством насоса дозатора 3. МДД осуществляется при повышении давления до 0,15...0,20 МПа в распределительном трубопроводе 7 и поливном трубопроводе 10 предназначенных для К.О.+ МДД, при повышенном давлении в работу вступают распылительные насадки мелкодисперсного дождевания. Расход капельниц в капельных трубопроводах остается неизменным за счет, компенсированных капельниц.

Схема посадки зависит от выбранной культуры. Предлагаем рассмотреть схему посадки семян и расстановки стоек для МДД на двух поливных модулях при посадке сахарной кукурузы (рис.2).

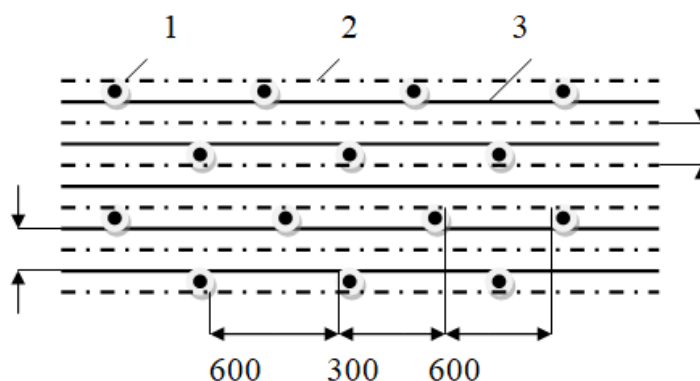


Рисунок 2 - Схема расстановки установок для МДД

1 - стойки для МДД; 2 – капельные трубопроводы;

3 – комбинированные трубопроводы К.О. + МДД

Установки для комбинированного орошения установлены по длине комбинированного поливного трубопровода, на расстоянии друг от друга 6 метров, в шахматном порядке. Расстояние между всеми поливными трубопроводами в пределах 70 см. Схема высева семян кукурузы предусматривает двухстрочный высев, по обе стороны поливного трубопровода. Расстояние высева семян от поливного трубопровода, как показано на рисунке 3 составляет 15см по обе стороны и через 30см вдоль трубопровода.

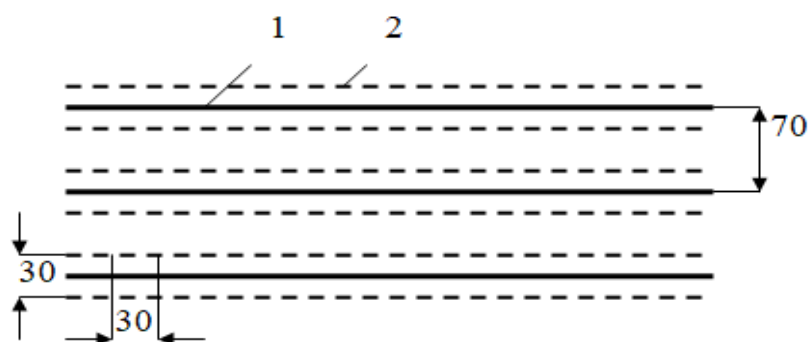


Рисунок 3 - Схема высева семян сахарной кукурузы

1-Капельный трубопровод; 2-семена кукурузы

Представленная система комбинированного орошения представлена двумя модулями. В первом модуле рассматривается расстановка установок для МДД по схеме 6 X 6 метров, через каждые 1,4 м в шахматном порядке, с двухстрочным высевом семян кукурузы. На втором модуле предлагаемой системы орошения предусматривается отличительное решение расстановки стоек, к примеру, по схеме 3 X 4 метра, также в шахматном порядке, с самостоятельным выбором возделываемой культуры и схемой высева семян.

Расстановка установок для МДД (рис.4) монтируется на телескопической штанге, непосредственно вдоль комбинированного поливного трубопровода. Распылительные насадки гидравлически сопряжены со стенкой комбинированного трубопровода, посредством гибкой трубки, наружный

диаметр которой равен 4мм. При поднятии давления в распределительном трубопроводе предназначенном для К.О.+ МДД, поднимается давление в поливном комбинированном трубопроводе К.О.+МДД и в работу вступают распылительные насадки МДД.

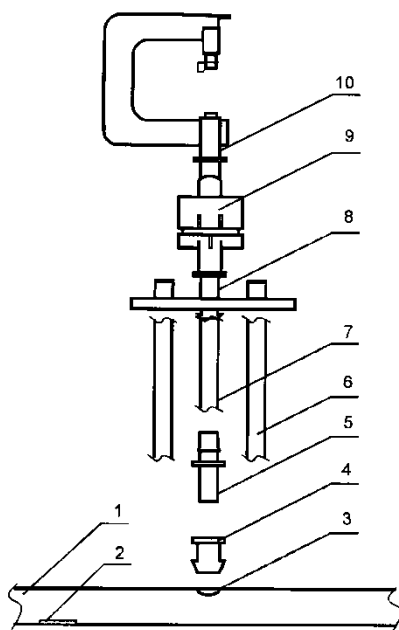


Рисунок 4 – Установка для осуществления МДД в системе капельного орошения

1 - капельный трубопровод; 2 – капельница; 3 - входное отверстие; 4 - входной адаптер; 5 - крепежный адаптер; 6 – стойка; 7 – гибкая микротрубка; 8 - корпус крепления; 9 - редукционный клапан; 10 – распылитель;

Как показала практика, применение системы комбинированного орошения имеет ряд достоинств, основными из которых являются:

- средний расход воды за период вегетации значительно ниже в сравнении с другими способами поливов (до 45%);
- возможность использования комбинированной системы для борьбы с заморозками, болезнями и вредителями растений, а так же для внесения вместе с поливной водой удобрений и ростовых веществ, для обработки возделываемых культур;
- поддержание влажности в активном слое почвы на протяжении всего вегетационного периода на оптимальном уровне (75-80% НВ), что способствует повышению интенсивности микробиологических процессов в почве;
- регулирование гидротермического режима посева;
- конструкция трубопроводной сети позволяет осуществлять подвод воды к поливному комплексу с любой точки орошаемого участка,

Результаты исследований и гидравлических испытаний (табл. 1) показали высокую работоспособность предлагаемой поливной системы комбинированного орошения.

Таблица 1 - Техничко-эксплуатационные показатели системы комбинированного орошения (1 га)

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Величина
1	Насосный агрегат - подача - напор	шт. л/с МПа	1 8...10 0,4...0,6
2	Режим работы - полуавтоматический	-	-
3	Фильтр очистки	шт.	1
4	Насос дозатор	шт.	1
5	Магистральный трубопровод -рабочий напор	Ø мм МПа	50...60 0,01
6	Распределительный трубопровод К.О - рабочий напор	Ø мм МПа	40...50 0,15...0,25
7	Распределительный трубопровод аэрозольного увлажнения - рабочий напор	Ø мм МПа	40...50 0,02
8	Капельная линия - рабочий напор - расход капельницы	Ø мм МПа л/ч	16...20 0,1...0,4 1...2
9	Комбинированный трубопровод КО+МДД - рабочий напор	Ø мм МПа	16...20 0,15...0,20
10	Расход распылительной насадки МДД - начало линии - середина линии - конец линии	л/ч	45,1 39,9 38,3
11	Полиэтиленовая трубка	Ø мм	7
12	Стойки МДД -высота стойки -диаметр распыления -расстояние между стойками	шт./га мм Ø мм мм	760...890 1000...2000 3000...3500 4000-6000
13	Монтажные адаптеры	шт/га	273...547
14	Запорная арматура	шт.	комплектуется в зависимости от площади и рельефа участка

В таблице представлены основные технико-эксплуатационные показатели системы комбинированного орошения и ее составляющих.

Выводы. Совмещение способов комбинированного регулирования влажности почвы и мелкодисперсного дождевания растений, способствует повышению показателей фотосинтеза, активизирует все процессы роста и развития агрофитоценозов, за счет регулирования микроклимата, что положительно сказывается на продуктивности возделываемой культуры.

Данное направление перспективно для разработок новых технологий при комбинированных способах орошения. Приведенные, вышеизложенные, материалы показывают, что при использовании разработанной системы комбинированного орошения при незначительных дополнительных затратах возможно проводить ряд необходимых технологических операций, в результате которых решаются задачи направленные на снижение уязвимости производства сельскохозяйственных культур.

Заключение. При применении системы комбинированного орошения появляется возможность регулирования фитоклимата посева, полностью осуществляется поддержание запланированного предполивного порога влажности почвы, и увлажнение площади листового покрова растений, что способствует уменьшению в листьях дефицита влаги, осуществляется внос корневых подкормок, распыления химических и ростовых веществ, что в конечном результате сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур. При применении стационарной системы орошения, которая базируется на пластмассовых или полипропиленовых трубопроводах позволит в дальнейшем разрабатывать технологические дополнительные функции для управления физиологических процессов агрофитоценозов.

Библиографический список

1. Бородычев, В.В. Опыт мелкодисперсного дождевания сельскохозяйственных культур / В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров // - Новая техника и технология для предгорных районов аридной зоны». - Сб. науч. пр. ВНИИГиМ. – М. – 1983. – С. 56-58.
2. Бородычев, В.В. Водный режим и питание баклажан при капельном орошении. // В.В. Бородычев, Е.А. Лукьяненко / Картофель и овощи.- 2007.- № 6.- С. 17-18.
3. Дементьев, А.В. Технология возделывания и полива томатов на системах капельного орошения / А.В. Дементьев // Матю V регион. конф. молодю исслед. Волгоградской области (21-24 ноября 2000 г.) // ВГСХА, Волгоград. – 2001. – С. 102 – 104.
4. Кизяев, Б.М. Система капельного орошения / Б.М. Кизяев, А.М. Салдаев, А.В. Майер и др/ Патент Российской Федерации № 2322047. С1. МПК А01G 25/02 (2006.01) // Изобретения. Полезные модели. – 2008. - № 11.
5. Колганов, А.В. Система подготовки воды при капельном орошении / А.В. Колганов, В.В. Бородычев, А.М. Салдаев, А.В. Дементьев // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – Сб. науч. тр. ФГНУ «РосНИИПМ», вып. 34. Москва. – 2002. – С. 73-79.
6. Курбанов, С.А. Исследование системы капельного орошения и мелкодисперсного дождевания / С.А. Курбанов, А.В. Майер // Проблемы развития АПК региона. - № 3. 2012 - С. 5-9.
7. Майер, А.В. Регулирование микроклимата в системе капельного орошения. / Майер А.В., Захаров Ю.И., А.А. Криволицкий // Ж. Вопросы мелиорации. - № 1-2. – 2010. – с. 77- 84.
8. Овчинников, А.С. Ресурсосберегающая технология капельного орошения сладкого перца / А.С. Овчинников, О.В. Данилко, М.М. Гавра // Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии и техника в орошаемом земледелии. – Сб. науч. докладов междунар. науч.-практ. конф. (1-4 декабря 2003г.). - ФГНУ ВНИИ «Радуга», Коломна.– 2003. – С. 89-90.

М.К. Онаев, С.Е. Денизбаев, Г.С. Ожанов

Некоммерческое акционерное общество «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», город Уральск, Республика Казахстан

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ПОДСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛИМАНОВ

Аннотация. В современных условиях ежегодно более 70 % инженерных лиманов не затапливаются или затапливаются с нарушением технологических режимов. Значительные перерывы в затоплении практически приводят к вырождению растительного покрова, ухудшению качественных показателей естественного травостоя, к изменениям эколого-мелиоративного состояния участков, деградации естественного травостоя лиманов, проявляется изреженность и смена биологической формации.

Ключевые слова: лиманное орошение, урожайность, минеральные удобрения, подсев.

M.K. Ongayev, S.E. Denizbayev, G.S. Ozhanov

Non-profit joint-stock company "West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan", Uralsk, Republic of Kazakhstan

INFLUENCE OF FERTILIZERS AND OVERSEEDING ON THE PRODUCTIVITY OF ESTUARIES

Abstract. In modern conditions, more than 70% of engineering estuaries are not flooded annually or are flooded in violation of technological regimes. Significant interruptions in flooding practically lead to the degeneration of the vegetation cover, a deterioration in the quality indicators of the natural grass stand, to changes in the ecological and reclamation state of the sites, the degradation of the natural grass stand of estuaries, thinning and a change in the biological formation are manifested.

Keywords: estuary irrigation, yield, mineral fertilizers, overseeding.

Несмотря на определенные недостатки, лиманное орошение было и остается самым доступным, дешевым и весьма эффективным способом орошения, позволяющим создать кормовую базу для животноводства в периодически засушливых районах, а также в зоне неустойчивого увлажнения [1]. В тоже время, нарушения технологического режима и перерывы в затоплении приводят к вырождению ценных видов растений на них, снижению продуктивности естественного травостоя. Антропогенный фактор рассматривается как один из основных причин снижения продуктивности и ухудшения эколого-мелиоративного состояния лиманных

участков [2, 3]. Ученые предполагают, что восстановление водообеспеченности лиманов должно привести к появлению на них большого количества ценных растений [4, 5].

В рамках грантового проекта Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2015-2017 гг. (номер госрегистрации №0115РК01760) проведены исследования по восстановлению продуктивности естественного травостоя лиманов с деградированной растительностью, обусловленной продолжительными перерывами в затоплении.

Сбор и обработка гербарного материала, описание растений и анализ флоры проводились общепринятыми геоботаническими методами. Для исследования влияния минеральных удобрений на продуктивность естественного травостоя лиманных участков были заложены опыты путем систематического расположения делянок по соответствующим схемам: 1. Контроль (без удобрений); 2. $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{40}P_{40}K_{40}$; 4. $N_{50}P_{50}K_{50}$. Размер делянок 30 м^2 . Повторность вариантов четырехкратная. Удобрения вносились в виде корневой подкормки. Сроки внесения удобрения – поздней весной в период после затопления и схода воды с опытного участка. В качестве удобрения была использована азофоска (N – 16%, P – 16%, K – 16%). Анализ биохимического состава травостоев и питательности сена производили по следующим нормативным документам: нитраты – ионометрическим методом, 17-95; влажность – ГОСТ 13496, 3-92; сырой протеин – ГОСТ 13496, 4-93; сырая клетчатка – ГОСТ 13496, 2-91; сырой жир – ГОСТ 13496, 18-85, сырая зола – ГОСТ 26226-95.

Особенностью естественного травостоя лиманов является наличие в одном растительном сообществе многих биологических групп. На лиманных участках произрастают пырей ползучий, бекмания обыкновенная, лисохвост, бескильница и другие разновидности трав. На участках, где систематически нарушается режим их использования, средняя урожайность сена злаковых сообществ составляет в пределах 11,7...24,8 ц/га, снижаясь во многих хозяйствах до 6...8 ц/га. Многолетнее отсутствие заливов приводит к замене высокоурожайного травостоя малоурожайным ксерофитным разнотравьем.

Состав растительности на исследуемых трансектах различен, что является следствием различных режимов затопления (таблица 1). Так, например, на клетках 22 и 23 произрастает малоценная в кормовом отношении сорная растительность, в частности марь.

Во всех затопленных клетках наблюдается тенденция увеличения доли злаковых трав в общем травостое клеток. Это связано с улучшением условий произрастания ценных злаковых трав. В клетках 22 и 23 доля злаковых трав в 2017 году высокая, но это в основном низкорослые ломкие высушенные на корню растения. В затопленных клетках наблюдается тенденция увеличения доли злаковых трав в общем травостое клеток с 46,2-90,8% в 2016 году до 80,9-99,1% в 2017 году. Это связано с улучшением условий произрастания ценных злаковых трав при затоплении.

Таблица 1 – Средняя высота и плотность стеблестоя растений естественного травостоя на лимане

Периодичность затопления клеток	Клетки	Высота, см		Количество стеблей, шт/м ²		Доля трав в общем травостое, %	
		Злаковые травы	Разнотравье	Злаковые травы	Разнотравье	Злаки	Разнотравье
Перерыв более 13 лет	22	29/35	49/24	234/97	126/9	65,0/85,8	35,0/7,9
	23	15/45	45/-	236/51	160/-	57,9/80,9	42,1/-
Перерыв 10 лет	7	75/40	45/36	452/74	52/2	89,6/97,3	10,4/2,7
	11	70/65	46/55	452/123	516/1	46,2/99,1	53,8/0,9
	32	73/72	50/57	418/68	167/16	71,4/80,9	28,6/19,1
Перерыв 8 лет и 2015 г.	14	91/65	41/43	355/58	74/8	82,3/87,9	17,7/12,1
Перерыв 6 лет	31	75/51	50/32	697/70	62/5	90,8/93,3	9,0/6,7

Примечание: Первый показатель – данные 2016 года, второй – 2017 года.

Наименьшая урожайность зеленой массы и сена получена на клетках с продолжительными перерывами в затоплении (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность естественного травостоя на лимане, ц/га

Показатели	Клетки лимана 49							
	7	11	14	22	23	31	32	
Урожайность зеленой массы, ц/га	$\frac{107}{42,2}$	$\frac{102}{55}$	$\frac{85,3}{40,2}$	$\frac{72}{9,8}$	$\frac{72}{9,5}$	$\frac{94,1}{41,5}$	$\frac{78,2}{55,6}$	
Урожайность сена, ц/га	$\frac{49}{21,5}$	$\frac{53}{35}$	$\frac{44,5}{21,3}$	$\frac{34,5}{5,2}$	$\frac{42}{6,3}$	$\frac{47,2}{21,7}$	$\frac{44,5}{35,2}$	

Примечание: Числитель – урожайность 2016 года, знаменатель – урожай 2017 года.

Так урожайность незатапливаемых клеток 22 и 23 составили 34,5 и 42 ц/га, из них масса малоценных разновидностей составили соответственно 10,2 и 15,2 ц/га.

В 2017 году самая наименьшая урожайность зеленой массы и сена получена на клетках с продолжительными перерывами в затоплении. Так урожайность зеленой массы незатапливаемых клеток 22 и 23 составили 9,8 и 9,5 ц/га, сена соответственно – 5,2 и 6,3 ц/га.

В незатапливаемой части многих клеток высока доля полыни, пастбищного растения. В затапливаемой части клетки 17 высока доля менее ценного в кормовом отношении клубнекамышья. Во всех клетках показатели урожайности 2017 года существенно ниже показателей 2016 года.

Существенную роль в накоплении вегетативной массы растений сыграло малое значение суммы положительных температур воздуха необходимые для благоприятного роста и развития естественного травостоя лиманов. В то же

время показатели урожайности многих клеток остаются на хорошем уровне для наших условий.

В 2016 году урожайность зеленой массы в затапливаемых клетках (78,2-107 ц/га) превосходила урожайность с незатапливаемых клеток (72 ц/га) на 6,2-35 ц/га. Урожайность сена в затапливаемых клетках (44,5-53 ц/га) превышала урожайность с незатапливаемых клеток (34,5-42 ц/га) на 2,2-11 ц/га. В 2017 году наименьшая урожайность зеленой массы отмечена в незатапливаемых 22 и 23 клетках 9,8 и 9,5 ц/га, что на 30,4-45,8 ц/га меньше по сравнению с урожайностью затапливаемых клеток. Наименьшая урожайность сена также получена в незатапливаемых 22 и 23 клетках 5,2 и 6,3 ц/га, что на 15-28,9 ц/га меньше по сравнению с урожайностью затапливаемых клеток.

Важным фактором интенсификации лугового кормопроизводства является систематическое применение удобрений, полное удовлетворение растений элементами минерального питания.

Изучение влияния минеральных удобрений на продуктивность естественного травостоя лиманов показали, что на минеральные удобрения лучше всего реагировали злаковые группы и, прежде всего, пырей ползучий.

В 2015-2017 годах наибольшую высоту злаковых трав (99-110 см) обеспечивала доза минерального удобрения $N_{50}P_{50}K_{50}$. Этот вариант опыта превосходил контроль по годам в среднем на 6-24 см или на 6,4-27,9 %. Доза $N_{40}P_{40}K_{40}$ дала высоту по годам в среднем на 3-20 см больше в сравнении с контролем.

Стеблестой злаков в сравнении с контрольным на варианте опыта $N_{30}P_{30}K_{30}$ увеличился по годам в среднем на 86-88 штук, на варианте $N_{40}P_{40}K_{40}$ – на 94 растения и на варианте $N_{50}P_{50}K_{50}$ – на 118-160 растения. По стеблестой злаков по всем вариантам опыта наблюдается увеличение количества стеблей на m^2 по сравнению с 2015 годом.

Подкормка минеральными удобрениями оказала влияние на величину формируемого урожая. С увеличением доз минеральных удобрений повышалась и урожайность сена. Так уже в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ прибавка урожайности составила 4,4-10,2 ц, $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 6,4-9,4 ц, $N_{50}P_{50}K_{50}$ – 4,2-15,8 ц на гектар.

Минеральные удобрения значительно влияют на содержание в растениях питательных веществ, необходимых для полноценного кормления сельскохозяйственных животных. Анализы показали, что содержание сырого протеина была выше во всех вариантах опыта с удобрениями по сравнению с контролем. Наибольшее значение 7,44-11,44% получено в вариантах $N_{40}P_{40}K_{40}$ и $N_{30}P_{30}K_{30}$. По кормовым единицам все испытываемые дозы были выше контроля.

Таким образом, применение корневых подкормок различными дозами минерального удобрения в виде азофоски с содержанием действующего вещества NPK по 16% в условиях оптимальных режимов увлажнения почв, оказало положительное влияние на рост и развитие лиманных лугов с естественной растительностью.

Для восстановления деградированных участков наряду с регулированием режима затопления и внесением удобрений, необходимо проводить меры коренного или поверхностного ухода, направленные на повышение урожайности наиболее полезной растительности.

В осенний период 2015-2017 годов производился подсев трав, с минимизацией обработки почв в целях сохранения коренного травостоя. Для подсева использовались следующие травы: люцерна (*Medicago*), кострец безостый (*Bromopsis inermis* L.), житняк (*Agropyron*), пырей (*Elytrigia*) – 20 кг/га. Сорты семян: пырей – сорт Ставропольский - 1; кострец безостый - сорт Акмолинский 91; житняк – сорт Краснокутский узкоколосый 305.

Подсев осени 2015 года не дал ожидаемого результата в вегетационный период 2016 года, но показал наибольшую результативность в 2017 году. Это объясняется тем, что у многих многолетних трав побег остается в укороченном состоянии в течение всего вегетационного периода первого года и только на следующий год (или даже через 2-3 года) начинает вытягиваться вверх. Продуктивность естественных трав приведена в табл. 3.

Для повышения продуктивности лиманов путем подсева трав рекомендуем применять следующую технологию, позволяющую минимизировать воздействие на пахотный слой и соответственно минимальные расходы на воспроизводство продукции.

Для подсева ценных трав уничтожают растения, произрастающие на подсеваемом участке интенсивным (дочерна) дискованием дисковым луцильником ЛДГ-10 на глубину 5-7 см. Обрабатывать дисковыми орудиями в несколько следов рекомендуется участки, затопливаемые на сравнительно небольшой срок на расстоянии составляющей примерно 1/3 радиуса затопления от края клеток. Количество проходов агрегата зависит от степени уплотнения почвы и ее задернованности и может колебаться от 4 до 6. Большинство многолетних трав – мелкосемянные культуры, не выдерживающие глубокой заделки, поэтому их заделывают на глубину 2-3 см. Непосредственно перед посевом проводят 4-кратное боронование поля. На солонцах лучше применять бороны с ножевидными зубьями – они лучше разбивают комки, не иссушая почвы. За боронами следом идут кольчатые катки (во избежание глубокой заделки семян) и сеялки – разрыв в проведении этих работ не должен превышать нескольких часов. Травы высевают специальными зернотравяными сеялками, такими как СЗТ-3,6, СЗТ-47, СЗТН-19, СЗТН-32. Для подтягивания влаги к семенам, уменьшения продувания почвы и заделки семян обязательно проводится прикатывание кольчатыми катками ЗККШ-6А вслед за посевом, к которым привязаны вязанки хвороста.

Таблица 3 – Продуктивность улучшенного травостоя

Вариант	Сбор с 1 га по годам, ц				Содержание в 1 корм.ед. переваримого протеина по годам, г	
	абсолютно сухой массы		кормовых единиц		Первый год (2016)	Второй год (2017)
	Первый год (2016)	Второй год (2017)	Первый год (2016)	Второй год (2017)		
Контроль (без подсева)	11,2	12,4	3,3	3,7	23	23
Подсев люцерны	29,0	65,5	16,2	36,6	268	293
Подсев костреца безостого	21,2	22,8	12,7	13,7	79	81
Подсев житняка	29,2	31,4	14,5	15,6	88	90
Подсев пырея бескорневищного	25,6	27,3	15,1	16,1	54	59
Подсев люцерны+костреца безостого	24,3	37,3	15,5	23,8	134	136
Подсев донника желтого	17,5	93,2	7,7	41,4	224	267

Библиографический список

- 1 Туктаров, Б.И. Ресурс-, водосбережение на орошаемых землях Саратовской области / Б.И. Туктаров, В.А. Нагорный. – Саратов: ООО «Орион», 2005. – 351 с.
- 2 Туктаров, Б.И. Водосбережение на орошаемых землях Саратовской области / Б.И. Туктаров, В.А. Нагорный, П.В. Тарасенко. – Саратов: ООО «Орион», 2012. – 388 с.
- 3 Кучеров, В.С. Лиманному орошению лугов – научный подход / В.С. Кучеров, К.М. Ахмеденов, Р.Ж. Кожагалиева // Земельные ресурсы Казахстана. – Алматы, 2012. - №1. – С. 25-30.
- 4 Воронин, Н.Г. Повышение продуктивности лиманов Поволжья / Н.Г. Воронин, Б.И. Туктаров. – Саратов: Изд-во СГАУ, 1990. – 128 с.
- 5 Фетисов, И.М. Состояние и пути восстановления продуктивности естественных сенокосов на лиманах Западного Казахстана / И.М. Фетисов, Б.С. Альжанова // Вестник с.-н. науки Казахстана. - 1997. – №3. – С. 66-75.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК: 556.1(574.1)

Б. Ж. Есмагулова¹, А. Ю. Асетова², Б. М. Мусаева³

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана^{1,2,3}, г. Уральск, РК

ФИТОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЕСЧАНЫХ МАССИВОВ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация. В статье представлены результаты фитоэкологической оценки деградированных пастбищ Западно-Казахстанской области, проведенной методом дешифрирования космических снимков и полевых исследований. Исследование и картографирование песчаных массивов проводилось на основе анализа космических снимков и путем заложения ландшафтно-экологических профилей. Составленные ландшафтно-экологические карты и профили дают организовывать на деградированных пастбищах пастбищеоборот, а также может быть использована природоохранными и крестьянскими хозяйствами по восстановлению и сохранению пастбищных угодий.

Ключевые слова: песчаный массив, космический снимок, дешифрирование, пастбища, ландшафтно-экологический профиль.

B. Zh. Yesmagulova¹, A. Yu. Asetova², B. M. Musaeva³

Non-profit joint-stock company "West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan", Uralsk, Republic of Kazakhstan

PHYTOECOLOGICAL CONDITIONS OF SAND MASSIFS OF THE WEST KAZAKHSTAN REGION USING GEOINFORMATION TECHNOLOGIES

Abstract. The article presents research on sand massifs were aimed at establishing decoding features of landscape components and various stages of degradation of pasture ecosystems. Landscape and ecological profiles were laid on the sand massifs. This is one of the main methods of field research and methods of recording the results of ground-based expedition research in mapping and phytocological assessment of pasture lands. The article presents the results of the phytocological assessment of degraded pastures of the West Kazakhstan region, carried out by the method of decoding satellite images and field studies. The study and mapping of sand massifs was carried out on the basis of the analysis of satellite images and by laying landscape-ecological profiles. The compiled landscape-

ecological maps and profiles make it possible to organize pasture turnover on degraded pastures, and can also be used by nature protection and peasant farms to restore and preserve pasture lands.

Keywords: sand mass, satellite image, decoding, pastures, landscape-ecological profile.

Введение. Западно-Казахстанский область (ЗКО) из всех регионов республики является наиболее освоенной под сельскохозяйственное производство, а именно под пастбище.

ЗКО представляет собой огромный регион площадью 151,2 тыс.км², большая часть земель которого используется под пастбища, из них 20,8 тыс.км² принадлежат к Жангалинскому району.

Жангалинский район расположен в южной части области и в основном используется под выпас мелкого и крупного рогатого скота [1]. Песчаные массивы “Бажбан” и “Кырган” расположен в данном районе ЗКО, в 3-4 км к югу от поселка Саралжин. Они представляют собой пологоволнистую равнину с древними и современными очагами дефляции концентрической формы. Сведения о данных песчаных массивах значительно пополнились в конце XX века в связи с проведением здесь исследовательских работ академиком К.Н. Куликом [2]. Концентрическую форму очагов дефляции для северо-восточной части Волго-Уральских песков К.Н. Кулик объяснял равнодействием дефляционно-опасных ветров в этом регионе.

За последнее 30 лет на этой территории возник целый ряд экологических проблем, среди которых наибольшее значение приобрела деградация земель. Во многих районах области возникли обстоятельства экологического бедствия: в некоторых поселках песком заносятся дороги, животноводческие стоянки, жилые дома. Растительность пастбищ с каждым годом становится все более скудной, снижается её видовое разнообразие и продуктивность. В связи с этим в регионе возникла необходимость создать мероприятия по восстановлению и сохранению естественного травостоя деградированных пастбищ. Путем решения выше сказанных проблем является создание пастбищеоборотов.

Материалы и методы. Исследования на песчаных массивах были направлены на установление дешифровочных признаков компонентов ландшафтов и различных стадий деградации пастбищных экосистем. На песчаных массивах закладывались ландшафтно-экологические профили. Это один из основных методов полевых исследований и способов фиксации результатов наземных экспедиционных исследований при картографировании и фитоэкологической оценке пастбищных земель [2, 3, 4]. Комплексный профиль представляет собой выраженную в вертикальной и горизонтальной плоскостях пространственную взаимосвязь всех компонентов ландшафта, их территориальное размещение и характеристики. В зависимости от сложности ландшафта закладывается один или несколько профилей. Линии профилей предварительно намечаются на космических снимках, затем уточняются на местности [3].

Размеры профилей зависят от масштаба и тематики картографирования. Важно, чтобы профиль характеризовал каждый природный комплекс в его наиболее типичном проявлении [5, 3].

Профиль представляет собой прямую линию, поворот которой не должен превышать более 15°. По космическому снимку намечаются точки комплексных наблюдений и границы контуров. Все характерные формы микро- и мезорельефа, границы почвенных и геоботанических контуров отмечаются точками и ареалами на космическом снимке.

В процессе обследования на ландшафтно-экологических профилях выделяют геоботанические контуры [6, 3]. Основанием для выделения контура является однородность:

- экологических условий (рельеф, почва, увлажнение);
- состава растительности с учетом доминирующих видов растений.

Геоботанические контуры делятся на однородные и комплексные. Однородный контур относится к одному типу, комплексный контур объединяет несколько типов. Описание растительности проводится на площадке размером 100 м².

На геоботанических площадках выполняются следующие виды работ [7]:

- краткое описание растительности с указанием доминирующей растительности, а также видов, имеющих хозяйственное значение;
- определение общего проективного покрытия с помощью геоботанической сеточки;
- укосы травостоя для определения продуктивности пастбищ.

По ходу заложения ландшафтно-экологического профиля на отдельных точках определяются доминирующие ассоциации, а также количество доминантных и субдоминантных видов, общее проективное покрытие, продуктивность в сухой массе и степень деградации растительного покрова.

Количественное соотношение видов характеризовалось по шкале Друде, которая имеет шесть градаций: Soc. – растения растут сплошь, смыкаясь своими надземными частями; Cop.3 – растения встречаются в очень большом количестве; Cop.2 – растения встречаются в большом количестве; Cop.1 – растения встречаются в немалом количестве; Sp. – вид обилен, но сплошного покрова не образует; Sol. – вид растет рассеянно; Un. – вид встречается единичными экземплярами [7].

Результаты и обсуждение. Исследовательская работа была проведена в июне 2018 года. В ходе исследовательской работы была составлена ландшафтно-экологическая карта песчаных массивов, который по степени зарастания травянистых растительности делили на незаросшие, слабо- и среднезаросшие участки песков (рис. 1).

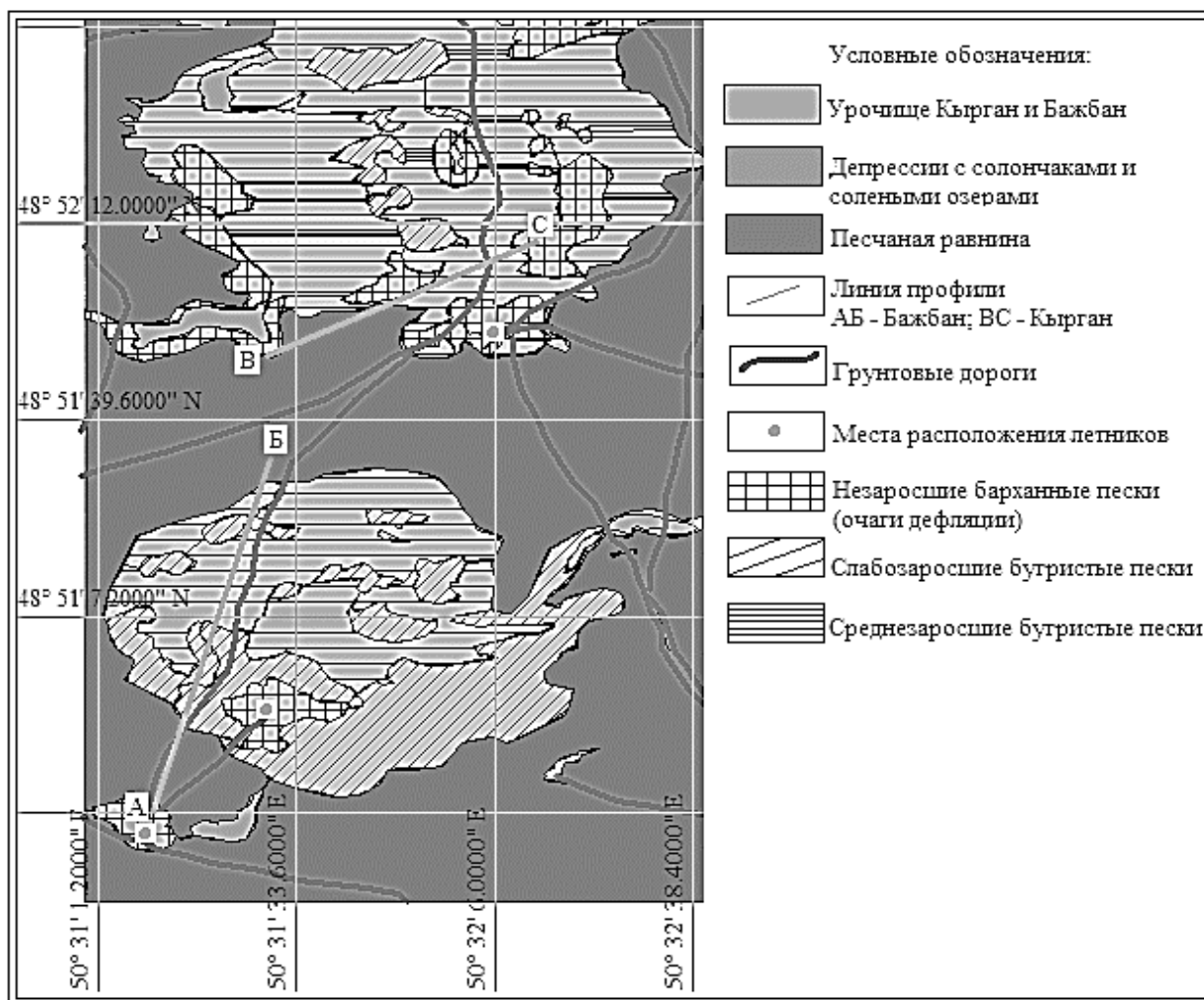


Рисунок 1 - Ландшафтно-экологическая карта песчаных массивов «Бажбан» и «Кырган» (Масштаб 1:100 000)

Ландшафтно-экологический профиль АБ заложен на южной окраине урочища Бажбан, имеет протяженность 1,8 км.

Профиль начинается с нежилого летника, с координатами 48°50'34"с.ш.; 50°31'10,5" в.д. В 220 м от начала профиля начинается центр открытого песчаного массива, где ГВ вскрываются на глубине 2,2 м. Житняково-белополынное сообщество в 1,5 км от начала профиля меняется на полынно-верблюжье колючковое сообщество, проективное покрытие достигает 50%. Единично встречаются астрагал, анизанта, бурачок, житняк, лебеда, кахрис, эбелек, цмин. В межбугровых понижениях обильно встречаются овес песчаный. В начале профиля были заложены укосная площадка и почвенный разрез. Сухая масса на укосной площадке составляет 13,5 ц/га.

Почвенный разрез ключевого участка «Бажбан».

Координаты разреза: 48°50'34"с.ш.; 50°31'10,5" в.д.

Рельеф: равнинный.

Травостой: полынь белая, житняк, осока.

Почва - светло-каштановая неполноразвитая супесчаная.

Морфологическое описание:

Горизонт А – 0-3 см – цвет светло-каштановый, супесь, сухая, рыхлая, граница перехода к гор. С – относительно ровная, пронизан корнями растений, содержание гумуса 0,27%.

Горизонт С – от 5 см и глубже, песок связанный, до 35 см пронизан корнями растений, содержание гумуса – 0,20%.

Следующий профиль ВС начинается в урочище Кырган в точке с координатами 48°50'49,5"с.ш.; 50°31'28" в.д. (рис. 4). Геоботаническое описание профиля представлено в таблице 2.

На ключевом участке по всему профилю наблюдается белопольное сообщество. Единично встречаются анизанта, мятлик, молочай, осока, эбелек. В начале профиля встречаются пятна сарсазана. На южной окраине песчаного массива посадка тамарикса. Песчаная равнина закреплена травянистой растительностью с проективным покрытием до 50%. Минимальные значения проективного покрытия наблюдаются возле летников и колодцев, глубина залегания сильноминерализованных грунтовых вод достигает 3,75 м.

По результатам наших исследований проективное покрытие песчаной равнины составляет в среднем 25-50%.

Таким образом, вопросы правильного использования пастбищ имеют исключительно важное значение. Согласно исследованиям многих авторов как И. В. Ларин, Н. Г. Харченко, при правильном использовании пастбищных земель улучшается кормовая база и повышается продуктивность. Поэтому, для того чтобы поддержать пастбища в хорошем естественном состоянии на песчаных массивах «Бажбан» и «Кырган» на основе указаний [6, 8] мы рекомендуем 438,0 га отвести под создание пастбищеоборота с чередованием весеннего сезона с зимним и летнего с осенним (таблица 1).

Таблица 1 - Рекомендуемый пастбищеоборот на песчаных массивах «Кырган» и «Бажбан»

Годы использования	Пастбищные участки			
	1	2	3	4
Первый	Весна	Зима	Лето	Осень
Второй	Весна	Зима	Лето	Осень
1	2	3	4	5
Третий	Зима	Весна	Осень	Лето
1	2	3	4	5
Четвертый	Зима	Весна	Осень	Лето

Наиболее удобная система пастбищ в организационно-хозяйственном отношении, это когда одна часть пастбищ используется весной и зимой, а другая часть летом и осенью и пастбищеоборот каждые 2–3 года должен меняться. По этой системе кошары строятся только на весенних и зимних пастбищах, так как эти сооружения дорогостоящие. Весной кошары

используются при проведении окота, а в зимний период - для укрытия скота от холода. В летний период нет необходимости в капитальных постройках, а осенью нужны только недорогие сооружения легкого типа, для осеменения скота. Такая система работы пастбищеоборота поможет сохранить естественный травостой, повысить продуктивность, а также предотвратит деградацию пастбищных земель. При таком использовании пастбищ возрастает количество поедаемой травы и отмечается ее лучшее отрастание, благодаря чему продуктивность угодий повышается на 15-20% и больше [9].

Заключение. На основе космических снимков и полевых исследований составлена ландшафтно-экологическая карта и заложены профили песчаных массивов. В результате исследований на деградированных пастбищах можно организовывать пастбищеоборот, для восстановления экологического баланса. В целом предлагаемая технология весьма перспективна для повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий.

Библиографический список

1. Гаель, А.Г. Пески и песчаные почвы [Текст]/ А.Г. Гаель, Л.Ф. Смирнова. – М.: ГЕОС, 1999. – 252 с.
2. Кулик, К. Н. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов [Текст] / К. Н. Кулик. - Волгоград: «ВНИАЛМИ», 2004. – 248 с.
3. Методические указания по ландшафтно-экологическому профилированию при агrolесомелиоративном картографировании / К. Н. Кулик, Е. С. Павловский, А. С. Рулев, В. Г. Юферев, К. Б. Бакурова, З. П. Дорохина, А. А. Тубалов, А. В. Кошелев, О. Ю. Березовикова, А. Н. Дзугаев. -Москва – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. – 42 с.
4. Рулев, А. С. Ландшафтно-географический подход в агrolесомелиорации [Текст] / А. С. Рулев. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. – 160 с.
5. Методические рекомендации по фитомелиорации [Текст] / К. Н. Кулик, А. С. Манаенков, В. П. Воронина, А. В. Вдовенко. – Волгоград, 2013. – 73с.
6. Инструктивные указания по лесомелиорации аридных пастбищ [Текст] / В. И. Петров, К. Н. Кулик, Н.С. Зюзь, А. С. Манаенков, Ю. М. Жданов, В. М. Кретинин, В. Г. Конаев, В. Н. Тарасюк, Н. Ф. Кулик, А. А. Вакулин. - Москва, 1987. – 48 с.
7. Общесоюзная инструкция по проведению геоботанического обследования природных кормовых угодий и составлению крупномасштабных геоботанических карт [Текст]. – М.: Колос, 1984. – 105 с.
8. Юнусбаев, У. Б. Оптимизация нагрузки на естественные степные пастбища. Методическое пособие [Текст] / У. Б. Юнусбаев. – Саратов: Научная книга, 2001. – 48 с.
9. Дурдосов, С. Д. Фитомелиоративная реконструкция и адаптивное освоение Черных земель [Текст] / С. Д. Дурдосов, М. С. Зулаев, К. Н. Кулик, В. И. Петров, В. Е. Хегай. - Волгоград – Элиста, 2001. – 322 с.

Насиев Б.Н.

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, 090000, Республика Казахстан, Уральск, Жангир хана, 51

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛИМАНОВ ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЫ

Аннотация. В результате исследований получены данные, позволяющие оценить состояние почвенного покрова исследованных земель лиманного орошения, показать степени их деградации, обусловленные влиянием климатических и антропогенных факторов.

Ключевые слова: лиманы, почва, агрохимические показатели, физические свойства почв

Nasiyev B.N.

West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan, 090000, Republic of Kazakhstan, Uralsk, Zhangir Khan, 51

STUDY OF THE PROCESSES OF DEGRADATION OF THE SOIL COVER OF ESTUARIES IN THE SEMIDESERT ZONE

Abstract: As a result of the research, data were obtained that allow us to assess the state of the soil cover of the studied estuarine irrigation lands, to show the degree of their degradation due to the influence of climatic and anthropogenic factors.

Keywords: estuaries, soil, agrochemical parameters, physical properties of soils

В настоящее время продуктивность орошаемых земель, в том числе земель лиманного орошения низкая, на которых урожайность сена не превышает 1,0 т/га. В тоже время, безубыточность производства сена на инженерных лиманах с механической подачей воды для затопления составляет лишь при урожайности сена выше 2,5 т/га [1, 2, 3, 4].

Для эффективного использования актуальность имеет исследования по установлению степени и факторов деградации земель лиманного орошения.

Целью исследований является выявления лиманов, подверженных деградации и установления факторов, способствующих их деградации в полупустынной зоне Западно-Казахстанской области.

Объектами исследований являются территории лиманов Западно-Казахстанской области.

При организации научных исследований применены агрофизические, агрохимические методы анализов, натурные, экспедиционные и геоботанические обследования. Для более точного выявления

подверженности почвенного покрова лиманов процессам деградации в полевых условиях на обследуемой территории отобраны образцы почв для определения засоления почв, обеспеченности элементами питания и основных физико-химических свойств. Анализы почвенных образцов проводили по общепринятым методикам.

Степени деградации почвенного покрова лиманов определены на основании утвержденных экологических критериев оценки земель [5].

В ходе изучения процессов деградации почвенного покрова Жангалинском районе полупустынной зоны, на лимане Бесоба была заложена 1 площадка.

По данным агрохимического анализа установлена, что почва лимана светло-каштановая легко-суглинистая.

В результате полевых почвенных изысканий заложен разрез № 2 глубиной до 1,5 метров с отбором почвенных образцов в горизонте А+В₁ мощностью 41,7см. Площадки имеют инструментальную привязку к пунктам государственной геодезической сети, абрис, акты отбора.

Содержание и состав гумусовых веществ почвы зависит от ряда факторов: химического состава биомассы отмерших растительных остатков, наличия многочисленных популяций разнообразных организмов, составляющих почвенную биоту, биоклиматических условий, свойств и состава почвообразующей породы.

Содержание гумуса в горизонте А мощностью 24,2 см составило 1,45 %, в горизонте В₁ при мощности 17,5 см - 0,85 %. Если сравнивать содержание гумуса с разрезом № 1 (контрольным, который был заложен на целине), то содержание гумуса в них незначительно уступает как в пахотном слое так и в горизонте В₁. В пахотном слое падение содержания гумуса, в процентах от базовой в пределах 0,05-0,15%. Мощность генетических горизонтов в одинаковых пределах. Проведенные расчеты показали, что в разрезе 2 лимана Бесоба уменьшение запасов гумуса для слоя А+В₁ по сравнению с контролем на уровне 9,97 %.

Содержание валового азота в разрезе лимана Бесоба составило 0,14%, при 0,15% на контроле. В почве лимана содержание валового фосфора на уровне 0,13%.

Данные анализа водной вытяжки показывают, что в разрезе 2 содержание водно-растворимых солей составило 0,055%, при этом наблюдается уменьшения содержания водорастворимых солей по отношению к контролю 0,04 %. Химизм засоления – хлоридно-сульфатный.

Содержание обменного натрия в разрезе 1 лимана Бесоба было на уровне 0,55 % или 2,49 % от емкости катионного обмена, т.е. наблюдается незначительное увеличение содержания обменного натрия.

Удельный вес обменного кальция в процентах от суммы катионного обмена в горизонте А свыше 59,23%; обменного магния от суммы катионного обмена – 38,3%.

Величина емкости поглощения изменяется в зависимости от общего содержания мелкодисперсной коллоидной фракции (менее 0,001мм),

количества и состава органического вещества, минералогического состава минеральных коллоидных частиц и реакции почвенного раствора.

Состав поглощенных катионов ППК оказывает большое влияние на физические и химические свойства почвы. Благодаря преобладанию в ППК катионов Ca^{2+} , меньшей мере Mg^{2+} происходит коагуляция почвенных коллоидов и образование водопрочных агрегатов, создание хорошей структуры почвы, аккумуляция и стабилизация высокомолекулярных азотсодержащих органических соединений в профиле почвы в форме гуматов кальция, гуматов магния.

По механическому составу данные почвы являются легко-суглинистыми, содержание частиц $<0,01$ мм, 26,1%. Гранулометрический состав, по природе менее всего подвержена резким изменениям. Пористость почвы лимана Бесоба при 52,12 % на контроле была 50,15%. Структурность почвы составила 35 % напротив к контролю 33 %.

Сравнивая данные обследования и результаты исследований можно сделать следующие выводы. Согласно критериям оценки, почва разреза № 2 лимана Бесоба Жангалинского района не деградирована.

Уменьшения запасов гумуса для слоя $A+B_1$ по сравнению с контролем на уровне 9,97 %.

Содержание водно-растворимых солей 0,055%, увеличение содержания обменного натрия в сумме катионных оснований составило 2,49 %.

В Казталовском районе полупустынной зоны на светло-каштановой солончаковой среднemosной среднесуглинистой почве также было заложено 2 площадки по одному разрезу глубиной до 1,5 метров с отбором почвенных образцов в горизонте $A+B_1$.

Почва участка № 1 заложенный на целине (контроль) имеет следующие агрохимические и агрофизические показатели: почва светло-каштановая, слабо-солонцовая, легко-суглинистая.

Мощность горизонта А составляет 25 см содержание гумуса 1,82 %, мощность горизонта B_1 – 15 см, содержание гумуса – 1,56 %.

Содержание валового азота, валового фосфора составляет соответственно 0,15 и 0,14 %. Можно считать, что такая степень обеспеченности фосфором считается средней. Такое содержание фосфора в этой почве вызвано особенностями почвенного покрова.

Почва недеградированного участка в составе имеет 3,7 мг/100г гидролизуемого азота и 2,30 мг/100г подвижного фосфора.

Содержание в почве поглощенного кальция и магния при сумме обменных оснований 21,05 мг/экв./100 г на уровне 11,1 и 9,54 мг.экв./100 г соответственно.

Фракции механического состава $< 0,01$ мм при объемном весе 1,15 г/см³, при пористости 54,40 % составляет 33,7 %.

В ходе изучения почвенного покрова проведено сравнение разреза № 2 с контрольным участком № 1.

Как показывают результаты химического анализа почвенных образцов, в Казталовском районе разрез №2 лимана Мамайской системы имеет 1 слабую степень деградации.

Уменьшение запасов гумуса в профиле A+B₁ в указанном разрезе по сравнению с контрольным участком №1 составило 18,58 %. В разрезе № 2 при мощности 24,6 см в слое А содержание гумуса было 1,60 %. В слое В₁ при мощности 12 см установлено 1,20 % гумуса.

В почвах данного лимана отмечено увеличение содержания обменного натрия от суммы катионного обмена на 5,64 %, т.е. почва засолена в слабой степени. Сумма обменных оснований в почвенном образце лимана Мамайской системы 21,66 мг•экв/100г почвы. Содержание обменного натрия в разрезе – 1,22 мг•экв/100г.

Механический состав данных разрезов легко-суглинистый. Объемный вес почвы лимана 1,2 г/см³. Фракции механического состава < 0,01 мм в пределах 27,1 %.

Пористость почвы лимана Мамайской системы при структурности 33% составила 56,13%.

Библиографический список

1. Кружилин И. П. Лиманное орошение состояние, проблемы и решения / И. П. Кружилин. - Волгоград. - 2000. – 148 с.
2. Туктаров Б. И. Мелиорация естественных лиманов Заволжья / Б. И. Туктаров, В. П. Ермилов С. Н. Косолапов. – Саратов: Саратов. гос. агр. ун-т им.Н.И.Вавилова, - 2002. – С. 124-126.
3. Туктаров Б. И. Лиманное орошение. - Саратов: Изд-во СГАУ, 2005. – 251 с.
4. Айдаров И. П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. - М.: Агропромиздат, 2005. - 304 с.
5. Республика Казахстан. Постановления. Об утверждении экологических критериев оценки земель, № 581: [принят. Правительством 7 июля 2007.] – Астана, 2007.

А.С. Фалькович¹, Н.А. Пронько²

¹ Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия; ² Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ ПОСЛЕ ПРЕКРАЩЕНИЯ ОРОШЕНИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Аннотация: Изучены почвенно-мелиоративные процессы, происходившие в бросовых землях, образовавшихся при выведении из сельскохозяйственного использования длительно орошавшихся темно-каштановых почв Саратовского Заволжья, перешедших в категорию мелиоративно неблагоприятных. Установлено, что за двадцать лет в них постепенно происходил процесс перераспределения солей из верхнего полуметрового слоя во второй полуметр, приведший к рассолению пахотного горизонта зональной почвы, если на фоне слабой дренированности и естественной влагообеспеченности уровень грунтовых вод снижался настолько, что исключало их участие в водном режиме зоны аэрации. При очень слабой дренированности, препятствовавшей снижению уровня грунтовых вод, процесс засоления прогрессировал.

Ключевые слова: подъем грунтовых вод, вторичное засоление, темно-каштановая почва, бросовые земли.

A.S. Falkovich¹, N.A. Pron'ko²

¹ Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov, Russia

² Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

SOIL RECLAMATION PROCESSES IN THE DARK CHESTNUT SOILS OF THE SARATOV ZAVOLZHYE AFTER THE TERMINATION OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL USE

Abstract: The paper presents the studies of soil-reclamation processes that occurred in the waste lands formed during the withdrawal from agricultural use of dark chestnut soils of the Saratov Zavolzhye (Trans-Volga region), which became poor and abandoned after the long-time irrigation. It was found that over twenty years, the process of salt redistribution from the upper half-meter layer to the second half-meter gradually occurred in this soils, what led to the desalination of the arable horizon of the zonal soil. This process occurs when the groundwater level decreased so much that it excluded their participation in the water regime of the aeration zone despite of weak natural drainage and moisture supply. With the very poor drainage, which prevented the reduction of the groundwater level, the salinization process, on the contrary, progressed.

Key words: rising of the ground water level, secondary salinization, dark chestnut soil, waste land.

Введение. Ирригация в Нижнем Поволжье, увеличив приходную часть водного баланса, вызвала развитие многих деградиционных процессов, среди которых особо негативными были подъем уровня грунтовых вод и вызываемое им вторичное засоление. За четверть века орошения грунтовые воды поднялись до критической глубины в Саратовской области на площади 14,0, Волгоградской 7,9, Астраханской 6,5 тыс. гектар, а площадь засоленных земель составила соответственно 13,9; 37,5; 30,7 тыс. гектар. В результате этих процессов земли стали непригодными для земледелия, и в конце прошлого века значительная часть деградированных поливных земель была списана из сельскохозяйственного оборота. Последующий характер происходящих в них почвенно-мелиоративных процессов не был изучен. Поэтому целью наших исследований было установление возможности само мелиорации таких бросовых из-за засоления земель на основе изучения происходящих в них почвенно-мелиоративных процессов.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований были бросовые вследствие засоления земли на территории 1 очередь Энгельсской оросительной системы, введенной в эксплуатацию в 1965 году.

Полевые эксперименты и обследования проводились согласно принятым методикам. Мелиоративное состояние оценивалось с помощью «Методического руководства по методам контроля и критериям оценки мелиоративного состояния орошаемых земель Поволжья» (1991).

Результаты исследований. Водно-солевой режим в бросовых землях изучали на четырех участках (4, 5, 6 и 7), характеризующихся на момент выведения их из орошения и сельхозоборота различной степенью деградации из-за подъема грунтовых вод и засоления и расположенных в разных эколого-мелиоративных условиях.

На участке № 4 в процессе 16 лет орошения гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые грунтовые воды с минерализацией 1 г/л поднялись и в 1982 г. находились на глубине 0,8-1,0 м. По данным 1991 г. на момент прекращения орошения и вывода участка из категории пахотных распределение ионов солей по почвенному профилю было очень неравномерным (табл. 1, рис. 1).

Общее направление процесса солепереноса на данном участке определялось понижением уровня грунтовых вод вследствие прекращения орошения на фоне слабой дренированности с глубины 0,8-1,0 до 2,0-2,5 м. Они перестали участвовать в водопотреблении растений. Следствием стало перераспределение солей по профилю почвы, в результате чего произошло рассоление пахотного слоя, в котором отмечено значительное уменьшение содержания токсичных солей, а наибольшая концентрация ионов переместилась в слой 50-75 см.

Таблица 1 – Изменение состояния засоления почвы участков № 4, 5, 6

Слой почвы, см	Участок № 4				Участок № 5				Участок № 6			
	Токсичные соли, %		Тип (преобладающие ионы) и степень* засоления		Токсичные соли, %		Тип (преобладающие ионы) и степень* засоления		Токсичные соли, %		Тип (преобладающие ионы) и степень* засоления	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
0-30	0,314	0,029	сульфатное	HCO_3^- и SO_4^{2-}	0,587	0,290	гидрокарбонатно-сульфатное	гидрокарбонатно-сульфатное	0,126	0,027	хлоридное	HCO_3^- и SO_4^{2-}
			средне-засоленные	незасоленные			сильно-засоленные	слабо-засоленные			средне-засоленные	незасоленные
30-50	0,167	0,220	содово-сульфатное	хлоридно-сульфатное	0,424	0,232	гидрокарбонатно-сульфатное	гидрокарбонатно-сульфатное	0,090	0,037	хлоридное	SO_4^{2-} и HCO_3^-
			слабо-засоленные	слабо-засоленные			средне-засоленные	слабо-засоленные			слабо-засоленные	незасоленные
50-75	0,187	0,493	гидрокарбонатно-сульфатное	хлоридно-сульфатное	0,113	0,166	SO_4^{2-} и HCO_3^-	гидрокарбонатно-сульфатное	0,038	0,049	Cl^- и SO_4^{2-}	SO_4^{2-} и HCO_3^-
			слабо-засоленные	средне-засоленные			незасоленные	слабо-засоленные			незасоленные	незасоленные
75-100	0,547	0,440	сульфатное	сульфатно-хлоридное	0,129	0,097	SO_4^{2-} и HCO_3^-	HCO_3^- и SO_4^{2-}	0,027	0,071	SO_4^{2-} и Cl^-	SO_4^{2-} и HCO_3^-
			средне-засоленные	сильно-засоленные			незасоленные	незасоленные			незасоленные	незасоленные
0-50	0,253	0,105	сульфатное	хлоридно-сульфатное	0,522	0,267	гидрокарбонатно-сульфатное	гидрокарбонатно-сульфатное	0,111	0,031	хлоридное	SO_4^{2-} и HCO_3^-
			слабо-засоленные	слабо-засоленные			сильно-засоленные	слабо-засоленные			средне-засоленные	незасоленные
0-100	0,325	0,285	сульфатное	хлоридно-сульфатное	0,321	0,197	гидрокарбонатно-сульфатное	гидрокарбонатно-сульфатное	0,072	0,045	хлоридное	SO_4^{2-} и HCO_3^-
			средне-засоленные	средне-засоленные			средне-засоленные	слабо-засоленные			слабо-засоленные	незасоленные

а – данные в год прекращения орошения, б – данные через 21 год после вывода земель из категории пахотных

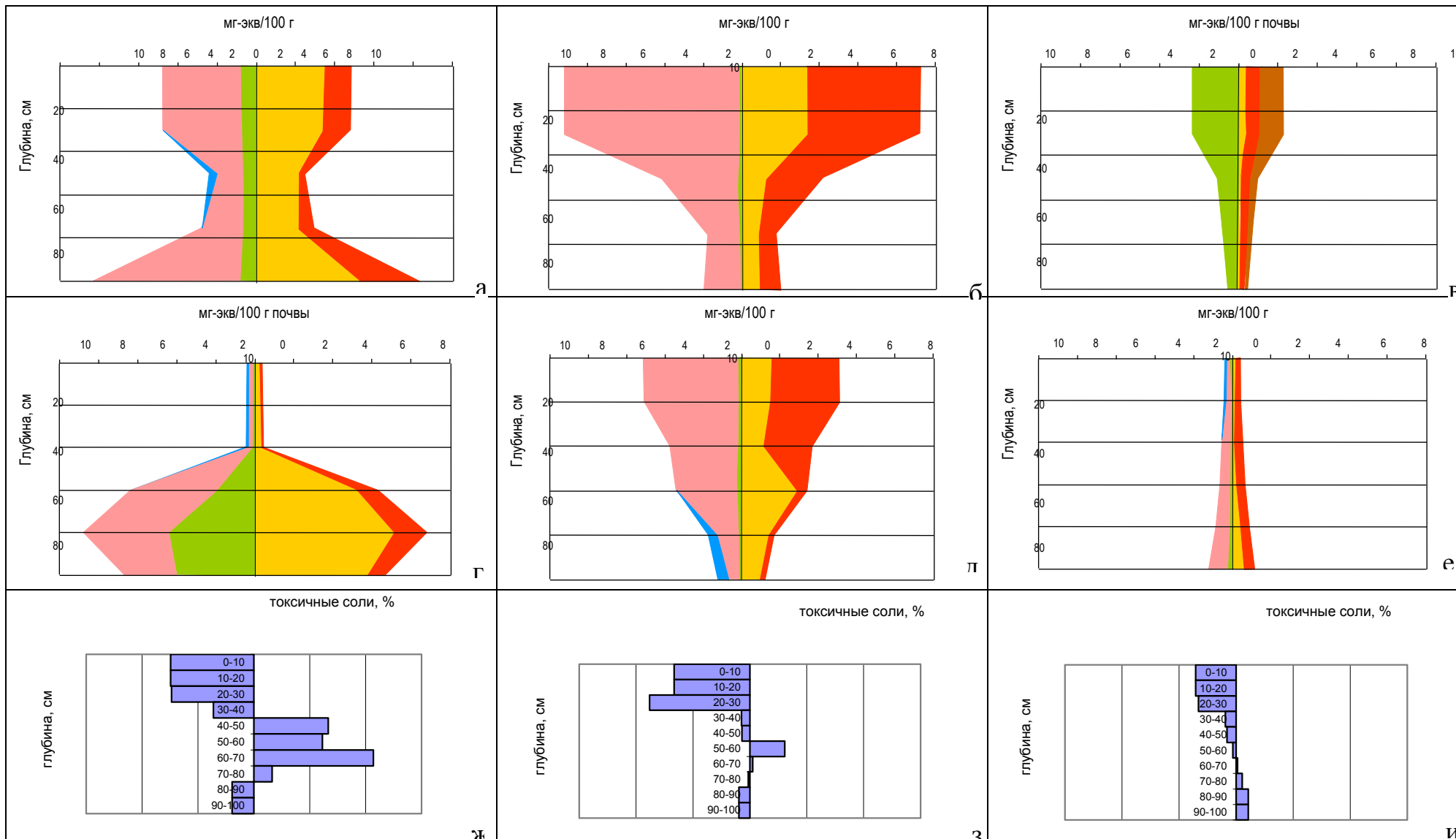


Рисунок 1 - Эпюры распределения ионов токсичных солей по почвенному профилю участков №4 (а, г, ж), №5 (б, д, з) и №6 (в, е, и)

На рисунке 1 представлены эпюры распределения ионов токсичных солей по почвенному профилю участков №4 (а, г, ж), №5 (б, д, з) и №6 (в, е, и): а, б, в - в год прекращения орошения; г, д, е - через 21 год после вывода земель из категории пахотных; ж, з, и - изменение их содержания за рассматриваемый период в результате прекращения орошения и вывода из категории пахотных.

Аналогичная направленность процесса солепереноса наблюдалась на участках №5 и 6. Их дренированность позволила при уменьшении приходной части водного баланса вследствие прекращения орошения грунтовыми водам опуститься ниже 2 м.

На участке №5 в процессе 16-летнего орошения сульфатно-натриевые грунтовые воды с минерализацией 3-5 г/л поднялись и в 1982 году находились на глубине 1,1-1,2 м. По данным 1986 г. на момент прекращения орошения и вывода участка из категории пахотных наибольшая концентрация ионов солей приходилась на слой почвы 0-30 см, где наблюдалось сильное засоление. Сумма солей составляла 0,991%, токсичных 0,587%. В целом по метровому слою в почвах наблюдалось среднее засоление гидрокарбонатно-сульфатного типа. За рассматриваемый период времени (с 1991 г. по 2005 г.) почвы пахотного 0-30 см горизонта и подпахотного 30-50 см потеряли значительное количество токсичных солей и перешли соответственно из сильно- и средnezасоленных в слабозасоленные. В слое 50-75 см отмечено увеличение содержания токсичных солей.

На участке № 6 за 19 лет с 1986 по 2005 гг. наметилась тенденция к уменьшению содержания солей, в том числе и токсичных в верхнем полуметре почвы.

Совсем иным была направленность процесса солепереноса на участке № 7 в понижении к балке Сухая Саратовка. В результате орошения сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевые грунтовые воды с минерализацией 1 г/л на нем поднялись и в 1982 г. находились на глубине 0,7 м. По данным 1984 г. почвы участка на момент прекращения орошения и вывода земель из категории пахотных в верхнем полуметре были незасоленными. Содержание токсичных солей в нем составляла 0,358% (табл. 2). За 21 год (1984-2005гг.) после прекращения орошения и выведения земель из категории пахотных на участке из-за отсутствия отточности не произошло понижения уровня грунтовых вод, в результате наибольшая концентрация токсичных солей переместилась из второго в верхний полуметр (рис. 2).

За рассматриваемый период времени почвы верхнего полуметра из категории незасоленных с преобладанием ионов SO_4^{2-} и HCO_3^- перешли в средnezасоленные сульфатного типа засоления, а в целом по метровому слою – из слабозасоленных в средnezасоленные.

Заключение. При выведении земель из категории пахотных, при снижении уровня грунтовых вод за 21 год на фоне слабой дренированности территории на 1,0-1,5 м, тем не менее исключившем их участие в водном режиме корнеобитаемого слоя, произошло увеличение содержания токсичных солей во втором полуметре и уменьшение в верхнем

полуметровом слое, в результате чего он перешел из средnezасоленного в незасоленный и из сильно- в средnezасоленный. При очень слабой дренированности и продолжающемся участии грунтовых вод в водном режиме корнеобитаемого слоя процесс засоления за 20 лет, напротив, прогрессировал: содержание токсичных солей в метровом слое увеличилось с 0,166 до 0,320%.

Таблица 2 – Изменение засоления почвы участка № 7

Слой почвы, см	В год прекращения орошения		Через 21 год после вывода земель из категории пахотных	
	Токсичные соли, %	Тип засоления (преобладающие ионы)/ степень засоления	Токсичные соли, %	Тип засоления (преобладающие ионы)/ степень засоления
0-30	0,081	SO_4^{2-} и HCO_3^-	0,322	сульфатное
		незасоленные		средnezасоленные
30-50	0,120	SO_4^{2-} и HCO_3^-	0,412	сульфатное
		незасоленные		средnezасоленные
50-75	0,198	гидрокарбонатно-сульфатное	0,349	сульфатное
		слабозасоленные		средnezасоленные
75-100	0,274	гидрокарбонатно-сульфатное	0,218	сульфатное
		слабозасоленные		слабозасоленные
0-50	0,096	SO_4^{2-} и HCO_3^-	0,358	сульфатное
		незасоленные		средnezасоленные
0-100	0,166	гидрокарбонатно-сульфатное	0,320	сульфатное
		слабозасоленные		средnezасоленные

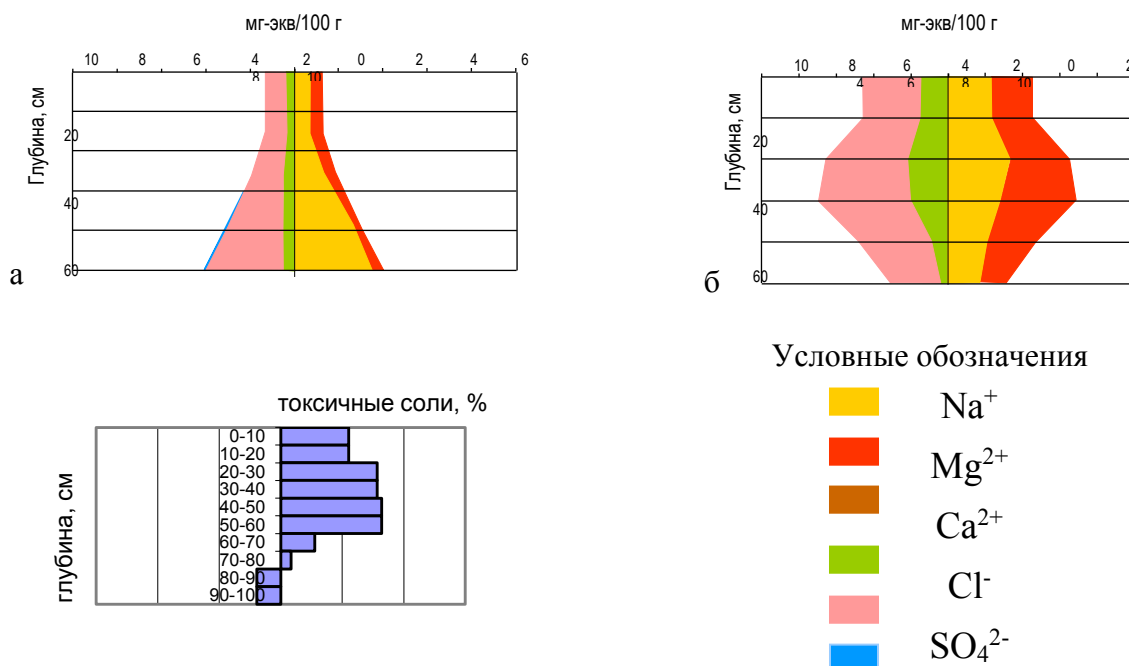


Рисунок 2 - Эпюры распределения ионов токсичных солей по почвенному профилю участка №7: а – в год прекращения орошения, б - через 21 год после вывода земель из категории пахотных; в - изменение их содержания за 21 год после прекращения орошения и вывода из категории пахотных

УДК 678.746 (575.23) (04)

А. К. Долотбаков, К. Т. Шалпыков

Институт химии и фитотехнологий НАН КР, г. Бишкек,
Кыргызская республика

**ВОЗМОЖНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ
ТОПИНАМБУРА В СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ ЧУЙСКОЙ
ДОЛИНЫ КЫРГЫЗСТАНА**

Аннотация. В статье приведены результаты многолетних исследований различных сортов топинамбура, интродуцированных в Чуйскую долину Кыргызстана, в зависимости от содержания в них питательных элементов минерального и органического происхождения. Установлено, что изученные нами сорта топинамбура в условиях сероземно-луговых почв дают хорошие урожаи подземных и надземных частей, при орошении.

Ключевые слова: топинамбур, интродуцированные сорта, питательные элементы, сероземно-луговые почвы.

A. K. Dolotbakov, K. T. Shalpykov

Institute of Chemistry and Phytotechnology of the National Academy of Sciences
of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic

**POSSIBILITIES OF CULTIVATION OF DIFFERENT VARIETIES OF
TOPINAMBUR IN THE SEROZEMNO-MEADOW SOILS OF THE CHUA
VALLEY OF KYRGYZSTAN**

Abstract. The article presents the results of long-term research of various varieties of Jerusalem artichoke introduced into the Chui valley of Kyrgyzstan, depending on the content of nutrients of mineral and organic origin in them. It has been established that the varieties of Jerusalem artichoke studied by us under conditions of gray-earth-meadow soils give good yields of underground and aboveground parts, with irrigation.

Key words: Jerusalem artichoke, introduced varieties, nutrients, sierozem-meadow soils.

Введение. Инновационный путь развития сельского хозяйства предусматривает переход на экологически безопасные и ресурсосберегающие технологии производства продукции растениеводства. К числу перспективных направлений для Кыргызстана относится возделывание и переработка новых или нетрадиционных культур, имеющих

потенциал широкого использования в нескольких отраслях народного хозяйства. Одной из таких культур является топинамбур (земляная груша). Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – одна из самых перспективных биоэнергетических сельскохозяйственных культур универсального назначения, как высокопродуктивная экологически пластичная культура многостороннего использования с ценным химическим составом надземных и подземных органов. В сухой массе растений содержится до 17% протеина со сбалансированным аминокислотным составом.

К числу недостаточно изученных вопросов относится удобрение топинамбура при многолетнем использовании его посадок, позволяющее получать высококачественные дешевые корма, пищевые и другие продукты промышленной переработки применительно к лучшим сортам и различным регионам страны [1].

В Кыргызстане в настоящее время отсутствует крупномасштабная переработка топинамбура.

Одной из причин этого является недостаточная отработанность технологии её возделывания, отсутствие специального комплекса обрабатывающих машин и оборудований, позволяющих обеспечить комплексную механизацию производства продукции топинамбура для создания крупных сырьевых зон для промышленной переработки.

Это и явилось основанием для проведения наших исследований в маргинальных землях Чуйской долины Кыргызстана.

Результаты исследования. Нами в условиях экспериментальной базы института химии и фитотехнологий НАН КР «Джаны-Жер», были проведены работы по интродукции 6 сортов топинамбура, клубни которых получены из регионов России: Ленинградского СХИ (сорт Ленинградский), Читинской области (сорта Интерес, Находка, Бланк, Француз фиолетовый) а Сорт Салатный из Воронежского Аграрного университета, целью выявления его ценных качеств, путем изучения его биоэкологических, агробиологических и физиологических характеристик, в зависимости от содержания питательных элементов в почве, с последующим отбором сортов различного направления использования (на корм скота, получения физиологически, биологически активных веществ, получения биотоплива и др.).

В связи с возрастающим спросом на экологически чистые продукты питания, считаем, что топинамбур может оказаться одной из немногих культур, отвечающих этим требованиям.

Во-первых, возможно получение рентабельных урожаев, практически без каких-либо минеральных и органических удобрений; во-вторых, практически во всех зонах возделывания топинамбура у него нет вредителей и болезней (за редким исключением небольших очагов склеротинии), что позволяет обходиться без пестицидов; и многими исследованиями установлено, что клубни топинамбура обладают низким коэффициентом накопления нитратов, тяжёлых металлов и радионуклидов даже в зонах с техногенным загрязнением почв.

Исследования показали, что сероземно-луговые почвы занимают наиболее

значительные площади среди других почв центральной части и речных пойм Чуйской долины. Эти почвы относятся к группе гидроморфных почв. Сероземно-луговые почвы формируются при близком залегании пресных или минерализованных грунтовых вод (1,5-3 м) под злаково-осоково-разнотравной влаголюбивой растительностью. Влияние минерализованных грунтовых вод с гидрокарбонатной, гидрокарбонатно-сульфатной или хлоридно-сульфатной минерализацией привело к образованию комплекса засоленных и солонцеватых почв. По типу засоления сероземно-луговые почвы могут быть незаселенными, сульфатными, содово - сульфатными, хлоридно - сульфатными. Механический состав этих почв обычно среднесуглинистый, реже тяжелосуглинистый. Содержание гумуса этих почв составляет 1,5-3,0%, высоко карбонатны с максимумом в нижних горизонтах (5-16%), реакция почвенного раствора от слабой до сильнощелочной (рН 7,5-9,0). Общего азота содержится 0,15-0,20%, фосфора – 0,20 - 0,25%, калия - 2-2,5%. Величина емкости поглощения в этих почвах в пахотном слое колеблется от 8 до 19 мг-экв на 100 г почвы. Содержание поглощенного натрия в верхнем горизонте чаще равно 2-8% от емкости обмена, что свидетельствует о слабой и средней степенях солонцеватости почв. Большинство сероземно-луговых почв характеризуются низкой водопрочностью структурных агрегатов, чему способствует и солонцеватость. По содержанию подвижных форм фосфора они относятся к среднеобеспеченным, а обменного калия к достаточно обеспеченным. Используются эти почвы при орошении под все сельскохозяйственные культуры, районированные данной зоны.

В результате нерегулярного и ненормированного орошения отдельных массивов Чуйской долины мелиоративно неподготовленных земель произошло поднятие водно-растворимых солей, что привело к образованию так называемых вторичных солончаков. Пятна этих солончаков особенно часто встречаются в северо-западной и северной частях Чуйской долины. Большинство солончаков одновременно содержат повышенное количество поглощенного натрия, т.е. признак солонцеватости почв. Солонцы в условиях Чуйской долины не образуют сплошной зоны и распространены небольшими пятнами среди засоленных и солонцеватых почв в зоне выклинивание и неглубокого залегания грунтовых вод, и в долине реки Чу. По своему генезису они гидроморфные и формируются на фоне пресных или слабоминерализованных грунтовых вод, или в результате рассоления солончаков с повышенным содержанием поглощенного натрия. В пределах Чуйской долины солонцеватые почвы почти повсеместно засолены.

Почва опытного участка «Джаны-Жер» светло-сероземная, по механическому составу легко- и среднесуглинистая. Рельеф поля ровный с незначительным уклоном с юга на север. Глубина залегания грунтовых вод – 2-3 м. Сухой остаток водной вытяжки почвы находится в пределах 0,007-0,180%, что указывает на отсутствие засоленности. Содержание гумуса (пахотный слой) составляет 1,77-1,92%; валовых форм: азота 0,09-0,12%, фосфора 0,14-0,15 и калия 1,38-1,50%; емкость поглощения 12,8-14,8 мг-экв.; степень солонцеватости 0,8-0,9%; СО-, карбонатов 1,98-2,64%, рН водной вытяжки 8,3-8,35. По

показателю рН почвы средне щелочные. Обеспеченность валовыми запасами фосфора средняя, калия - средняя. Обеспечение подвижными формами питательных веществ участка следующая: содержание фосфора - от низкого до повышенного, калия - высокое (таблица 1.). Такая обеспеченность подвижными питательными элементами обуславливает заметную отзывчивость растений топинамбура на азотные и фосфорные удобрения и в меньшей степени на калийные. Также проведенные анализы водных вытяжек грунтовые воды, отобранные из смотровых колодцев земель опытного участка показал, что они слабо минерализованные.

Климат в зоне проведения исследований отличается резкой континентальностью - жаркое лето, относительно холодная зима, что связано с удаленностью территории от океанов, довольно высоким положением ее над уровнем моря и особенностями циркуляции воздушных масс. Характерны большие перепады температуры, достигающие между абсолютным максимумом (июль 40°C и выше) и минимумом (январь – 35-38°C) 60-80°C. Сумма положительных температур за год составляет 3741-4021°C, эффективных температур выше 5°C – 3684-3916°C при оптимуме для многолетних трав 3200-3500°C. Среднегодовая температура воздуха колеблется от 7,5°C до 10,8°C. Вегетационный период (от массовых всходов до полного отмирания ботвы) составляет у образцов раннеспелой группы 145-175, среднеспелой-176-193, позднеспелой -79-198 и более дней.

Биометрические исследования, интродуцированных нами сортов топинамбура показали, что высота растений между сортами к концу сезона вегетации резко отличались. Так, у сорта Ленинградский варьировал от 278-460 см, Интерес – 280-460 см, Находка – 289-450 см, Бланк – 260-430 см, Француз фиолетовый – 240-320 см и Салатный – 300-470 см. Максимальная урожайность клубней, зеленой массы и общая продуктивность в зависимости от условий года колебались значительно. Нами зафиксированы у сорта Бланк (зеленой массы – 700-850, клубней – 890-1170 ц/га); Находка (600-800, 650-902 ц/га); Салатный (500-700, 600-897ц/га); меньше них у сорта Француз фиолетовый (450-700, 650-835 ц/га). А у сортов Интерес (400-590, 610-810 ц/га) и Ленинградский (400-560, 540-780 ц/га) отмечено общая продуктивность находилось в середине, между первой и второй группы сортов. Наиболее крупные клубни получены у сорта Находка (71 г), Салатный (57 г), Француз фиолетовый (49 г). Также нами изучен фракционный состав различных сортов топинамбура [2], особенности протекания физиологических параметров, в частности основных параметров водного режима [3].

В условиях Российской Федерации установлено, что применение в технологии возделывания топинамбура сорта Скороспелка при обработке почвы плугом с отвалом, при дополнительной обработке комбинированным почвообрабатывающим агрегатом РВК-3.6, и с внесением удобрений N₁₁₀ P₇₀ K₅₀, а также двукратное послевсходовое окучивание растений топинамбура способствовал увеличению урожая клубней и зеленой массы в полтора-два раза по сравнению с традиционными способами возделывания [4].

Таблица 1 - Результаты химических анализов почвы и обеспеченность питательными элементами, с. Джаны-Жер

Виды анализов	Глубина взятия почвенных образцов, см	Гумус, %	рН	СОг, %	Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы	Поглощенный Na, мг-экв на 100 г почвы	Солонцеватость, %	Общий азот, %	Валовый, %		Подвижный, мг/кг почвы	
									Фосфор	Калий	Pz0s	KгO
Показания	0-15	1,92	8,35	2,64	14,8	0,12	0,8	0,12	0,154	0,38	49,0	640,0
Степень Обеспеченности		Ниже среднее	Средне щелочная среда	Слабо карбонатные	Низкое	Низкое	Отсутствует	Очень низкое	Среднее	Среднее	Повышенное	Высокое
Показания	15-30	1,77	8,30	1,98	12,8	0,12	0,9	0,09	0,146	1,50	28,0	570,0
Степень Обеспеченности		Ниже среднее	Средне щелочная среда	Слабо карбонатные	Низкое	Низкое	Отсутствует	Очень низкое	Низкое	Среднее	Низкое	Высокое
Показания	30-60	1,46	8,45	2,11	12,0	0,20	1,7	0,08	0,150	1,50	11,2	350,0
Степень Обеспеченности		Ниже среднее	Средне щелочная среда	Слабо карбонатные	Низкое	Низкое	Отсутствует	Очень низкое	Низкое	Среднее	Очень низкое	Повышенное
Показания	60-90	0,94	8,60	3,08	10,0	0,20	2,0	0,08	0,143	1,38	9,0	248,0
Степень Обеспеченности		Низкое	Сильно щелочная среда	Слабо карбонатные	Низкое	Низкое	Отсутствует	Очень низкое	Низкое	Среднее	Очень низкое	Среднее

Засоление отсутствует, величина плотного остатка по профилю в пределах 0,112-0,134%

В условиях Гиссарской долины Таджикистана (на высоте 800 м над уровнем моря) большинство сорта образцов топинамбура, полученных из разных экологических зон Российской Федерации и Таджикистана в течение вегетационного периода (май-октябрь месяцы, более чем 170 дней) хорошо развиваются и дают от 1000 до 3000 г/растение урожая клубней и от 3500 до 6400 г/растение урожая общей биомассы [5].

Нами экспериментально рассчитаны примерные затраты на выращивание топинамбура на 1 га в условиях Чуйской долины по результатам десятилетних исследований. Так, при средней урожайности клубней около 400 ц/га, при среднерыночной стоимости 1 кг клубней около 40 сом/кг с 1 га можно получить клубней на общую сумму около 1600 тыс. сомов. При этом дополнительно будет получен около 400-500 ц зеленой массы, которую также можно использовать в различных целях.

Из литературных источников известно, что растения в 1,5-2 раза увеличивают свою продуктивность при внесении минеральных и органических удобрений. Органические удобрения (до 100 т/га) и минеральные (азот, фосфор, калий) не только увеличивают урожайность зеленой массы и клубней, но и оказывают положительное влияние на содержание сахаров и протеина в растениях.

Наблюдениями за плантациями многолетнего пользования (не менее 5 лет на одном месте) отмечено, что если даже в первый год были выбраны участки с низким плодородием, то через 3 - 4 года становится заметным улучшение поля. Количество злостных сорняков резко сокращается, почва структурируется и даже увеличивается количество гумуса.

Заключение. Таким образом, результаты многолетних исследований различных сортов топинамбура, интродуцированных в Чуйскую долину Кыргызстана показали, что в зависимости от содержания в них питательных элементов минерального и органического происхождения урожайность сортов колеблется значительно. Установлено, что изученные нами сорта топинамбура в сероземно-луговых почвах дают хорошие урожаи как подземных, так и надземных частей, при условии орошения. Количественный и качественный состав питательных веществ в них также варьирует от погодно-климатических условий года.

Библиографический список

1. Долотбаков, А.К. Фракционный состав углеводов в различных сортах топинамбура (*Heliantus tuberosus* L.) в маргинальных землях Чуйской долины Кыргызстана / А.К. Долотбаков, К.Т. Шалпыков // Научное обозрение. Биологические науки. – 2021. – № 2. – С. 5-9.
2. Долотбаков, А.К. Интродукционное изучение топинамбура (*Heliantus tuberosus* L.) на заболоченных и засоленных участках Чуйской долины в целях повышения продовольственной безопасности в Кыргызской республике / А.К. Долотбаков // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 1.
3. Королёва, Ю.С. Удобрение топинамбура при многолетнем использовании плантации. Автореф. дис. ... канд. с/х.н. Тверь, 2009. – 24 с.
4. Усанова, З.И. Исследование приемов обработки почвы и уровня минерального питания при возделывании топинамбура сорта Скороспелка / З.И. Усанова, П.Н. Кузнецов, А.К. Осербает, Е.С. Рула // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3.

5. Партоев, К. Урожайность коллекционных образцов топинамбура (*Heliantus tuberosus* L.) в условиях Таджикистана / К. Партоев, Н.Х. Сайдалиев, Киру С.Д., Н.М. Пасько // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12-9. – С. 1674-1677.

УДК 626.8(470.45)

И.И. Конторович

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова» (Волгоградский филиал), г. Волгоград, Россия

ОРОШЕНИЕ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ: РЕТРОСПЕКТИВА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Аннотация: На основании изучения, анализа и обобщения показателей по оценке мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий в Волгоградской области за 1985 – 2020 годы определены основные тенденции изменения во времени следующих параметров: площадь регулярного орошения, мелиоративное состояние орошаемых земель, глубина залегания грунтовых вод и их минерализация, степень проявления процессов засоления и солонцеватости почв, существующие и требуемые площади дренажа.

Ключевые слова: Волгоградская область, регулярное орошение, площади, мелиоративное состояние, уровень грунтовых вод, минерализация грунтовых вод, засоление, солонцевание, дренаж, тенденции изменения во времени.

I.I. Kontorovich

FSBI «All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov» (Volgograd branch), Volgograd, Russian Federation

IRRIGATION IN THE VOLGOGRAD REGION: RETROSPECTIVE AND CURRENT STATUS

Abstract: Based on the study, analysis and generalization of indicators for assessing the reclamation state of irrigated agricultural land in the Volgograd region for 1985-2020, the main trends of changes in the following parameters over time are determined: the area of regular irrigation, the reclamation state of irrigated land, the depth of ground water and its mineralization, the degree of manifestation of the processes of salinity of soils, existing and required drainage areas.

Keywords: Volgograd region, regular irrigation, areas, land reclamation status, ground water level, ground water salinity, salinization, drainage, trends over time.

Орошение в условиях аридного климата является важным фактором развития сельскохозяйственного производства и позволяет обеспечить продовольственную безопасность региона. Волгоградская область в этом плане - типичный пример для юга России.

Цель статьи – дать количественную оценку развития мелиорации в Волгоградской области за 1985 – 2020 годы и определить основные тенденции изменения во времени следующих параметров: площадь регулярного орошения, мелиоративное состояние орошаемых земель, глубина залегания грунтовых вод и их минерализация, степень проявления процессов засоления и солонцеватости почв, существующие и требуемые площади дренажа.

Источниками информации для проведения исследований послужили показатели по оценке и учету мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния оросительных систем Волгоградской области (Волгоградская гидрогеолого-мелиоративная партия»), результаты многолетних исследований Волгоградского филиала ВНИИГиМ по изучению особенностей развития мелиорации в области [1 – 4 и др.], материалы и публикации НИИ, проектных и эксплуатационных организаций мелиоративного профиля. Статистическая обработка материалов исследований выполнена по стандартным методикам с использованием программы Microsoft Excel.

Динамика площади регулярного орошения (РО) в Волгоградской области показана на рисунке 1.

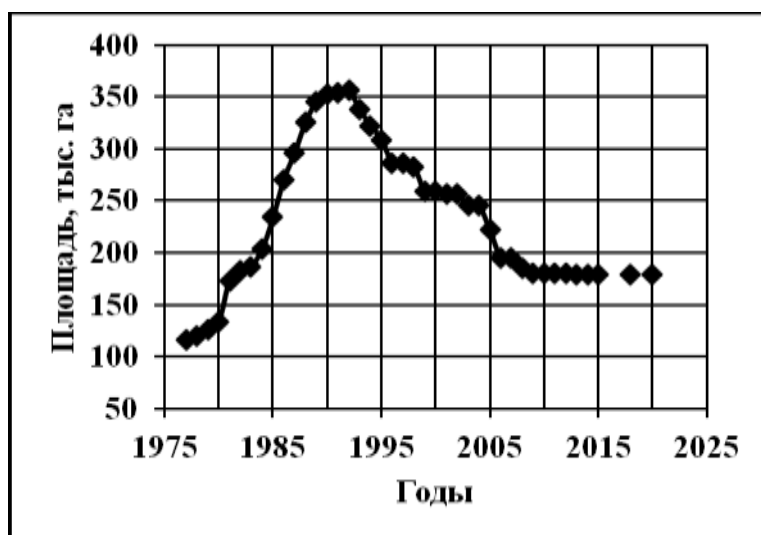


Рисунок 1 – Динамика площади регулярного орошения в Волгоградской области за 1977 – 2020 годы

За рассматриваемый период времени можно выделить три этапа развития регулярного орошения в Волгоградской области.

Первый этап: с 1977 по 1992 годы (15 лет), когда имел место постоянный рост площади орошения - с 115,9 тыс. га до 356,3 тыс. га или 16,0 тыс. га в год. Второй - с 1993 по 2010 годы (18 лет), для которого характерно сокращение площади орошения – до 180,9 тыс. га (в среднем 9,7 тыс. га/год), как следствие смены экономической доктрины развития страны. И, наконец, третий этап – с 2010 г. по настоящее время, когда наблюдалась некоторая стабилизация площади РО (180,9 тыс. га – 177,8 тыс. га) и темп снижения площади орошения составил всего 0,3 тыс. га

в год. В этот период ввод новых объектов орошения не превышал площади, переводимой в богарный режим по самым разнообразным причинам.

Установленная форма графика динамики площади орошения повторяется практически в любом южном регионе страны, что позволило авторам [5] назвать первый этап – «Мелиорация земель в «программный период» (с 1966 – 1991 годы), а второй и третий – «Мелиорация земель в «постпрограммный период» (с 1991 г. по настоящее время), имея в виду «Программу широкомасштабной мелиорации земель» 1966 г.

Официальная информация о состоянии орошаемых земель в области ежегодно приводится в Мелиоративном кадастре, содержание которого достаточно устойчиво, начиная с 1985 г. Динамика основных показателей кадастра приведена в таблице.

Таблица – Основные характеристики регулярного орошения в Волгоградской области за 1985 -2020 годы

Годы	Площадь регулярного орошения (РО):							$S_d / S_{неуд.} \%$
	всего, тыс. га	с неудовлетворительным состоянием, $S_{неуд.}$ тыс. га	с УГВ < 3 м, тыс. га	с минерал. грунтовых вод $m > 3$ г/л, тыс. га	незасоленные земель, тыс. га	несолоноватых земель, тыс. га	дренаж, S_d , тыс. га,	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1985	234,0	19,3	41,7	56,5	214,8	75,2	-	-
1990	353,2	56,9	59,2	70,8	319,4	220,4	16,7	29,3
1992	356,3	50,5	46,2	81,8	323,0	258,5	22,5	44,6
1995	309,0	37,0	31,83	61,6	282,3	248,4	7,1	19,1
2000	259,2	37,3	26,9	37,2	234,7	205,5	12,3	32,9
2005	221,9	32,3	24,0	30,9	201,7	173,6	12,3	38,2
2010	180,9	28,1	16,1	22,4	160,3	137,6	11,2	40,0
2015	178,8	24,3	8,3	63,9	161,9	138,1	11,2	46,3
2020	178,8	23,0	9,8	64,0	165,3	138,1	11,2	48,9

Обработка массива информации позволила определить тенденции изменения основных показателей кадастра. В графической форме они представлены на рисунках 2 и 3. Их анализ позволяет утверждать следующее.

1. Площадь регулярного орошения с неудовлетворительной оценкой мелиоративного состояния за 1985 – 1990 гг. выросла с 19,3 тыс. га до 56,9 тыс. га или с 8,2 до 16,1% от общей площади РО. Можно предположить, что сохранение и далее темпов строительства новых оросительных систем сопровождалось бы ухудшением мелиоративной обстановки.

С переходом в кризисное состояние экономики площадь РО с неудовлетворительной оценкой мелиоративного состояния с 1992 по 2020 снизилась с 50,5 тыс. га до 23,0 тыс. га при этом доля таких земель колебалась в достаточно узком диапазоне от 15,5 % до 12,0 % (рисунок 2.1).

2. С 1985 г. по 1993 гг. площадь РО с уровнем грунтовых вод менее 3 м плавно снижалась с 17,8 до 9,2 %, независимо от увеличения или снижения общей площади РО, а затем колебалась в коридоре 8,9 – 11,3%, за

исключением последней пятилетки, когда доля таких земель уменьшилась до 4,6 – 5,5% или до 8,3 – 9,8 тыс. га (рисунок 2.2).

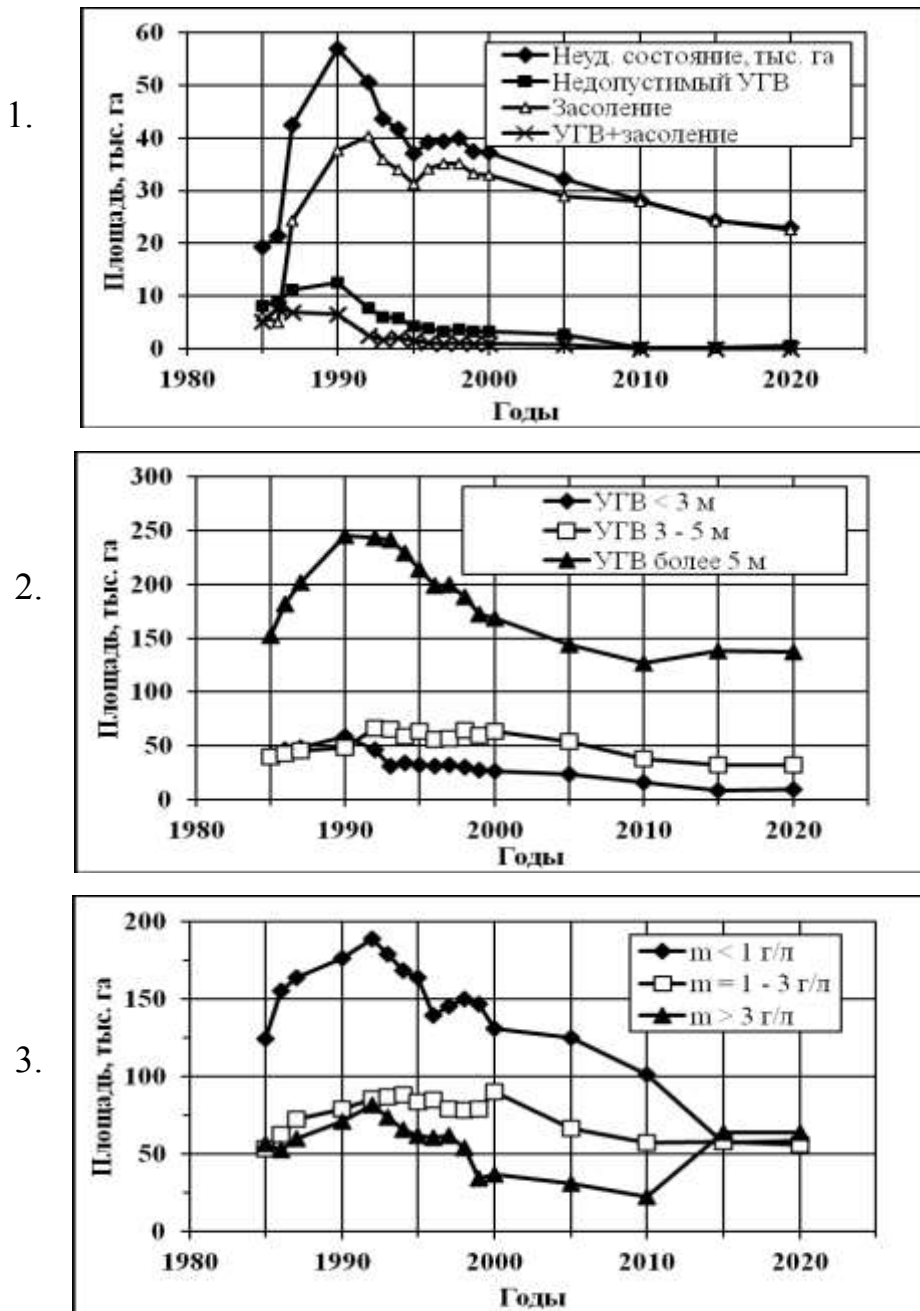


Рисунок 2 – Динамика площади регулярного орошения в Волгоградской области: 1 – с неудовлетворительным мелиоративным состоянием, включая недопустимый уровень грунтовых вод (УГВ), засоление и совместное проявление этих факторов (УГВ + засоление); 2 – с уровнем грунтовых вод: а) менее 3 м; б) 3 – 5 м; в) более 5 м; 3 – с минерализацией грунтовых вод: а) менее 1 г/л; б) 1 – 3 г/л; в) более 3 г/л

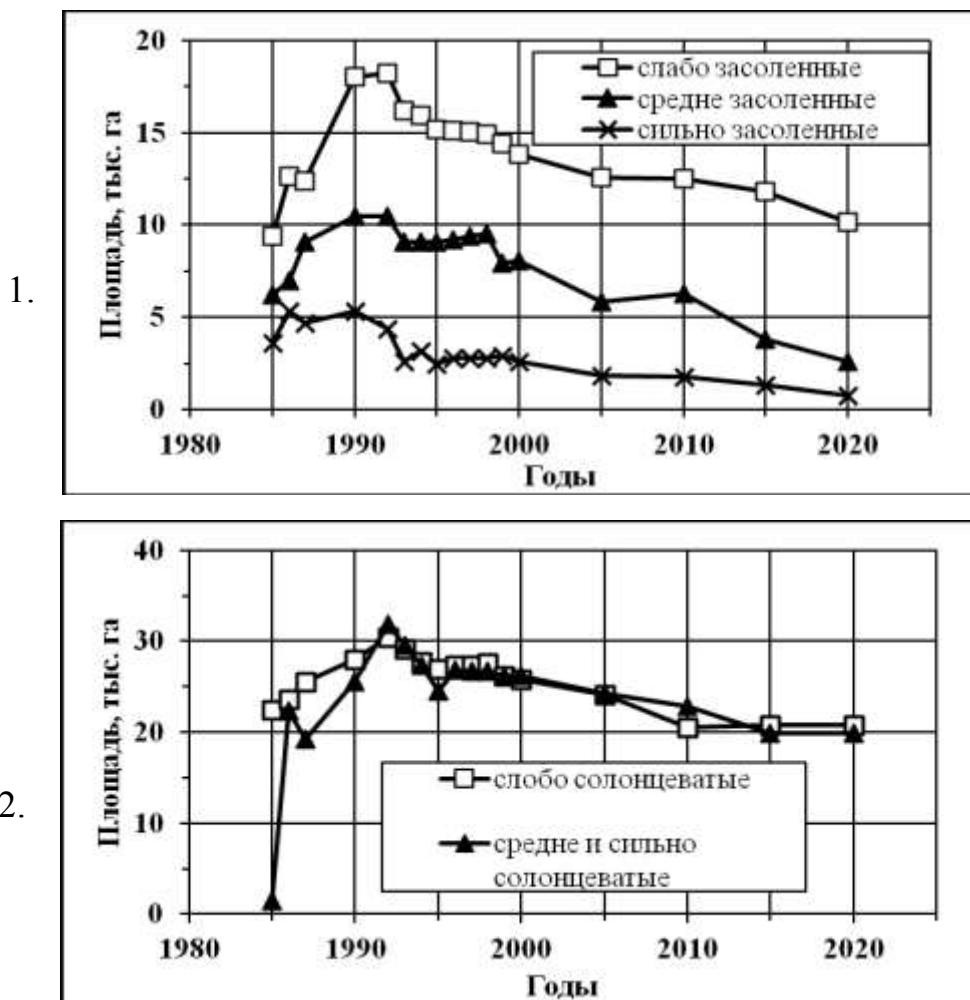


Рисунок 3 – Динамика площади регулярного орошения в Волгоградской области: 1 – с различной степенью засоления в слое 0 - 100 см почвы; 2 – с различной степенью солонцеватости

Следует учитывать, что в течение второго этапа «развития» орошения в богарные земли переводились участки с наиболее высокими значениями уровня и минерализации грунтовых вод, засоления и солонцеватости.

3. Изменение площади орошения с минерализацией грунтовых вод более 3 г/л до 1998 г. происходило в диапазоне 19,1 - 24, 11% от общей площади РО, затем с 1999 г. по 2010 г. несколько снизилось до 12,4 %. С 2015 г. по 2020 г. доля таких площадей существенно выросла до 35,7 - 35,8 % или до 63,9 – 64,0 тыс. га (рисунок 2.3).

4. Основная площадь РО за весь рассматриваемый период времени относилась к категории «незасоленных» и составляла 88,6 – 92,4 %. Характер динамики слабо, средне и сильно засоленных орошаемых земель показан на рисунке 3.1. В меньшей степени, но аналогичную ситуацию мы имеем с распространением несолонцеватых земель: 51,3 – 62,4 % для периода с 1986 до 1990 года, и далее с 1992 по 2020 гг.: 72,6 – 80,4%. Изменение площади слабо, средне и сильно солонцеватых земель показано на рисунке 3.2.

5. Природные условия Волгоградской области и уровень технического совершенства применяемых способов и техники орошения в

рассматриваемый период времени не исключали инфильтрационные потери оросительной воды в процессах её подачи и распределения [6, 7]. Поэтому, на первом этапе развития орошения, параллельно с вводом с эксплуатацию новых оросительных систем и участков выполнялось строительство дренажа сельскохозяйственных земель: с 8,6 тыс. га в 1986 г. до 22,5 тыс. га к 1992 г. Из них площадь вертикального дренажа составляла 19,4 тыс. га, а горизонтального – 3,1 тыс. га. В последующие годы (второй этап) из-за отсутствия финансирования эти работы были прекращены. К 1996 г. площадь функционирующего дренажа в регионе составляла всего 1,8 тыс. га. С 1997 г. по 2005 гг. практически весь дренаж планировалось восстановить, включая ежегодно по 10,3-12,3 тыс. га дренажа в статью «ремонт коллекторно-дренажной сети». В 2010 - 2020 гг. в Мелиоративном кадастре подобные работы не запланированы, а дренаж площадью 11,3 тыс. га показан как действующий.

Заключение. В Волгоградской области проявление многолетней тенденции сокращения площади орошения (1992 – 2010 гг.) в настоящее время не наблюдается. Результаты оценки динамики функционирования мелиоративного комплекса за 1985 – 2020 годы могут быть использованы при разработке новой Программы развития мелиорации в регионе до 2030 года.

Библиографический список

1. Колганов, А.В. Мелиорация в Волгоградской области / А.В. Колганов, В.В. Бородычев, И.И. Конторович, С.В. Умецкий. – М.: ГУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2001. – 56 с.
2. Бородычев, В.В. Научные разработки Волгоградского филиала ВНИИГиМ / В.В. Бородычев, И.И. Конторович, А.В. Майер, М.Н. Лытов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. - № 5-6. – С. 10 – 15.
3. Конторович, И.И. Утилизация дренажного стока с орошаемых земель. – Рига: Издательство Lambert Academic Publishing, 2018. – 203 с.
4. Конторович, И.И. Мелиоративное состояние орошаемых земель в Волгоградской области // Оптимизация сельскохозяйственного землепользования и усиление экспортного потенциала АПК РФ на основе конвергентных технологий: материала Межд. науч.-пр. конф. г. Волгоград, 29-31 января 2020 г. – Волгоград: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2020. – Том 3. - С. 86 - 93.
5. Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в России / А.В. Колганов, Н.В. Сухой, В.Н. Шкура, В.Н. Щедрин; под ред. В.Н. Щедрина. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. – 222 с.
6. Яшин, В.М. Оценка инфильтрационного питания грунтовых вод при различных способах орошения в Волгоградской области // Вопросы гидрогеологии и дренажа в Поволжье. - М.: ВНИИГиМ, 1979. - С. 86 -101.
7. Яшин, В.М. Обоснование допустимой величины инфильтрационных потерь оросительной воды на орошаемых землях // Защитное лесоразведение и мелиорация земель в степных и лесостепных районах России. – Волгоград, 1998. – С. 138-139.

ВЫРАЩИВАНИЕ ПЕРЦА СЛАДКОГО ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ В САРАТОВСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

Аннотация: Приведены результаты полевых опытов по изучению влияния различных режимов орошения и доз минеральных удобрений на урожайность перца сладкого при выращивании на террасовых темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья с использованием систем капельного полива. Установлено, что достоверный рост урожайности культуры обеспечивался только повышением предполивной влажности с 70 до 80%НВ, внесение изучаемых доз минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности перца сладкого на всех режимах капельного орошения. Доказана экологичность капельного орошения: ни при одном поливном режиме не наблюдалось достоверного уплотнения темно-каштановой среднесуглинистой почвы и не происходило существенного изменения ее пористости, содержания агрономически ценных и водопрочных агрегатов. Разработаны эффективные элементы технологии выращивания перца сладкого (режимы орошения и система удобрений), обеспечивающие при экономном использовании поливной воды и высокой окупаемости удобрений получение урожайности до 58,7 т/га, прибыли 369,8 тыс. руб./га и рентабельности 191%.

Ключевые слова: перец сладкий, капельное орошение, режимы орошения, расчетные дозы удобрений, плотность сложения почвы, структура почвы, урожайность, прибыль.

Yu.A. Novikova¹, N.A. Pron'ko²

¹FSBI "Volga scientific research Institute of hydraulic engineering and land reclamation",
g. Engels, Saratov region, Russia

² Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

GROWING SWEET PEPPER IN DRIP IRRIGATION IN SARATOV ZAVOLZH REGION

Abstract: The article presents the results of field experiments to study the effect of different irrigation regimes and doses of mineral fertilizers on the yield of sweet pepper when grown on terrace dark chestnut soils of the Saratov Trans-Volga region using drip irrigation systems. It was found that a significant increase in crop yield was provided only by an increase in pre-irrigation moisture from 70 to 80% HB, the introduction of the studied doses of mineral fertilizers

contributed to an increase in the yield of sweet pepper in all modes of drip irrigation. The environmental friendliness of drip irrigation has been proven: under all irrigation regimes, there was no compaction of dark chestnut medium loamy soil, a significant change in its porosity, the content of agronomically valuable and water-resistant aggregates. Effective elements of the technology for growing sweet pepper (irrigation regimes and a fertilizer system) have been developed, which, with the economical use of irrigation water and high payback of fertilizers, provide a yield of up to 58.7 t / ha, a profit of 369.8 thousand rubles / ha and a profitability of 191%.

Key words: sweet pepper, drip irrigation, irrigation regimes, calculated doses of fertilizers, soil density, soil structure, yield, profit.

Введение. В настоящее время в России остро стоит проблема улучшения снабжения населения овощами при уменьшении импорта овощей, который достигает 80%. Для этого необходимо значительно увеличить их производство. В условиях засушливого климата сухостепной зоны Саратовского Заволжья это возможно только при орошении. Поливное земледелие предназначено для выращивания рентабельных культур. Ценной овощной культурой является перец сладкий.

В засушливых регионах России для выращивания овощей широко используется капельное орошение. Однако в Саратовской области использование данного перспективного способа полива в овощеводстве значительно уступает другим областям и краям Российской Федерации. Во многом это обусловлено тем, что технологии выращивания овощей, в том числе и перца сладкого, в Саратовском Заволжье при капельном поливе не разрабатывались.

Разработка эффективных технологий выращивания овощных культур при капельном поливе имеет также важный экологический аспект. Это обусловлено тем, что при дождевании, доминировавшем в орошаемом земледелии региона способе орошения, в поливных агроландшафтах развились многие деградиционные процессы: подъем уровня грунтовых вод, засоление, прогрессировало уплотнение, разрушение почвенной структуры, развитие ирригационной эрозии [1-3]. Как показали исследования ряда ученых многие из этих проблем могут быть решены при капельном орошении [4-5].

В связи с вышеизложенным целью наших исследований было повышение продуктивности перца сладкого и сохранение плодородия темно-каштановых почв Саратовского Заволжья на основе изучения влияния на них доз минеральных удобрений и режимов капельного орошения.

Методика исследований. Объектами исследований были: перец сладкий (раннеспелый гибрид Фламинго F1 и среднеранний сорт Подарок Молдовы и орошаемая темно-каштановая террасовая среднесуглинистая почва.

Исследования проводили в Энгельском районе Саратовской области. Почва опытного участка террасовая темно-каштановая среднесуглинистая с

низким содержанием гумуса – 2,99%. Обеспеченность доступным фосфором и обменным калием низкая соответственно 23,0 и 285,0 мг на 1 кг почвы. Плотность сложения пахотного слоя 1,14, подпахотного 1,23 г/см³, наименьшая влагоемкость соответственно 23,0 и 20,2% от массы абсолютно сухой почвы.

Проведено два двухфакторных опыта, схема которых приведены в таблицах 1-2. Изучались расчетные дозы минеральных удобрений на урожай 40 т/га (N110P50K40) и 70 т/га (N190P80K70).

Контролем был вариант без удобрений. Применен балансовый метод с использованием коэффициентов возмещения выноса с учетом обеспеченности почвы доступными элементами питания. Предполивная влажность почвы поддерживалась на уровне 70, 80 и 90%НВ. Расчетный слой почвы 0,3 м в период «посадка-бутонизация» 0,5 м – в период «бутонизация - спелость».

Использовалась система капельного орошения с капельными линиями фирмы «Eurodrip» со встроенными полукомпенсированными капельницами с расходом – 2,0 л/ч при давлении 0,8-2 кг/см².

Полевой эксперимент заложен методом расщепленных делянок, повторность опыта трехкратная, учетная площадь 30 м².

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89), плотность почвы – методом режущих колец Качинского (ГОСТ 12536-79), структура почвы – сухим и мокрым фракционированием методом Савинова, наименьшая влагоемкость – методом заливаемых площадок, учет урожая сплошным методом со всей учетной площади, математическая обработка экспериментальных данных проведена по методике Доспехова.

Результаты исследований. Нами установлено, что повышение предполивного порога влажности почвы достоверно увеличивало урожайность перца сладкого, как гибрида, так и сорта, только при переходе от 70 к 80%НВ. Дальнейшая интенсификация режима капельного орошения не способствовала росту урожайности культуры (табл. 1).

Внесение изучаемых доз минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности культуры на всех режимах капельного орошения. Наилучшим сочетанием урожаеобразующих факторов было режим капельного орошения 80% НВ и расчетная доза на 70 т/га. Оно обеспечило получение наибольшей урожайности плодов гибрида Фламенко 58,7 т/га и сорта Подарок Молдовы 48,8 т/га.

Учитывая прогрессирующее уплотнение зональных почв Заволжья и разрушение их структуры, важной задачей было установление влияния различных режимов капельного орошения на агрофизические свойства темно-каштановых почв.

Проведенные нами исследования показали, что ни при одном режиме капельного орошения не наблюдалось достоверного уплотнения темно-каштановой среднесуглинистой почвы и не происходило существенного изменения ее пористости за период исследований (табл. 2).

Таблица 1 - Урожайность перца сладкого при разных режимах капельного орошения и дозах удобрений

Режим орошения, %НВ	Доза удобрений, кг/га д.в.	Урожайность плодов, т/га	
		Гибрид Фламенко	Сорт Подарок Молдовы
70	Без удобрений	26,1	22,4
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	43,8	34,8
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	49,4	35,6
80	Без удобрений	36,9	31,3
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	52,9	42,9
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	58,7	48,8
90	Без удобрений	33,1	24,6
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	51,0	46,9
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	58,2	48,8
НСР ₀₅ орош.		2,64	2,64
НСР ₀₅ удобр.		1,19	1,19
НСР ₀₅ взаимод.		3,89	3,89

Таблица 2 - Изменение агрофизических свойств темно-каштановой почвы при разных режимах капельного орошения

Режим орошения	Плотность сложения, г/см ³ / пористость, %		Изменение, ± г/см ³ / ± %	Критерий Фишера, F*	НСР ₀₅
	исходные.	конечные			
Пахотный горизонт (0-30 см)					
70% НВ	1,20 / 53,10	1,22 / 52,40	0,02 / 0,90	1,67 / 1,95	0,06 / 2,50
80% НВ	1,15 / 55,24	1,15 / 54,90	0,01 / 0,34	2,37 / 2,23	0,03 / 1,24
90% НВ	1,13 / 55,87	1,15 / 55,02	0,02 / 0,85	1,39 / 1,71	0,04 / 1,59
Подпахотный горизонт (30-50 см)					
70% НВ	1,37 / 46,51	1,44 / 45,02	0,07 / 1,49	5,56 / 3,05	0,07 / 2,09
80% НВ	1,33 / 48,25	1,38 / 47,65	0,05 / 0,60	2,17 / 1,17	0,08 / 1,59
90% НВ	1,33 / 48,30	1,36 / 47,34	0,03 / 0,96	3,29 / 4,37	0,13 / 4,92

* $F_{теор} = 5,99$

Изучение почвенной структуры показало, что применение в течение трех лет изучавшихся режимов капельного орошения не повлекло существенного изменения содержания в темно-каштановой среднесуглинистой почве агрономически ценных и водопрочных агрегатов (табл. 3).

Поливное овощеводство является затратной отраслью, что в первую очередь обусловлено очень большими расходами на орошение и удобрение (табл. 4). Поэтому очень важным является разработка и внедрение технологий, обеспечивающих эффективное использование поливной воды, хорошую окупаемость удобрений, высокую прибыль и рентабельность.

Таблица 3 - Изменение содержания агрономически ценных и водопрочных агрегатов в темно-каштановой почве при разных режимах капельного орошения

Режим орошения	Содержание агрономически ценных / водопрочных агрегатов, %		Изменение, ± %	Критерий Фишера, F*	НСР ₀₅
	исходное	конечное			
Пахотный горизонт (0-30 см)					
70% НВ	59,9 / 40,5	55,1 / 41,6	-4,9 / 1,1	5,28 / 1,96	5,17 / 3,78
80% НВ	58,0 / 43,1	54,8 / 47,8	-3,2 / 4,6	3,83 / 5,69	3,70 / 4,75
90% НВ	53,6 / 44,0	56,0 / 42,3	2,4 / -1,7	2,04 / 1,45	3,80 / 3,37
Подпахотный горизонт (30-50 см)					
70% НВ	39,9 / 24,7	37,6 / 23,4	-2,3 / -1,3	1,36 / 2,98	4,58 / 4,54
80% НВ	44,4 / 35,7	39,7 / 34,0	-4,7 / -1,7	2,71 / 1,48	4,93 / 3,53
90% НВ	39,6 / 40,5	44,1 / 44,6	4,5 / 4,1	2,43 / 1,91	4,98 / 5,18

* $F_{теор} = 5,99$

Таблица 4 - Эффективность использования оросительной воды и окупаемость удобрений при выращивании перца сладкого с использованием капельного орошения

Режим орошения	Доза удобрений, кг/ д.в./га	Затраты, тыс.руб./га	Коэффициент использования оросительной воды	Окупаемость удобрений, т/кг д.в.	Прибыль, тыс.руб./га	Рентабельность, %
70% НВ	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	420,5	81,7	0,11	255,3	155
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	474,2	48,8	0,08	296,1	166
80% НВ	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	507,8	43,2	0,09	327,5	182
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	563,5	69,7	0,07	369,8	191
90% НВ	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	489,6	48,6	0,08	312,5	176
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	558,7	43,9	0,07	366,0	190

Исследования показали, что при капельном орошении перца сладкого достигается достаточно экономное использование поливной воды на формирование урожая. Самый низкий коэффициент использования оросительной воды 43,2 и высокая окупаемость удобрений 0,09 т/кг д.в. получены при режиме капельного орошения 80%НВ и расчетной дозе удобрений на 40 т/га.

Наиболее экономически эффективным оказалось возделывание перца сладкого при совместном применении режима капельного орошения 80%НВ и расчетной дозы удобрений на 70 т/га. При этом была получена наибольшая прибыль 369,8 тыс. руб./га и рентабельность 191%.

Заключение. В сухостепной зоне Саратовского Заволжья на темно-каштановых почвах получение 50-55 т/га плодов перца сладкого, прибыли 370 тыс. руб./га и рентабельности 190% при экономном расходовании оросительной воды и окупаемости удобрений 0,09 т/кг д.в., сохранение благоприятных агрофизических свойств обеспечивает использование

системы капельного орошения, применение раннеспелого гибрида Фламинго, внесение расчетных доз минеральных удобрений и поддержание предполивной влажности почвы 80% НВ в слое 0-30 см до бутонизации и 0-50 см в последующие фазы.

Библиографический список

1. Пронько, Н.А. Изменение плодородия орошаемых каштановых почв Поволжья в процессе длительного использования и научные основы его регулирования / Н.А. Пронько, Л.Г. Романова, А.С. Фалькович. – Саратов. – 2005. – 220 с.

2. Пронько, Н.А. ГИС- мониторинг мелиоративного состояния орошаемых земель (на примере сухостепного Заволжья) / Н.А. Пронько, В.В. Корсак, Т.В. Корнева// Мелиорация и водное хозяйство. – 2008. – №6. – С. 36-38.

3. Пронько, Н.А. Изменение плодородия темно-каштановых почв Поволжья при длительном орошении и приемы его восстановления / Н.А. Пронько, Л.Г. Романова // Плодородие, 2005, №4 – С. 31-32.

4. Пронько, Н.А. Пути решения проблемы борьбы с деградацией орошаемых земель Саратовской области / Н.А. Пронько, В.В. Корсак, А.С. Фалькович // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2009. – № 4. – С. 38-45.

5. Пронько, Н.А. Эффективный прием улучшения физических свойств деградированных орошаемых темно-каштановых почв Саратовского Заволжья / Н.А. Пронько, В.В. Корсак, А. Г. Юлдашбаева // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2009. – № 5. – С. 29-32.

УДК633.2.03

М.К. Онаев, С.Е. Денизбаев, Т.М. Шадьяров

Некоммерческое акционерное общество «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», город Уральск, Республика Казахстан

ОБВОДНЕНИЕ ПАСТБИЩ В ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Пастбища можно использовать с наибольшим эффектом для развития сельского хозяйства только при наличии достаточного количества воды. С увеличением поголовья в крестьянских хозяйствах возрастает потребность в питьевой воде в пунктах отгонного животноводства. Обеспечение водой потребителей была остается самой важной проблемой.

Ключевые слова: Западно-Казахстанская область, животноводство, пастбище, обводнение.

M.K. Ongayev, S.E. Denizbayev, T.M. Shadyarov
Non-profit joint-stock company "West Kazakhstan Agrarian and Technical
University named after Zhangir Khan", Uralsk, Republic of Kazakhstan

WATERING OF PASTURES IN THE WEST KAZAKHSTAN REGION

Abstract: Pastures can be used with the greatest effect for agricultural development only if there is enough water. With an increase in the number of livestock in peasant farms, the need for drinking water in distant-pasture cattle breeding points increases. Water supply to consumers was and remains the most important problem.

Keywords: West Kazakhstan region, animal husbandry, pasture, watering.

Одним из ключевых направлений усиления продовольственной безопасности республики является развитие животноводства. Животноводство является одним из приоритетных направлений агропромышленного комплекса Западно-Казахстанской области. Продуктивность скота и перспективное развитие животноводства в области зависит от обводнения пастбищ, возможности организации на пастбищах водопоя скота, соответствующего зоотехническим требованиям по уходу за скотом [1].

Для интенсивного развития отгонного животноводства необходимо принятие мер по эффективному использованию пастбищных угодий, обеспечению их водными ресурсами и созданию современной технологической инфраструктуры [2-4].

Исследуемый регион отличается большим разнообразием природных ландшафтов. Его значительное протяжение с севера на юг обусловило последовательную смену природно-географических зон с различной степенью обеспеченностью водными ресурсами, как поверхностных, так и подземных источников. Значительное разнообразие проявляется и в гидрогеологических характеристиках исследуемых водных источников.

Для юго-западной, северо-западной частей полупустынной зоны характерна слабая сосредоточенность рек и каналов, что связано с природными зональностями территорий. Около половины территории этой части области нуждаются в обводнении пастбищных угодий.

В левобережье Урала обводнение пастбищ оросительно-обводнительными каналами не осуществляется, так как имеющиеся немногочисленные каналы бездействуют. Несмотря на плотность рек в летний период мелкие водоемы и водотоки пересыхают. Из-за незначительного летнего меженного стока базировать водоснабжение на поверхностных водных источниках не представляется никакой возможности.

В рамках работ по теме программно-целевого финансирования МСХ РК "Создание высокопродуктивных пастбищных угодий в условиях Северного и Западного Казахстана и их рациональное использование" на 2018-2020 гг. (Номер госрегистрации № BR06249365) изучены состояние и возможности

обводнения пастбищных угодий пунктов отгонного животноводства равномерно распределенные в различных природно-климатических зонах, охватывающие территории 92 сельских округов 12 районов Западно-Казахстанской области.

Мониторинг источников обводнения мест дислокаций отгонного животноводства Западного Казахстана проведен с определением географических координат, количественно-качественных параметров, включающих химический состав, кислотность и минерализацию воды, оценка современного состояния инфраструктуры обводнённых пастбищ, выявление технических проблем в сфере эксплуатации и ремонта обводнительных сооружений.

При обследовании источников обводнения фиксировались GPS-координаты оголовка водозаборного сооружения, фотографировался общий вид, определяются параметры источника: электрообеспечение, дебит шахного колодца (скважины), глубина колодца, статистический и динамический уровень воды, диаметр обсадной колонны скважины, минерализация воды, техническое состояние водопойного пункта и т.д.

Оптимальное решение вопросов обводнения сезонных отгонных пастбищ зависит от объемов водопотребления и наличия подземных и поверхностных вод, пригодных для водопоя скота.

Запасы и ресурсы подземных вод по территории Западно-Казахстанской области распределены весьма неравномерно. По степени минерализации и водообильности водовмещающих пород они также разнообразны.

На территории области проявляется зональность по условиям формирования режима грунтовых вод, по степени увлажненности территории, по степени дренированности территории.

Открытые источники воды, в виде рек, каналов, прудов, водохранилищ используются для обводнения пастбищ при отсутствии подземных вод, когда их качество не удовлетворительно, а также когда использование последних экономически невыгодно.

Пруды, прудокопани и копани получили широкое распространение в пастбищном животноводстве.

В условиях Западного Казахстана при достаточно выраженном понижении местности, позволяющем с помощью плотины создать водоем глубиной не менее 4 м, целесообразно строительство пруда.

На равнинах с едва заметным понижением предпочтение отдается копаням.

В более пологих понижениях, где требуется углубление чаши водоемов, предпочтение отдается прудокопаням. При недостаточном объеме чашу пруда расширяют и углубляют, превращая, таким образом пруд в прудокопань.

В правобережье Урала в разных направлениях находятся многочисленные каналы Урало-Кушумской оросительно-обводнительной системы. На территориях, прилегающих к зоне влияния оросительно-обводнительных систем, водообеспечение мест дислокаций животных

решается путем устройства земляных прудокопаней с устройством на них водопойных площадок.

Обводнение пастбищ посредством развозки воды обусловливается необходимостью обеспечения пастбищ в условиях отсутствия поверхностных и подземных вод. По данным института Казгипроводхоз, при доставке воды на расстояние до 15 км и емкости цистерны от 6 м³ и выше стоимость воды не превышает ее стоимости из трубчатого колодца глубиной 100 м.

Для условий сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ в настоящее время более приемлемыми являются методы опреснения, не требующие значительных затрат электроэнергии, снижающие капитальные затраты по опреснению минерализованных вод. К ним относятся установки обратного осмоса, которые обеспечивают возможность очистки воды от растворимых неорганических (ионных) и органических загрязняющих примесей, высокомолекулярных соединений, взвешенных веществ, вирусов, бактерий и других вредных компонентов. Диаметр фильтрующих элементов и их производительность позволяют осуществлять их установку непосредственно в ствол скважины и использовать напор, создаваемый погружным насосом.

Оптимальный вариант, отвечающий конкретным условиям обводняемого массива, выбирают путем анализа технико-экономических показателей.

Как известно водопойный пункт обводнения на сезонных отгонных пастбищах должен обслуживать не более 2000 голов овец или 250 голов крупного рогатого скота или 250 лошадей.

При среднесуточном потреблении 60 литров в сутки на 1 голову крупно рогатого скота и лошадей потребность поголовья скота из 250 голов составит 15 м³/сут или 0,174 л/с.

При среднесуточном потреблении 8 литров в сутки на 1 голову овец потребность поголовья овец из 2000 голов составит 16 м³/сут или 0,185 л/с.

Исходя из вышеперечисленного, для решения вопроса обводнения сезонных отгонных пастбищ крестьянских хозяйств области достаточно бурение эксплуатационных скважин с дебитами порядка 0,3-0,5 л/с (25,92-43,2 м³/сут) с глубинами порядка 8,0-120,0 м.

Решение вопроса обводнения сезонных отгонных пастбищ крестьянских хозяйств области шахтными колодцами является немного финансово затратным, но наиболее практичным на сегодняшний день. Пробуренные и обустроенные шахтные колодцы из бетонных колец наиболее долговечные и практически без отказные при соблюдении и выполнении мер по их эксплуатации.

Шахтные колодцы работают дном, т.е. подача воды в колодец осуществляется через донную часть. Что приводит к частому заиливанию дна и подтягиванию плывуна и песчаного материала с водоносных горизонтов. Согласно требованиям по эксплуатации колодцев требуется проведение ежегодной чистки донной части колодцев.

Специализированной организацией ТОО «Жайыкгидрогеология» в 2018

году запущен в эксплуатацию буровой станок КШК-30А, выполняющий бурение шахтных колодцев с установкой бетонных колец.

Диаметр бурения 1400 мм до глубины 30 м. Диаметр обсадных бетонных колец 1200 мм снаружи и 1000 мм внутри. Высота бетонных колец 900 мм.

Для решения вопроса водопритока в шахтный ствол колодца специалисты ТОО «Жайыкгидрогеология» разработали и изготовили фильтра из бетонных колец. Для этого в одном из бетонных колец вырезаются 4 окна размерами 450х450 мм, равномерно расположенные по длине кольца. В эти окна устанавливаются металлические каркасы размерами 550х550 мм обернутые латунной сеткой П-56 маркой Л-80 и крепятся дюбелями.

Применение таких фильтров позволяют обеспечить быстрый водоприток в ствол шахтного колодца.

При обустройстве шахтных колодцев в нижней части колодца устанавливается глухое бетонное кольцо для отстойника, а затем устанавливается фильтр. Данные фильтра устанавливаются с гравийной обсыпкой. Донная часть также обсыпается гравийно-щебенчатым материалом.

Результаты проведенных исследований показали, что во многих хозяйствах области шахтные колодцы советских времен и пробуренные собственными силами имеют низкие показатели дебита (показатели дебита 0,01-0,09 л/с).

Хозяйства Казталовского и Жанибекского районов, при нехватке воды для водопоя скота пробуренные в последние годы скважины предназначенные для этих целей имеют высокую минерализацию воды (показатели доходят до 27400 мг/дм³ при глубине скважин 60-90 м) и не эксплуатируются из-за непригодности. И эти хозяйства в данное время испытывают острый дефицит воды пригодной для скота.

В целом, анализ показал, что требуются дальнейшие исследования, направленные на решение проблем обеспечения животноводческой отрасли качественной водой в необходимом количестве.

Библиографический список

1 Клочков, А.В. Перспективы устойчивого развития сельского хозяйства Республики Казахстан / А.В. Клочков, П.М. Новицкий, А.В. Хомутов, М.Ж. Хазимов // Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. – 2018. - №2 (78). – С. 376-383.

2 Чирков, Е. Природные кормовые угодья: эффективность использования и перспективы развития / Е. Чирков, Н. Ларетин, С. Герасименкова // АПК: экономика, управление. – 2009. - № 12. – С. 72-76.

3 RidhaIbidhi, Nicheм Ben Salem. Water footprint and economic water productivity of sheep meat at farm scale in humid and semi-arid agro-ecological zones. - Small Ruminant Research. – 2018. - №166. – P/ 101-108.

4 Mohammad Abuzar, Des Whitfield and Andy McAllister. Farm Level Assessment of Irrigation Performance for Dairy Pastures in the Goulburn-Murray District of Australia by Combining Satellite-Based Measures with Weather and Water Delivery Information. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2017, 6, 239.

Д.Ш. Рамазанов, В.Н. Власовец, Ю.А. Лукашунас
ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и
мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ СОИ ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Аннотация: Приведены результаты исследований по борьбе с сорной растительностью при применении гербицидов, а также обследованы посевы и отражена связь между уровнем засоренности и получаемым урожаем. Применение почвенных гербицидов в посевах сои позволяет достаточно эффективно подавлять сорную растительность, однако в условиях недостаточного увлажнения продолжительность их воздействия существенно зависит от влажности почвы в период применения. При недостаточном количестве влаги в верхнем слое почвы необходима мелкая заделка препарата или его применение на фоне предпосевного полива невысокой нормы 250 м³/га. В условиях засухи наблюдается пониженная эффективность почвенных гербицидов на протяжении всего периода вегетации и возникает необходимость дополнительного применения гербицидов.

Ключевые слова: Сорная растительность, соя, гербицид.

D.Sh. Ramazanov, V.N. Vlasovets, Y.A. Lukashunas
Volga scientific research Institute of hydraulic engineering and land reclamation,
Engels, Saratov region, Russia

APPLICATION OF HERBICIDES TO PROTECT SOYBEAN CROPS FROM WEED VEGETATION

Abstract: The results of research on weed control in the use of herbicides are presented, as well as the crops are examined and the relationship between the level of weeds and the resulting crop is reflected. The use of soil herbicides in soybean crops makes it possible to effectively suppress weed vegetation, but in conditions of insufficient moisture, the duration of their action significantly depends on the soil moisture during the period of their use. If there is not enough moisture in the upper layer of the soil, a small filling of the drug or its use against the background of pre-sowing irrigation of a low rate of 250 m³/ha is necessary. In conditions of drought, there is a reduced effectiveness of soil herbicides throughout the growing season and causes the need for additional use of herbicides. Key words: Weed vegetation, soybean, herbicide.

Key words: Weed vegetation, soybean, herbicide.

Введение. В настоящее время соя является наиболее востребованной высокобелковой культурой продукцию, которой широко используют в технических, кормовых и пищевых целях.

На урожайность зерна сои влияют много факторов, но значимым является засоренность посевов сорными растениями. Основным источником поступления в почву семян сорняков являются органические удобрения, имеющие в своем составе большое количество семян сорных растений и оросительная вода. Для достижения максимального снижения засоренности посевов необходимо применение комплексного, адаптивного подхода к регулированию количества сорной растительности, что приводит к значительному ее уменьшению [1].

Снижение трудовых, финансовых затрат и повышение урожайности сельскохозяйственных культур необходимо, в комплексе с агротехническими приемами борьбы с сорняками и применением гербицидов, многообразие которых на рынке постоянно увеличивается и технологии их применения различны.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2018-2020 годах в ОПХ «ВолжНИИГиМ». В настоящее время известно около двух десятков методик обследования посевов, которые позволяют определить уровень засоренности с помощью следующих показателей: количество сорняков, проективное покрытие сорняками поверхности почвы, масса сорняков, соотношение количества культурных растений и сорняков в поле [2].

При обследовании посевов на засоренность применили метод, основанный на шкале А. И. Мальцева. Он дает представление по распространению сорной растительности на поле [3]. При проведении исследований использовали наиболее соответствующий этим требованиям - метод оценки засоренности по удельному весу сорняков от общей массы культурных растений и сорняков.

На опытных полях наблюдается смешенная засоренность многолетними и однолетними сорняками. Из многолетних сорняков наиболее распространены бодяк полевой, вьюнок полевой, молокан татарский. Однолетние сорняки представлены: марь белая, щирица запрокинутая, дурнишник обыкновенный, щетинники, ежовник обыкновенный и др. До посева сои определяли исходную степень засоренность поля сорняками, она варьировалась от средней до сильной.

Погодные условия периода вегетации культур в 2018-2019 годах отличались повышенным температурным режимом и недостаточным количеством осадков. В 2020 году наблюдалась затяжная весна с пониженным температурным режимом. В последующем с середины июня и до конца вегетации установился повышенный температурный режим с незначительным количеством осадков.

Технология возделывания сои не отличалась от общепринятой для климатической зоны. Она состояла из зяблевой вспашки на 22-25 см, весеннего покровного боронования, предпосевной культивации, посева рядовыми сеялками с междурядьем 15 см с одновременным прикатыванием. Высевались семена районированных сортов «Бара» и «Марина».

Результаты исследований. Наукой и практикой определена высокая эффективность почвенных гербицидов. В 2018 году изучалась эффективность гербицида Анонс (д.в. Трифлуралин, 480 г/л), который эффективен в борьбе с однолетними злаковыми и некоторыми двудольными сорняками.

Применение данного препарата позволило значительно снизить уровень засоренности. В фазу первого-второго настоящего листа культуры на контроле наблюдалось в среднем 57,1 шт./м² сорных растений. На варианте, где применялся гербицид, сорных растений было в 7 раз ниже (8,2 шт./м²).

Эффективность гербицида в целом высокая, но часть двудольных сорняков не была уничтожена. Таким образом, почвенный гербицид Анонс не обеспечивает чистоты поля в течение всей вегетации, и возникает необходимость в использовании гербицидов по вегетирующим растениям, что приводит к удорожанию продукции и усилению антропогенной нагрузки на орошаемую пашню (таблица 1).

Таблица 1 – Засоренность посевов сои после обработок гербицидами

Вариант	Количество сорняков при 5-ти кратной повторности, шт./м ²					Среднее
	1	2	3	4	5	
Контроль	49	52	50	64	71	57,2
Фабиан до посева	2	3	0	1	3	1,8
Фабиан по всходам	3	1	1	0	0	1
Баковая смесь Фабиан+Миура	1	0	2	0	0	1,2

Для подавления оставшейся сорной растительности посевы сои были обработаны препаратом Фабиан (Имазетапир, 450 г/л + Хлоримурон-этил, 150 г/л) и его баковой смесью с гербицидом Миура (Хизалофоп-П-этил, 125 г/л).

Лучшие результаты в году показала обработка гербицидом Фабиан, проведенная до посева культуры. В варианте применения Фабиана по всходам растений зернобобовых культур отличались наличием большого количества боковых ветвей, однако масса зерен с одного растения имела тенденцию к снижению.

В варианте с обработкой почвенным гербицидом Анонс зернобобовые культуры имели наименьшую массу, но масса зерен с одного растения не отличалась от варианта с применением смеси гербицидов Фабиан и Миура. Отмечено, что лучшими урожаеобразующими факторами отличался вариант с применением гербицида Фабиан до посева зернобобовых.

Анализ засоренности посевов показывает, что во всех вариантах с применением гербицидов произошло увеличение урожайности зернобобовых культур в 2-2,5 раза по сравнению с контролем.

Применение специализированных соевых гербицидов положительно сказалось на продуктивности сои. В варианте с применением гербицида Фабиан до посева выявлена тенденция увеличения урожайности и улучшения качества зерна сои (таблица 2)

Таблица 2 – Влияние гербицидов на урожайность зерна сои

Вариант	Густота травостоя, тыс./га	Урожайность, т/га	Вес 1000 зерен, г
Контроль	503	1,71	169,10
Фабиандо посева	491	3,87	196,74
Фабиан по всходам	489	3,69	180,82
Баковая смесь Фабиан+Миура	501	3,65	186,38
Почвенный гербицид Анонс	474	3,35	176,10

В условиях засушливого климата эффективность почвенного гербицида зависит от наличия почвенной влаги, которая позволяет ему связаться с почвенными частицами и сформировать почвенный экран [4]. В связи с этим в 2019 г. была изучена эффективность почвенного гербицида ДуалГолд (С-Метолахлор, 960 г/л) на фоне провокационных поливов.

Выбор препарата обусловлен его способностью подавлять однолетние злаковые и ряд важнейших двудольных сорняков. Гербицид ДуалГолд применен в следующей технологической последовательности: весеннее внесение гербицида при бороновании, провокационный полив нормой 250-300 м³/га.

Проведение провокационных поливов перед применением почвенного гербицида эффективный прием. Данное сочетание позволило добиться снижения уровня засоренности до 4 шт./м² (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность применения гербицида на фоне влагозарядки

Вариант	Количество сорняков, шт./м ²	Густота травостоя, тыс./га	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г
Контроль	56	420	1,75	125,8
Гербицид ДуалГолд	4	550	3,65	144,3

Применение почвенного гербицида ДуалГолд на фоне провокационного полива позволило увеличить на 15 % массу 1000 зерен и урожайность сои с 1,75 т/га (контроль) до 3,65 т/га, т.е. в два раза.

Также, предпосевной влагозарядковый полив формировал благоприятные условия для прорастания семян сои и увеличению густоты посевов на 31%.

В условиях недостаточного увлажнения значительную роль играет способ применения почвенного гербицида.

В 2020 г. изучалась эффективность заделки в почву гербицида: Бегин, КЭ (С-Метолахлор, 960 г/л). Внесение гербицидов проводилось путем опрыскивания почвы перед предпосевной культивацией и опрыскивание почвы после посева.

Выводы. Выполненный учет количества сорных растений в фазу 1-2 настоящих листьев сои показал, что в варианте применения гербицида Бегин под предпосевную культивацию количество однолетних сорняков составило 46,3 шт./м². На варианте внесение гербицида без заделки в почву уровень засоренности был что почти в 2 раза выше и составил 83,4 шт./м². По всей видимости, быстрое иссушение верхнего слоя не позволяет гербициду распределиться в пределах почвенного профиля и создать почвенный экран. При мелкой заделке гербицида, почвенная влага способствует его распределению в пределах верхнего слоя почвы и способствует проникновению в проростки сорняков, что ведет к их гибели.

Заключение. Применение почвенных гербицидов в посевах сои позволяет достаточно эффективно подавлять сорную растительность, однако в условиях недостаточного увлажнения их действие существенно зависит от влажности почвы в период их использования. При недостаточном количестве влаги в верхнем слое почвы необходима мелкая заделка препарата или его применение на фоне предпосевного полива нормой 250 м³/га. В условиях засухи наблюдается пониженная эффективность почвенных гербицидов на протяжении всего периода вегетации и вызывает необходимость дополнительного применения гербицидов.

Библиографический список

1. Власовец, В.Н. Оценка эффективности систем гербицидов в орошаемых агроценозах сои в условиях Саратовского левобережья / В.Н. Власовец, Ю.А. Лукашунас // Вестник мелиоративной науки. – 2020. – № 2. – С. 13-17.

2. Парахин, Н.В. Оценка эффективности систем гербицидов в агроценозах различных сортов сои в зависимости от способа основной обработки почвы / Н.В. Парахин, Н.Н. Лысенко, С.Н. Петрова, Ю.В. Кузьмичева // Земледелие. – 2017. – № 2. – С. 39-43.

4. Пешкова, В.О. Борьба с сорной растительностью на орошаемых землях при изменении севооборота. / В.О Пешкова, Ю.А. Лукашунас // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2019. – № 2(22). – С. 22-24.

3. Салманова, И.А. Гербициды на сое // Защита растений и карантин растений. – 2016. – № 3. – С. 25-26.

В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева, В.О. Пешкова

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИННОВАЦИОННЫХ BIOTEХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В АГРОЦЕНОЗАХ АРИДНОЙ ЗОНЫ ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация: В статье представлены результаты исследований, направленных на совершенствование технологии возделывания сои на орошении. На основании полученных экспериментальных данных усовершенствована ресурсосберегающая технология, а изучение особенностей формирования продуктивности сои при применении инновационных биотехнологических приемов позволило дать оценку ее эффективности.

Ключевые слова: Соя, технология, ресурсосбережение, агробиотехнологические приемы, пинцировка, мелиорация, орошение, продуктивность, агроценоз.

V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva. V. O. Peshkova

Volga scientific research institute of hydraulic engineering and land reclamation, Engels, Saratov region, Russia

EFFICIENCY OF INNOVATIVE BIOTECHNOLOGICAL METHODS OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY OF SOYBEAN CULTIVATION IN AGRICENOSIS OF THE ARID ZONE OF THE VOLGA REGION

Abstract: The article presents the results of research aimed at improving the technology of irrigated soybean cultivation. On the basis of the experimental data obtained, the resource-saving technology was improved, and the study of the peculiarities of the formation of soybean productivity when using innovative biotechnological methods made it possible to assess its effectiveness.

Key words: Soybeans, technology, resource conservation, agrobiotechnological techniques, pinching, reclamation, irrigation, productivity, agrocenosis.

Введение. Система мероприятий «Стратегии восстановления и устойчивого развития мелиоративного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» направлена на обеспечение благоприятных условий для функционирования агропромышленного комплекса страны, наиболее полного и рационального использования ресурсного потенциала, направленного на повышение продуктивности отечественного сельскохозяйственного производства, его экологизацию в целях обеспечения населения страны качественным продовольствием [1].

Решение этих задач напрямую связано с повышением эффективности использования поливных земель, развитием соосеяния, расширением посевов сои в сухостепной зоне Поволжского региона, которое возможно при использовании рациональных, экологически устойчивых и экономически выгодных технологических процессов возделывания данной культуры.

Введение в технологию новых современных биотехнологических приемов позволит повысить урожайность культуры за счет высокого уровня агротехники, применения дифференцированного орошения. Включение сои в севообороты, как с короткой ротацией, так и в многопольные севообороты, вплоть до восьми-польных, улучшит плодородие пахотных земель. Расширение посевов сои способствует восстановлению плодородия почв, снижению экологической нагрузки на них за счет обогащения почвы биологическим азотом в процессе азотфиксации [2].

Исследования по разработке технологии возделывания сои направлены на расширение производства кормов сбалансированных по белку и аминокислотному составу, обеспечение семенами и соевым сырьем пищевой промышленности, а так же сохранение плодородия почвы.

Материалы и методы. Применение инновационных агробиотехнологических приемов возделывания сои осуществлялось в типичном для зоны зерно-кормовом севообороте. Полевые наблюдения и лабораторные исследования по разработке технологического процесса возделывания сои проводились по фенологическим фазам роста и развития сои на полях опытно-производственного хозяйства ВолжНИИГиМ в Энгельском районе Саратовской области, в соответствии с общепринятыми методиками опытного дела [3, 4, 5].

Пинцировка (прищипывание ростовой точки) растений проводилась в три срока: ветвление - начало цветения (в фазе развития 4-5 листьев на 28-33 день от появления всходов, заканчивается ветвление и начинается фаза цветения); массовое цветение (в фазе развития 6-7 листьев, когда у сои начинается цветение) и начало плодообразования (в фазе развития 8-9 листьев, когда у сои заканчивается цветение и начинается фаза плодообразования).

Расчет доз внесения минеральных удобрений проводились по результатам агрохимического анализа почвы. Для обработки зерна сои перед посевом и растений в период вегетации применяли микро минеральные удобрения с нанокремнием нормой 300 г/т.

Почвы опытных участков – темно-каштановые, суглинистые, типичные для орошаемого массива Саратовского Поволжья. Мощность гумусового горизонта колеблется в пределах 40-50 см, содержание гумуса в пахотном горизонте составляет 2,37%. В поглощенном комплексе содержится обменный натрий. В связи с этим структура непрочная, комковатая, верхний слой часто распылен. Реакция почвенного раствора пахотного горизонта слабощелочная. Плотность сложения пахотного горизонта 1,24-1,30 г/см³, скважность – 48 %, наименьшая влагоемкость – 20,7-21,2 %, влажность завядания – 8,7 % от абсолютно сухой почвы. Запас продуктивной влаги в

метровом слое при наименьшей влагоемкости – 1159 г/см³. Глубина залегания грунтовых вод – 15-16 м, пресные или слабоминерализованные [6, 7, 8].

Дифференцирование орошения осуществлялось исходя из фактической влажности почвы нормированными поливами по схеме 70-80-70 % от НВ. Влажность почвы определялась термостатно - весовым методом в 5-ти кратной повторности с периодичностью 10 дней, глубина определения до 1 м. Орошение осуществлялось широкозахватными дождевальными машинами с насадками магнитной обработки воды.

Результаты исследований. В 2015-2020 годах разработана ресурсосберегающая технология возделывания сои с включением инновационных биотехнологических приемов. В зависимости от качества семенного материала и тщательности выполнения рекомендованных агроприемов, с учетом биологических особенностей каждого сорта, возможно получение гарантированного урожая зерна порядка 3,0-3,5 т/га. При таком подходе климатические особенности периода вегетации имеют косвенное влияние. Недостаток влагообеспеченности и элементов почвы можно корректировать с помощью инновационных агроприемов [9].

Установлено, что в специализированных коротко ротационных (2-4-польных) севооборотах сою необходимо возделывать, чередуя с зерновыми колосовыми культурами, кукурузой, сахарной свеклой, картофелем. Соя за счет фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями способствует улучшению почвенного плодородия в севообороте. Для нормального функционирования почвенной и ризосферной микрофлоры, режима питания, защиты растений от болезней и вредителей семена инокулировали микробиологическими препаратами с азотфиксирующими бактериями. Проведенная инокуляция семян сои биопрепаратами со штаммами азотфиксирующих бактерий до посева позволяет не вносить минеральные удобрения перед севом культуры, что способствует ресурсосбережению [10].

Получение высоких урожаев сои и повышения плодородия почв тесно связаны с широким использованием микроминеральных удобрений. Дозы обеспечения почв подвижными формами элементов питания дифференцируются от содержания микро- и макроэлементов питания. Одним из них является удобрение минеральное с микроэлементами нанокремний – экологически чистый продукт. В его составе находятся кремний и другие жизненно необходимые микроэлементы в доступной для растения форме: кремния – 50%, железа – 6%, меди – 1%, цинка – 0,5%. Препаративная форма – концентрированный раствор, Р=1,5 г/см³. Температурный режим + 40°С – 40°С. Показатель рН - 7,8 [11, 12].

Исследование фенологических характеристик сортов сои производилось по фазам роста и развития растений. Первая обработка производилась в фазу тройчатого листа – ветвления, вторая – в фазу бутонизации – цветения. Под влиянием препарата усиливается продукционный процесс, повышается полевая всхожесть на 5%, энергия прорастания в среднем на 7,6% достигая всхожести до 99% семян, усиливается фотосинтетическая активность, устойчивость к болезням, что, в конечном итоге, обеспечивает увеличение урожайности сои до 19 %.

Сроки поливов сои назначались с учетом критических периодов развития, когда растения особенно чувствительны к влагообеспеченности. Вегетационные поливы проводили по фазам: ветвление, цветение, бобообразование и налив зерна. На опытных площадках провели три вегетационных полива нормой 500 м³/га дождевальными машинами со встроенными магнитами в каждом пролете [7]. Полив обеспечил запланированную прибавку урожая. При обработке магнитным полем семян сои перед посевом и поливной воды при орошении возрастает продуктивность культуры и ускоряется время её созревания.

Ускорить созревание посева можно с помощью дефолиации - опадания листьев с растений при неблагоприятных факторах окружающей среды, а также в процессе искусственного удаления листьев при помощи специальных препаратов. Для этих целей использовали пинцировку, как экологический и простой в применении прием. Удаление верхней части главного побега ускоряет созревание сои за счет снижения в растении уровня не только ауксинов, синтезируемых верхушечной частью растения, но и биологической азотфиксации в период налива и созревания семян.

Прищипывание ростовой точки – пинцировка стимулирует рост боковых ветвей и образование на них дополнительных бобов, за счет чего повышается продуктивность зерна сои. При проведении пинцировки в фазе развития 4-5 листа (ветвление-начало цветения) наблюдалась тенденция к уменьшению высоты крепления нижнего боба до 7-10 см, а пинцировка в фазе начала образования бобов, снижает уровень азотфиксации и способствует сокращению (в среднем на 12-14 дней) вегетационного периода культуры без существенного снижения величины и качества урожая.

Интегральным показателем, характеризующим эффективность использования агротехнологических приемов в технологии возделывания сои, является прибавка урожайности культуры, таблицы 1-3 [13, 14].

Таблица 1 – Продуктивность сои, обработанной минеральным удобрением с микроэлементами нанокремний

Сорт сои	Урожайность, т/га зерна		Прибавка урожайности, % к контролю
	Производственные посевы без обработки (контроль)	С обработкой нанокремнием	
Бара	2,65	3,31	19,9
Марина	2,97	3,39	12,4
<i>HCP₀₅</i>	0,12	0,04	2,5

Урожайность сои сорта Бара после обработок составила 3,31 т/га зерна (на 0,66 т/га зерна выше урожайности культуры, не подвергшейся такой обработке). Наилучшим образом обработка нанокремнием сказалась на урожайности зерна сорта Марина, которая составила 3,39 т/га и была выше продуктивности культуры, выращенной без применения обработки этим препаратом, на 0,42 т/га зерна.

Полученные данные показали положительное влияние полива сои омагниченной водой, урожайность зерна выше в среднем на 23% (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность сои при обработке семян перед севом магнитным полем и орошении посевов омагниченной водой

Сорт сои	Урожайность, т/га зерна		Прибавка урожайности к контролю, т/га
	Производственный посев (контроль)	С обработкой семян перед севом и орошении посевов омагниченной водой	
Бара	3,07	4,00	0,93
Марина	2,05	3,24	1,19
<i>HCP₀₅</i>	0,17	0,08	2,40

Наибольшую урожайность сформировал сорт Бара – 4 т/га зерна, продуктивность культуры, полив которой осуществлялся обычной водой, составила 3,07 т/га зерна и прибавка достигла 0,93 т/га. Урожайность сорта Марина была несколько ниже – 3,24 т/га зерна, что на 1,19 т/га зерна выше продуктивности культуры, полив которой осуществлялся обычной водой.

Продуктивность изучаемых сортов сои в зависимости от периода проведения пинцировки приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Продуктивность сои с применением пинцировки

Сорт сои	Урожайность, т/га зерна			
	без пинцировки (контроль)	Вариант пинцировки		
		в фазу развития 4-5 листьев (ветвление - начало цветения)	в фазу развития 6-7 листьев (массовое цветение)	в фазу развития 8-9 листьев (начало плодообразования)
Бара	3,20	3,84	3,42	3,55
<i>HCP₀₅</i>	0,43	0,37	0,34	0,32
Марина	4,08	5,04	4,25	4,64
<i>HCP₀₅</i>	0,47	0,50	0,52	0,48

Анализ данных продуктивности культуры в зависимости от пинцировки показал, что наилучший урожай зерна (выше своей потенциальной способности) сформировала соя после проведенной пинцировки в фазу развития 4-5 листьев (ветвление-начало цветения). Урожайность сорта Бара составила 3,84 т/га зерна, что на 0,64 т/га зерна выше, чем урожайность сои без применения пинцировки, а сорта Марина - 5,04 т/га зерна, то есть на 0,96 т/га зерна больше чем без пинцировки.

Одним из основных показателей продуктивности сои является количество бобов, находящихся на главном стебле и боковых ветвях растения. Установлено, что при пинцировке в фазе 4-5 листьев семена получают наиболее выполненными, что обеспечивает дополнительный сбор зерна в среднем 0,4 т/га.

Выводы. Применение комплекса инновационных агробιοтехнологических приемов в процессе совершенствования ресурсосберегающей технологии возделывания сои в орошаемых агроценозах Поволжского региона свидетельствует о положительном влиянии на ее продуктивность.

Кремниевое питание растений имеет большое значение для обеспечения увеличения продуктивности культуры на фоне неблагоприятного воздействия среды. Отмечено повышение полевой всхожести и энергии прорастания, фотосинтетической активности, устойчивости к болезням и др., что, в конечном итоге, обеспечило увеличение урожайности сои.

При пинцировке в фазу развития 4-5 листа (ветвление-начало цветения) получены наилучшие показатели продуктивности и качества зерна сои, а в фазу конец цветения – бобообразование наблюдается сокращение периода вегетации культуры.

Обработка магнитным полем семян сои перед посевом и использование для орошения омагниченной воды повышает продуктивность культуры и ускоряет время ее созревания. Отмечен рост урожайности зерна сои, вес 1000 зерен увеличился на 5 %.

Заключение. Инновационные агробιοтехнологические приемы в технологии возделывания можно рекомендовать для широкого внедрения в орошаемых соевых агроценозах. Возделывание сои по данной технологии обеспечивает повышение урожайности зерна в среднем на 20% и создает условия для расширения ее посевов.

Библиографический список

1. «Стратегия восстановления и устойчивого развития мелиоративного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года», Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2020 г.
2. Лобачев, Ю.В. Оценка сортов сои разного эколого-географического происхождения при возделывании в условиях орошения Саратовской области / Ю.В. Лобачев, В.А. Шадских // Аграрный научный журнал. – 2014. – №5. – С. 13-16.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 2010. - 352 с.
4. ГОСТ 28268-89 Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений.
5. Алпатьев, А.М. Методические указания по расчетам режимов орошения сельскохозяйственных культур на основе биоклиматического метода / А.М. Алпатьев // Киев. – 1964. – 30 с.
6. Шадских, В.А. Оптимизация режима орошения сельскохозяйственных культур для различных зон Саратовской области / В.А. Шадских, В.Е. Кижяева, О.Л. Рассказова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2019. – № 6. – С. 4-9.
7. Шушпанов, И.А. Орошение сельскохозяйственных культур водой активированной магнитным полем – резерв повышения урожайности / И.А. Шушпанов, Н.Ф. Рыжко, Е.С. Смирнов // Мат. VIII Междун. науч.-практ.

конф. «Проблемы и перспективы развития с. х. и сельских территорий». – ФГБОУ ВО «СГАУ им. Н.И. Вавилова», г. Саратов, 16 мая 2019 г. – С. 172-175.

8. Шадских, В.А. Влияние культур орошаемого зернокормowego севооборота на агрофизические и агрохимические свойства почвы / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева, Л.Г. Романова, О.Л. Рассказова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2018. – № 4(32). – С.166-183.

9. Брель, В.К. Совершенствование зональной сортовой технологии возделывания сои на семена в Центральной левобережной микроразоне Саратовской области: Рекомендации / В.К. Брель, В.А. Шадских, Е.В. Кудряшов, В.О. Пешкова, В.Е. Кижаяева, Л.Г. Романова, Н.А. Тимофеева // ФГБНУ «ВолжНИИГиМ». – Саратов, 2012. – 24 с.

10. Тошкина, Е.А. Влияние инокуляции на продуктивность семян перспективных сортов сои / Е.А. Тошкина, Н.Н. Водолазова, Н.В. Городнева // Зерновое хозяйство. – 2008. – Вып. 3/6. – С. 18-20.

11. Коваленко, Л. В. Биологически активные нанопорошки железа Л. В. Коваленко, Г.Э. Фолманис, Н.С. Вавилов // Перспективные материалы. – 2005. – №2. – С. 39-43.

12. Шадских, В.А. Влияние удобрения минерального с микроэлементами нано-кремний на продуктивность сои при орошении / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева, В.О. Пешкова, Д.Г. Кайбалиев, А.А. Мясников // Продовольственный рынок и технологии АПК. Федеральное издание российского АПК – 2020. – № 01 (57). – С. 42-43.

13. Пешкова, В.О. Урожайность сортов сои в условиях орошения сухостепной зоны Поволжья / В.О. Пешкова, В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева, Н.А. Тимофеева // Масличные культуры. – 2016. – Вып.3(167). – С. 59-63.

14. Пешкова, В.О. Ресурсосберегающая технология возделывания экологически чистого зерна сои на орошении / В.О. Пешкова, В.Е. Кижаяева // Матер. I Нац. науч.-практ. конф. с межд. уч. «Инновации природообустройства и защиты окружающей среды». - ФГБОУ ВО «СГАУ им. Н.И. Вавилова», г. Саратов, 23-24 января 2019 г.– С. 581-585.

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

УДК 627.8

**А. П. Акпасов, Р.Б. Туктаров, В. П. Мельникова, Р.Д. Пасовец,
Д.А. Греков, З.Ф. Иванищева**

ФГБНУ «Волжский научный исследовательский институт гидротехники и
мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область, Россия.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ И СТЕПЕНИ РИСКА АВАРИИ ГТС ВЕРХНЕПЕРЕКОПНОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА, РАСПОЛОЖЕННОГО В ЕРШОВСКОМ РАЙОНЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты оценки эксплуатационного состояния и степени риска аварии средненапорных ГТС на примере гидроузла Верхнепереконновского водохранилища, расположенного в Ершовском районе Саратовской области на реке Малый Узень. Согласно параметрам прогнозированной зоны затопления определены коэффициенты опасности аварии, уязвимости ГТС и риска вероятности возникновения чрезвычайной ситуации. Определены предполагаемые площади затопления ниже расположенных населенных пунктов и возможного ущерба в денежном выражении.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, водохранилище, плотина, водосброс, волна прорыва, сценарий аварии, коэффициент риска аварии, коэффициент опасности, коэффициент уязвимости.

**A.P. Akpasov, R.B. Tuktarov, V.P. Melnikova, R.D. Pasovec, D.A. Grekov,
Z.F. Ivanishcheva**

Volga scientific research institute of hydraulic engineering and land reclamation,
Engels, Saratov Region, Russia.

RESULTS OF THE ASSESSMENT OF THE OPERATIONAL CONDITION AND THE DEGREE OF RISK OF AN ACCIDENT OF THE GTS OF THE VERKHNEPEREKOPNOVSKY RESERVOIR LOCATED IN THE YERSHOVSKY DISTRICT OF THE SARATOV REGION

Abstract: The article considers the results of the assessment of the operational state and the degree of risk of an accident of medium-pressure GTS on the example of the hydroelectric complex of the Verkhneperekopnovsky reservoir, located in the Yershovsky district of the Saratov region on the Maly Uzen River. According to the parameters of the predicted flood zone, the coefficients of the

accident hazard, the vulnerability of the GTS and the risk of the probability of an emergency are determined. The estimated areas of flooding below the localities and possible damage in monetary terms are determined.

Keywords: hydraulic structures, reservoir, dam, spillway, breakout wave, accident scenario, accident risk coefficient, hazard coefficient, vulnerability coefficient.

Введение. Поволжье является одной из крупнейших зон Российской Федерации по производству сельскохозяйственной продукции в условиях недостаточной естественной влагообеспеченности.

Для орошения земель, обводнения территорий, сельскохозяйственного водоснабжения используются водохранилища, созданные на местных реках с помощью отсыпки плотин, перегораживающих водоток и его длину для подъема уровня воды [1].

Плотины, являющиеся основным функциональным элементом гидроузлов водохранилища, наиболее уязвимы в аварийном отношении. Аварии на плотинах могут нанести большой ущерб жизни и здоровью людей, населенным пунктам, сельскохозяйственным, промышленным предприятиям и окружающей среде [2].

Материалы и методы. Объектом исследования являются гидротехнические сооружения Верхнепереконновского водохранилища, расположенного в Ершовском районе Саратовской области и функционирующего с 1985 года.

Гидроузел расположен в верховье реки Малый Узень, в 0,5 км ниже впадения балки Порубатки, в 2,5 км выше села Перкопное. Водосбросная площадь в створе гидроузла составляет 555,0 км².

В состав гидроузла входят:

- земляная плотина из глинистого грунта;
- водосброс - водовыпуск (водоспуск) башенного типа из монолитного железобетона, который состоит из башенного оголовка, водопроводящих труб, выходного оголовка и водобойного колодца (Рисунок 1).

Основание плотины представлено глинами и суглинками. Плотина, насыпанная из качественного грунта, перекрывает наиболее узкий участок поймы р. Малый Узень.

Водосброс-водовыпуск располагается в теле плотины и служит одновременно в качестве и водоспуска и состоит из башенного оголовка, водопроводящих труб, выходного оголовка и водобойного колодца.

Водоохранилище объемом 65 млн. м³, запроектировано для целей орошения и сельскохозяйственного водоснабжения.

Площадь водосбора в створе гидроузла составляет 555,0 км².



Рисунок 1 - Водосброс-водоотпуск (вид со стороны нижнего бьефа)

Отметки уровня воды верхнего бьефа:

- форсированного подпорного уровня (ФПУ) – 79,05 м;
- нормального подпорного уровня (НПУ) – 78,00 м;
- уровень мертвого объема (УМО) – 67,00 м.

Площадь зеркала водохранилища:

- при ФПУ – 26,7 км²;
- при НПУ – 21,3 км².

Объем водохранилища:

- при НПУ – 65,7 млн. м³;
- при УМО – 0,18 млн. м³.

Результаты исследований. Водохранилище сезонного регулирования.

К концу поливного периода водохранилище заполняется местным стоком и водой из Саратовского канала. В зимний период осуществляется водозабор для целей водоснабжения и санитарный сброс в нижний бьеф. Объем водохранилища частично восстанавливается за счет весеннего паводка.

Уровень воды в водохранилище с 1990 г. ни раз не достигал проектной отметки НПУ. Водные ресурсы водохранилища с годовым стоком 75 % обеспеченности используются для орошения и обводнения в Ершовском, Питерском, Новоузенском и Александрово-Гайском районах Саратовской области.

Учитывая техническое и функциональное состояние сооружений гидроузла для прогнозирования характеристик волны прорыва и масштабов затопления местности при предполагаемом разрушении плотины Верхнепереконновского водохранилища, рассмотрены наиболее тяжелый и наиболее вероятный сценарии развития гидродинамических аварий.

Наиболее тяжелым сценарием аварии на рассматриваемом ГТС является превышение фактических паводковых расходов над расчетными в связи с прохождением паводков редкой повторяемости, перелив воды через гребень плотины, разрушение гребневой зоны плотины с образованием прорана, формирование волны прорыва с затоплением территории.

Наиболее вероятным сценарием аварии может быть выход из рабочего состояния гидромеханического оборудования (затворов и подъемных устройств на водосбросе) в результате износа и коррозии, не своевременное устранение дефектов бетонных конструкций, невозможность осуществлять нормальный режим маневрирования затворами, переполнение водохранилища, перелив воды через гребень плотины, размыв части гребня, разрушение откосов – образование прорана, затопление территории нижнего бьефа.

При выполнении расчетов параметров зон аварийного воздействия при прорыве плотины использовалось программное обеспечение «Волна 2».

По скорости прохождения волны прорыва и глубины затопления местности зона нахождения возможных пострадавших от аварии ГТС в нижерасположенных селах относится к зоне средних разрушений.

При тяжелом сценарии аварии возможно подтопление 40% жилой зоны с. Перекопное, 25% жилой зоны с. Васильевка, 8 домов у с. Александрия и 6 домов у с. Еремеевка, а также подтопление автодороги с асфальтовым покрытием протяженностью 3,1 км и линий электропередачи (ЛЭП) протяженностью 2,15 км.

При вероятном сценарии аварии возможно подтопление 30% жилой зоны с. Перекопное, 22% жилой зоны с. Васильевка, автодороги протяженностью 1,9 км и ЛЭП – 0,87 км [3].

Общий ущерб от предполагаемой гидродинамической аварии на ГТС Верхнеперекопновского водохранилища при тяжелом сценарии аварии с учетом социального ущерба составит 409,81 млн. руб, при прогнозируемом числе пострадавших – 75 человек, из которых погибших – 11 человек.

При вероятном сценарии аварии общий размер вероятного вреда составит 302,51 млн. руб, а прогнозируемое число пострадавших – 65 человек, 8 человек из которых погибшие [4].

При обследовании ГТС установлено, что состояние плотины и водосбросного сооружения отвечают всем эксплуатационным требованиям. ГТС может эксплуатироваться без реконструкции и ремонта.

Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварии ГТС выполнена на основе анализов всей совокупности факторов, влияющих на надежность и безопасность работы ГТС [5].

Оценка риска аварии производится на основании экспертного анализа уровня опасности аварии и уровня уязвимости ГТС. Для оценки уровня риска аварии вначале рассчитывается коэффициент риска D_a на основе принципа пересечения этих событий, т. е.:

$$D_a = \lambda \cdot v,$$

где λ – коэффициент опасности аварии для ГТС ($0 < \lambda < 1$);
 v – коэффициент уязвимости ГТС ($0 < v < 1$).

По показателю опасности превышения, принятых при обосновании конструкции сооружений, природных нагрузок и воздействий для ГТС Верхнепереконновского водохранилища, отсутствует возможность возникновения (развития) потенциально опасных воздействий природного и техногенного характера: за 35-ти летний период эксплуатации максимальный объем наполнения водохранилища паводковыми водами составлял не более 49,8 млн. м³ (1995 год), 45,00 млн. м³ (1998 год), не достигая проектного объема при отметке НПУ = 78,0 м – 65,7 млн. м³.

Режим эксплуатации и мониторинг безопасности ГТС отвечают нормативным требованиям. Эксплуатирующей организацией проводятся регулярные обследования сооружений: ежедневные дежурными весной (до и после паводка); в середине лета и осенью перед ледоставом.

Интегральный код показателей опасности для наиболее тяжелого сценария аварии составит 0100, а для вероятного сценария аварии – 0110.

Для тяжелого сценария аварии коэффициент опасности $\lambda = 0,0067$, для вероятного сценария аварии $\lambda = 0,1667$.

Для тяжелого сценария аварии коэффициент уязвимости подпорного сооружения, соответствующий коду 0100, составит $\nu = 0,05$.

Для вероятного сценария аварии коэффициент уязвимости подпорного сооружения составит $\nu = 0,05$.

В соответствии с полученными коэффициентами опасности λ и уязвимости ν коэффициент риска аварии на перегораживающем сооружении составляет:

- для тяжелого сценария аварии $D_a = 0,0003$,
- для вероятного сценария аварии $D_a = 0,0083$.

ГТС Толстовского водохранилища соответствуют «нормальному уровню безопасности» $D_a < 0,15$.

Вероятность возникновения аварии P_a (ГТС) рассчитывается по формуле:

$$P_a(ГТС) = 0,5 \operatorname{erfc} \left[\frac{\beta \ln(D_a / D_k)}{\ln(D_{don} / D_k)} \right],$$

где D_k – катастрофическое значение дозы вредного воздействия ($D_k = 1,0$);

D_{don} – допустимое значение дозы вредного воздействия, выше которого не обеспечивается нормальный уровень безопасности ГТС ($D_{don} = 0,15$);

β – коэффициент вероятности, зависящий от класса капитальности гидротехнического сооружения (для III класса $\beta = 2,0$).

Для тяжелого сценария аварии $P_a = 0,00001 = 1 \cdot 10^{-5}$ 1/год. Для вероятного сценария аварии $P_a = 0,00002 = 2 \cdot 10^{-5}$ 1/год.

Выводы. Согласно классификации уровня риска, риск вероятности возникновения аварии ГТС можно оценить как приемлемый (допустимый), так как полученные значения вероятности возникновения аварий на напорных ГТС III класса составляют менее $2,5 \cdot 10^{-3}$ 1/год, то есть не превышает предельно допустимого уровня риска [5].

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод о том, что в настоящее время ГТС Верхнепереконновского водохранилища находятся в работоспособном состоянии. В 2010-2011 гг. проведены капитальный ремонт крепления верхового откоса плотины железобетонными плитами и реконструкция водосбросного сооружения соответственно.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 10.01.1996 г. №4 –ФЗ (ред. от 31.12.2014 г) «О мелиорации земель».

2. Российская Федерация. Правительство РФ. Об утверждении Методики определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений) [Электронный ресурс]: [Утверждена приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 10.12.2020 № 516].

3. Расчет вероятного вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнических сооружений Верхнепереконновского водохранилища, расположенного в Ершовском районе Саратовской области. Согласовано: Министр природных ресурсов и экологии Саратовской области К.М. Доронин. – Саратов, 2021 г.

4. Российская Федерация. Правительство РФ. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 с изменениями и дополнениями от 20 декабря 2019 г. № 1743.

5. ГОСТ Р 22.2.09-2015. Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений. – Введ. 2016-06-01.- М.: Стандартинформ, 2019. – 23 с.

С.Н. Салиенко

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ РЫБОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И УСТРОЙСТВ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация: Обосновывается необходимость проведения мер по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания при эксплуатации гидротехнических сооружений, осуществляющих забор (изъятие) водных ресурсов. Приводятся предварительные результаты выполнения опытно-конструкторских работ в рамках государственной аграрной политики по Государственному заданию Минсельхоза России на 2021 год.

Ключевые слова: Водные биологические ресурсы, меры по сохранению, мелиорация, водозабор, гидротехнические сооружения, рыбозащитные сооружения, рыбозащитные устройства.

S.N. Salienko

Volga scientific research institute of hydraulic engineering and land reclamation, Engels, Saratov region, Russia

THE APPLICATION OF FISH PROTECTION STRUCTURES AND FACILITIES ON RECLAMATION HYDRAULIC STRUCTURES

Abstract: The necessity of carrying out measures of preserving water biological resources and their habitat when using water intake hydraulic structures is given. Here are the initial results of experimental design work within state agricultural policy according to the Russian Ministry of Agriculture State Target for 2021.

Key words: Water biological resources, preservation measures, land reclamation, water intake, hydraulic structures, fish protection structures, fish protection facilities.

Введение. Мелиорация – весьма сложный процесс, как в техническом отношении, так и экономическом, связанный со значительным использованием водных ресурсов. Основными водопотребителями являются оросительные системы. Осуществление отбора водных ресурсов оказывает негативное воздействие на водные биологические ресурсы (ВБР) и среду их обитания и требует серьезного подхода к вопросам их сохранения. Для сокращения ущерба, наносимого водозаборными сооружениями водным биоресурсам и среде их обитания, до размеров, не угрожающих естественному процессу воспроизводства рыбных запасов,

законодательством Российской Федерации предусмотрено проведение мер по сохранению ВБР и среды их обитания.

Согласно «Водного кодекса Российской Федерации» от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ, водопользователи, использующие водные объекты для забора (изъятия) водных ресурсов, обязаны принимать меры по предотвращению попадания рыб и других водных биологических ресурсов в водозаборные сооружения. При проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации гидротехнических сооружений должны предусматриваться и своевременно осуществляться мероприятия по охране водных объектов, а также водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

Статья 50 Федерального закона от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» содержит требования о сохранении водных биоресурсов и среды их обитания при осуществлении градостроительной и иной деятельности, в том числе архитектурно-строительном проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности, должны применяться меры по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания.

Статья 22 Федерального закона от 24.04.1995 г. № 52-ФЗ «О животном мире» регламентирует сохранение среды обитания объектов животного мира. Любая деятельность, влекущая за собой изменение среды обитания объектов животного мира и ухудшение условий их размножения, нагула, отдыха и путей миграции, должна осуществляться с соблюдением требований, обеспечивающих охрану животного мира.

При размещении, проектировании и строительстве сооружений и других объектов, совершенствовании существующих и внедрении новых технологических процессов, мелиорации земель и осуществлении других видов хозяйственной деятельности должны предусматриваться и проводиться мероприятия по сохранению среды обитания объектов животного мира и условий их размножения, нагула, отдыха и путей миграции, а также по обеспечению неприкосновенности защитных участков территорий и акваторий.

В соответствии с п. 2 «Положения о мерах по сохранению водных биологических ресурсов», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 29 апреля 2013 г. № 380, одной из основных мер по сохранению биоресурсов и среды их обитания является установка эффективных рыбозащитных сооружений в целях предотвращения попадания биоресурсов в водозаборные сооружения в случае, если планируемая деятельность связана с забором воды из водного объекта рыбохозяйственного значения и (или) строительством и эксплуатацией гидротехнических сооружений.

Свод правил СП 101.13330.2012 (с Изменением № 1) «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения.

Актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87» определяет основные требования к конструкции, параметрам, условиям применения и эффективности рыбозащитных устройств и сооружений для применения в водоемах, водотоках и морях. Эффективность рыбозащитных сооружений и устройств для рыб размером от 12 мм и выше должна быть не менее 70 %.

Эффективность рыбозащитных сооружений определяется в срок не позднее двух лет с даты их ввода в эксплуатацию по результатам испытаний (мониторинга) рыбозащитных сооружений в соответствии со Сводом правил СП 101.13330.2012 (с Изменением № 1).

Испытания по определению эффективности рыбозащитных сооружений осуществляются на основании данных, полученных в ходе натурных исследований по учету попадания и гибели рыб в гидротехнических сооружениях и (или) устройствах забора воды, которые должны проводиться не реже одного раза в каждый сезон года работы водозабора.

Сведения о проведенных испытаниях по определению эффективности рыбозащитных сооружений представляются в федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по федеральному государственному контролю (надзору) в области рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов, т.е. в Федеральное агентство по рыболовству.

Насосные станции мелиоративных систем имеют свои особенности работы – водопотребление от нескольких л/с до десятков м³/с, сезонность забора воды и т. д. Забор воды начинается уже ранней весной и зачастую совпадает с периодом нереста рыбы и нагула молоди. Отсутствие эффективной рыбозащиты подрывает основы воспроизводства рыб: икра, личинки, подрастающая молодь, попадают в водозаборные сооружения и гибнут. Оснащение водозаборных сооружений насосных станций эффективными рыбозащитными сооружениями и устройствами является важнейшей мерой по сохранению биоресурсов и среды их обитания.

ФГБУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» один из немногих научно-исследовательских институтов в Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации занимается разработкой эффективных рыбозащитных сооружений и устройств для водозаборных сооружений мелиоративного назначения, проводит испытания по определению эффективности рыбозащитных сооружений и устройств на мелиоративных водозаборах и гидротехнических сооружениях различного типа и назначения.

Отдел по рыбозащите существует на базе ФГБУ «ВолжНИИГиМ» многие годы. Специалистами с большим опытом научной работы в данном направлении за годы работы были разработаны многие рыбозащитные сооружения и устройства, например, рыбозащитное устройство типа «Конусная сетка с рыбоотводом (КСР)».

КСР оборудованы многие водозаборные сооружения различного назначения России, в том числе насосные станции мелиоративных объектов (рисунок 1). Результаты исследований КСР показали высокую

эффективность защиты более 80 % с учётом выживаемости и отведения рыб в жизнеспособном состоянии в безопасное место водного объекта. КСР включено в Свод правил СП 101.13330.2012 (с Изменением № 1) для оснащения водоприёмников гидротехнических сооружений и (или) устройств забора воды в водоемах и водотоках.



Рисунок 1 – Рыбозащитное устройство типа «Конусная сетка с рыбоотводом (КСР)»

Разработка и внедрение современных, эффективных рыбозащитных сооружений и устройств базируются на комплексном использовании знаний различных областей науки (физика, химия, биология, метеорология, геодезия, геология, экономика). Так, например, выбор типа РЗС и места его размещения необходимо определять на основании технико-экономического сравнения вариантов с учетом оценки показателей эффективности защиты рыб, рыбохозяйственной характеристики, гидрологических, гидравлических условий водного объекта, конструктивных решений и технических характеристик водозаборного сооружения и других данных.

Разработка и внедрение современных, эффективных рыбозащитных сооружений и устройств в соответствии с требованиями СП 101.13330.2012 (с Изменением № 1) с применением новейших технологий, материалов и других разработок в области науки и техники позволит:

- обеспечить эффективность работы рыбозащитных сооружений и устройств не менее чем 70 % для рыб размером от 12 мм и более;
- снизить величину ущерба, наносимого водным биоресурсам и среде их обитания, что напрямую приведет к минимизации величины штрафных санкций на проведение компенсационных мероприятий по восстановлению состояния водных биоресурсов;

– снизить негативное воздействие на ВБР и сохранить запасы рыбных ресурсов в водоемах России для обеспечения максимально устойчивой добычи (вылова) ВБР и их биологического разнообразия, что даст положительную динамику в рамках реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса»;

– сократить возможность привлечения к предусмотренным видам ответственности как должностных, так и юридических лиц.

По научным вопросам разработки мер по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания специалисты ФГБУ «ВолжНИИГиМ» сотрудничают со специалистами многих научно-исследовательских институтов и организаций, в том числе ГосНИОРХ, КаспНИРХ, ЦУРЭН, ИБВВ РАН и другие.

По Государственному заданию Минсельхоза России на 2021 год ФГБУ «ВолжНИИГиМ» проводит прикладные научные исследования, выполнение опытно-конструкторских работ и предоставление консультационной помощи в рамках государственной аграрной политики. В числе работ проведение исследований, оценка технического состояния и эффективности работы рыбозащитных устройств на оросительных системах Поволжья и разработка типового проекта рыбозащитного устройства для блочной насосной станции с расходом воды до $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$.

В настоящее время разработан типовой проект комбинированного двухконтурного рыбозащитного устройства (КДРУ) для блочной насосной станции с. Степное Саратовской области с расходом $0,175 \text{ м}^3/\text{с}$ (рисунок 2).

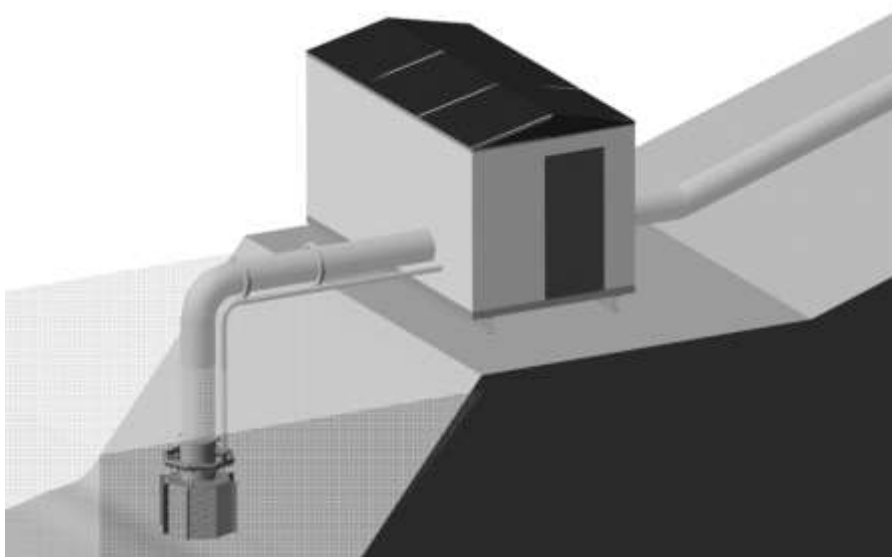


Рисунок 2 – Внешний вид блочно-модульной насосной станции (БМНС) с. Степное Саратовской области

Комбинированное двухконтурное рыбозащитное устройство КДРУ (рисунок 3) является современным, эффективным, экологически безопасным, надежным и экономичным средством рыбозащиты, обеспечивает

нормативную эффективность защиты рыб в морях, водотоках и водоёмах любого типа, в условиях переменных направлений и скоростей течений в зависимости от ветровых, сгонно-нагонных, приливно-отливных, температурных, техногенных и иных явлений.

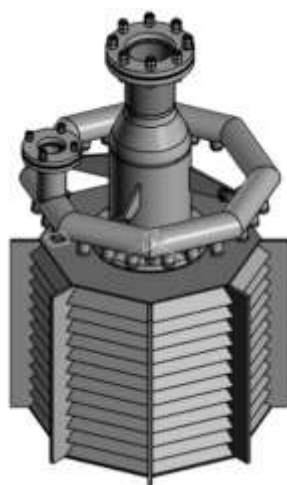


Рисунок 3 – Разрабатываемый блок комбинированного двухконтурного рыбозащитного устройства КДРУ-175 для БМНС

Принцип действия комбинированного двухконтурного рыбозащитного устройства КДРУ заключается в сочетании поведенческого и физического принципов рыбозащиты и основан на вызове ответной реакции рыб на пластинчатый двухконтурный экран и гидравлическую завесу, в комплексе обеспечивающие эффективную защиту рыб более 70 % для рыб от 12 мм и более и отведение их в жизнеспособном состоянии в безопасное место водного объекта. КДРУ полностью отвечает требованиям СП 101.13330.2012 (с Изменением № 1).

Заключение. При эксплуатации гидротехнических сооружений, осуществляющих забор (изъятие) водных ресурсов из водных объектов рыбохозяйственного значения, необходимо проведение мер по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания. Одной из таких мер является применение эффективных рыбозащитных сооружений и устройств.

Разработка и внедрение современных, эффективных рыбозащитных сооружений и устройств, отвечающих требованиям СП 101.13330.2012 (с Изменением № 1), позволит повысить эффективность работы рыбозащитных сооружений и устройств не менее чем 70 % для рыб размером от 12 мм и более, снизить величину ущерба, наносимого водным биоресурсам и среде их обитания, и сохранить запасы рыбных ресурсов в водоемах России.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

УДК 631.347

Б.Н. Бельтиков

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область, Россия

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГООПОРНЫХ ШИРОКОЗАХВАТНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН И ПУТИ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Аннотация: В статье затронуты вопросы применения широкозахватных дождевальных машин на этапах развития мелиорации. Указаны технико-эксплуатационные достоинства и недостатки ирригационной техники. Затронут вопрос дальнейшего совершенствования дождевальных машин.

Ключевые слова: мелиорация земель, технические средства, широкозахватные дождевальные машины, импортозамещение, технико-эксплуатационные показатели.

B.N. Beltikov

Volga scientific research institute of hydraulic engineering and land reclamation»,
Engels, Saratov region, Russia

EXPERIENCE OF APPLICATION OF MULTI-SUPPORT WIDE SPRAYING MACHINES AND WAYS OF THEIR IMPROVEMENT

Abstract: The article deals with the use of wide-span sprinklers at the stages of development of land reclamation. The technical and operational advantages and disadvantages of irrigation equipment are indicated. The issue of further improvement of sprinklers was raised.

Key words: land reclamation, technical means, wide-span sprinklers, import substitution, technical and operational indicators.

Введение. Одним из важнейших элементов развития сельского хозяйства является мелиорация земель. Именно она, являясь локомотивом индустрии, вовлекает в производственный цикл науку, передовые решения, инновационные технические средства обеспечивая прогрессивное развитие отрасли, и как следствие служит гарантом высокой производительности сельскохозяйственной продукции. Орошение позволяет минимизировать отрицательные климатические воздействия при возделывании сельскохозяйственных культур, что является залогом эффективного использования сельскохозяйственных площадей.

Низкие показатели характеристик как в количественном, так и в качественном отношении орошаемых земель и применяемой в ирригационном цикле технических средств подводят к необходимости безотлагательному решению ключевой задачи по восстановлению прежних и введению новых орошаемых земель в сельском хозяйстве Российской Федерации. Разрешение указанной проблематики должно основываться на платформе инновационного и комплексного подхода, в рамках временного дефицита, при эффективном использовании государственных средств, учитывая опыт предыдущих лет проведения мероприятий, связанных с развитием мелиорации земель.

Для обеспечения ирригационных мероприятий при производстве сельскохозяйственной продукции применяются, в том числе, широкозахватные дождевальные машины, которые благодаря своей конструктивной особенности позволяют повысить удельный показатель (на единицу техники) охвата площади искусственным дождём, включать элементы энергосбережения, интегрировать в процесс автоматические системы управления. Имеют возможность эксплуатации как в одиночном плане так и в групповом применении.

Материалы и методы исследований. По способу перемещения широкозахватные дождевальные машины можно разделить на три основные категории: радиальные, дождевальное крыло перемещается по кругу вокруг одной неподвижной опоры; фронтальные, дождевальное крыло расположено перпендикулярно оси движения; продольно-осевые, дождевальное крыло расположено параллельно оси движения.

Из истории известно, своё стремительное развитие мелиорация получила, и, орошение земель в частности, в нашей стране (тогда ещё СССР) благодаря проводимым мероприятиям по реализации постановления майского Пленума 1966 года и октября 1984 года. Как результат площадь орошаемых земель возросла с 9,8 до 19,7 млн. га. В этот период уделено пристальное внимание разработкам и последующему внедрению в производственный цикл широкозахватных дождевальных машин. В СССР большое применение получили широкозахватные ДМ именно фронтального передвижения, объём их составлял около 60% от всех применяемых ирригационных технических средств, однако в мире в настоящее время в процесс ирригации земель значительно интегрированы широкозахватные машины кругового передвижения, их объём составляет, в Российской Федерации - 41,8%, в США - 50,2% и менее востребованы технические средства фронтального действия, которые характеризуются показателями в 16,4% и 13,3% соответственно [2].

Для орошения земель в сельское хозяйство массово поставлялись широкозахватные ДМ, работающие от открытой и закрытой оросительной сети. С различной эффективностью использовались на ранних стадиях дождевальные конструкции, устанавливаемые на тракторную технику - ДДА-70, ДДА-100. Применялись колёсные дождевальные трубопроводы с тепловым приводом (бензиновый двигатель «Дружба-4») ДКШ-64

«Волжанка». Ещё одной разновидностью фронтальных машин служили колёсные дождевальные трубопроводы с гидравлическим приводом типа ДКГ-80 «Ока» и электрифицированная машина ДФ-120 «Днепр». Широкое применение в мелиоративном процессе позднее нашли применение широкозахватные ДМ ферменной конструкции фронтального движения такие как: «Коломенка-100», «Кубань-Л», «Кубань-М», «Ладога».

Результаты исследований. Основные преимущества технико-эксплуатационных характеристик конструкции широкозахватных фронтальных ДМ (в том числе перед машинами кругового действия):

1. Основным, безусловным достоинством фронтальной дождевальной установки является обеспечения процесса орошения высоким коэффициентом земельного использования (КЗИ) орошаемой площади, приближен к единице. Машина кругового движения характеризуется меньшими эксплуатационными возможностями, КЗИ варьируется в пределах 0,82-0,84. Показатели КЗИ взяты при применении классической технологической схемы использования дождевальных машин - «одна машина на одном поле, позиции», возможность использования круговых машин на нескольких позициях испытывает затруднение в связи с усложнённой технологической картой проводимых работ и повышенной трудоёмкостью.

2. Удобство в применении норм полива под разные культуры. Машины данного класса по своим технико-эксплуатационным показателям в лучшей степени отвечают для выполнения задач по орошению площадей занятых овощеводством. Имеется возможность более эффективно, в отличие от технических средств полива кругового действия, поливать прямоугольные площади при задаче различных норм полива путём изменения скорости движения машины и кратности её прохождения по участкам.

3. При эксплуатации фронтальных широкозахватных установок, в связи с возможностью её прямолинейного перемещения по меняющимся площадям или использования по ипподромной технологической схеме движения, существует возможность повышения показателя сезонной нагрузки дождевальной машины.

4. В связи с конструктивной особенностью дождевальной машины в процессе ирригационных мероприятий существует возможность выбора отношения длины и ширины площади, что повышает эффективность использования технических средств полива.

5. Обеспечение работы ирригационной техники фронтального передвижения позволяет наличие как открытой, так и закрытой оросительной сети в то время когда машины кругового действия запитываются поливной водой от оросительной сети закрытого типа. Данное обстоятельство даёт возможность проводить мероприятия по орошению без обеспечения ирригационной площади закрытой оросительной системой.

Недостатки в технико-эксплуатационных особенностях широкозахватных дождевальных машин фронтального передвижения.

1. Конструктив данных технических средств орошения сопряжен с трудностями подключения к линиям электропитания от стационарного

снабжения и в общем случае обеспечение работы ирригационной установки электричеством происходит от генератора, приводимого в действие от двигателя внутреннего сгорания, установленного на центральной подвижной опоре машины.

2. Понижен коэффициент полезного действия механизмов приводимых машину в движение (среднее КПД двигателя внутреннего сгорания равен 35%) непосредственно тягового электродвигателя составляет 90-95%. Данное обстоятельство в целом приводит к удорожанию проводимых мелиоративных мероприятий.

3. Применение двигателя внутреннего сгорания для получения механической энергии, обеспечивающей передвижение дождевальной машины на позиции, влечёт организацию дополнительных мероприятий, которые требуют отвлечение определённых сил и средств орошения. Проведение технического обслуживания, текущего и капитального ремонта.

Указанные мероприятия требуют дополнительных организационных действий. Необходимо решение задач по логистической схеме своевременной доставки запасных частей, комплектующих и расходных материалов. Привлечение высококвалифицированного персонала (в том числе мотористов). Содержание развитой ремонтной базы. Наличие временного ресурса для проведения работ. Только по трудоёмкости выполнения технологической карты технического обслуживания широкозахватной машины при сезонной загрузке в 1000 часов оценивается более 618 часов. То есть на один час работы дождевальной машины требуется 35 минут проведения регламентных работ по обеспечению технического обслуживания.

4. Дискретный характер эксплуатации дождевальной машины влекут различные нагрузки на ходовую часть и конструкцию.

Ограниченность свободного движения машины. Длина подводящего рукава составляет 100 метров, что определяет необходимость многократного переподключения данного рукава в процессе работы машины, постоянное присутствие оператора, износ фитингов.

Трансмиссия и электродвигатели испытывают периодическую нагрузку при поливе и наличия холостого хода в процессе орошения, снижается КПД машины. Необходимость технологического сброса поливной воды при холостых перегонах ДМ и переподключение рукава.

Движение машины по влажной почве влечёт пробуксовку колёс опорных башен, снижение КПД машины.

5. Необходимость в обустройстве технологической полосы по оси поля с целью обеспечения движения центральной подвижной опоры и перемещения подводящего рукава.

Выводы: Не смотря на то, что широкозахватные дождевальные машины как фронтального передвижения, так и кругового имеют в своей конструктивной основе ряд существенных технико-эксплуатационных недостатков, они занимают основную долю в ирригационном процессе площадей и обладают дифференцированными уникальными

характеристиками. Применение в частных случаях дождевальных машин различного класса позволяет повысить эффективность проводимых мелиоративных мероприятий при производственном цикле сельскохозяйственной продукции. Массовое применение широкозахватных дождевальных машин фронтального передвижения на ранней стадии развития мелиорации в стране нашло своё отражение в связи с неприхотливостью данных машин к условиям наличия определённой инфраструктуры орошаемой площади (закрытая оросительная сеть, электроснабжение). В то же время малая популярность таких машин в настоящее время определена необходимостью отвлечения значительных сил и средств для организации эксплуатационных мероприятий. Актуализация данной проблематики возрастает при форсирование процесса импортозамещения мелиоративной техники. С целью удовлетворения высокого спроса производителя сельскохозяйственной продукции в обеспечение надёжной, эффективной, рентабельной и качественной дождевальной техники с широкой линейкой номенклатуры машин необходимо активизировать мероприятия по разработке, совершенствованию и дальнейшему выпуску широкозахватных дождевальных машин. В настоящее время вопрос о выпуске дождевальной техники данного класса в нашей стране остаётся открытым.

Закключение. Таким образом, путь решения основывается на создание унифицированной ирригационной установки, которая в своём конструктиве воплотит достоинства широкозахватных машин фронтального и кругового действия с минимизацией их технико-эксплуатационных недостатков. Возможность работы от стационарных электросетей и собственного генератора (автономного источника электроэнергии), в режиме фронтального, кругового передвижения и иметь набор других опций позволяющие решать многогранные задачи орошения в различных конкретных условиях.

Библиографический список

1. Гусейн-заде, С.Х. Многоопорные дождевальные машины / С.Х. Гусейн-заде, Л.А. Перевезенцев, В.И. Коваленко, В.Г. Луцкий // М.; Колос, 1984.-191 с.
2. Ольгаренко, Г.В. Экономическая оценка широкозахватных дождевальных машин / Г.В. Ольгаренко // Проблема устойчивого развития мелиорации и рационального природопользования. Том II. Материалы юбилейной международной научно-практической конференции (Костяковские чтения). - М.: Изд. ВНИИА, 2007.- С. 384-395.

Н.Ф. Рыжко, Н.В. Рыжко, Е.А. Шишенин

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область, Россия

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПОЛИВЕ МНОГООПОРНЫМИ ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Аннотация: В статье приводится описание дальнейшего совершенствования низконапорных ДМ «Фрегат», в том числе и с гидроцилиндрами 152 мм, за счёт модернизации линии подачи воды в цилиндры для увеличения скорости передвижения машины и оптимизации нормы полива. Для снижения давления с 0,47-0,6 МПа до 0,17-0,33 МПа (в 1,9-2,7 раза) на входе низконапорных ДМ «Фрегат» (длина 199-463 м) с дополнительным полиэтиленовым трубопроводом предлагается использовать небольшую гидротурбину, которая через редуктор соединена с насосом. При расходе воды насоса 5-7 л/с давление в дополнительном полиэтиленовом трубопроводе повышается до 0,45-0,5 МПа, что обеспечивает стабильную работу гидропривода и высокую скорость передвижения машины (4,5-5,5 ход/мин) соответствующую стандартной высоконапорной машине.

Ключевые слова: дождевальная машина, давление на входе в машину, потери по длине трубопровода машины, напор на насосной станции, расход воды, энергозатраты на полив.

N.F. Ryzhko, N.V. Ryzhko, E.A. Shishenin

Volzhsy Research Institute hydraulic engineering and melioration»,
Engels, Saratov region, Russia

ENERGY SAVING WITH MULTI-SUPPORT SPRINKLERS - NEW OPPORTUNITIES

Abstract: The article provides a description of the modernization of control valves, filters and hydraulic lines which supplying water to cylinders with a diameter of 152 mm of low-pressure "Fregat" sprinkling machine, which provides operation with water flow rate of 28-90 l/s and with inlet pressure of 0,27-0,43 MPa (pressure decrease by 1,46-1,74 times). Modernization of the carts hydraulic line increases the speed of the machine by 1,5 times in comparison with the serial sprinkling machine. To reduce the pressure from 0,47-0,6 MPa to 0,17-0,33 MPa (1.9-2.7 times) at the inlet of low-pressure "Fregat" sprinkling machine (length 199-463 m) with an additional polyethylene pipeline it is proposed to use a small hydraulic turbine, which is connected to the pump through a reducer. With water flow rate of a pump of 5-7 l/s, the pressure in the polyethylene pipeline rises to 0,45-0,5 MPa, which ensures stable operation of the hydraulic drive and a high speed of movement of the machine (4,5-5,5 strokes/min) corresponding to the standard high-pressure sprinkling machine.

Keywords: sprinkling machine, water pressure at the machine inlet, water loss along the length of the machine pipeline, pressure at the pumping station, water consumption, energy consumption for irrigation.

Введение. Согласно программе «Развитие мелиоративного комплекса России» на период с 2019-2025 гг. планируется введение новых орошаемых земель на площади 867 тыс. га, что потребует произвести и поставить на рынок России порядка 10 тысяч многоопорных дождевальных машин [8]. Такие машины отличаются высокой производительностью при работе в автоматическом режиме и при обслуживании одним оператором одновременно 3-4 установок. Многоопорные дождевальные машины поливают значительные площади – от 40 до 100 га и более, в зависимости от размеров каждого поля [3, 4].

На первом этапе использования многоопорных дождевальных машин эксплуатировались высоконапорные ДМ «Фрегат», обеспечивающие полив при давлении 0,5-0,7 МПа. Энергоёмкость подачи 1000 м³ воды таких ДМ достигала очень значительных размеров – 360-480 кВт·ч. В настоящее время существует и внедряется несколько вариантов модернизации ДМ «Фрегат» на низконапорный режим работы, это обеспечивает полив при пониженном давлении на входе – 0,4-0,45 МПа [4-7]. Но недостатком низконапорных ДМ «Фрегат» с гидроцилиндрами 152 мм является небольшая скорость движения и увеличение времени оборота с 50 до 90 час. Также актуальными являются работы по дальнейшему снижению давления на входе в машину и по повышению надёжности работы закрытой оросительной сети.

Цель данных научных исследований – модернизация многоопорных дождевальных машин с гидроприводом для экономии электроэнергии на полив и обеспечения энергосберегающих технологий орошения.

Материалы и методы. Исследования по эффективности энергосберегающих технологий полива многоопорными машинами проводились в период с 2014 по 2019 г.г. на орошаемых участках Энгельсской, Приволжской и Комсомольской ОС, а также в отдельных орошаемых хозяйствах Саратовской и Волгоградской области.

При оценке технических параметров модернизированных машин определяли давление на входе в машину и на выходе насосной станции, потери по длине трубопровода, расход воды, скорость движения машины при различных нормах полива, энергозатраты на полив и другие параметры [3].

Согласно рекомендациям Б.М. Лебедева и нашим исследованиям [3] оптимальный режим распыла для дефлекторных насадок должен находиться в пределах: $P/D = 0,01-0,02$ МПа/мм. Для насадок диаметром 8-10 мм требуется давление порядка 0,15-0,2 МПа. В средней части машины, где применяются насадки диаметром 5-6 мм, оптимальное давление должно составлять порядка 0,08-0,12 МПа. Большинство иностранных дождевателей Sinniger и Nelson однако работают при не достаточном давлении - 10-15 psi (0,066-0,1 МПа).

Напор на входе дождевальной машины ($H_{\text{ДМ}}$) определяется напором последних дождевальных насадок ($H_{\text{к}}$), потерями напора по длине трубопровода ($h_{\text{п}}$) и геодезическим перепадом ($h_{\text{г}}$):

$$H_{\text{ДМ}} = H_{\text{к}} + h_{\text{п}} + h_{\text{г}} \quad (1)$$

Напор на насосной станции ($H_{\text{НС}}$) определяется напором наиболее удаленных дождевальных машин и максимальным расходом ($H_{\text{ДМ}}$):

$$H_{\text{НС}} = H_{\text{ДМ}} + h_{\text{п}} + h_{\text{г}} \quad (2)$$

Мощность, потребляемая электродвигателем ($N_{\text{э}}$) при поливе, в основном определяется расходом воды (Q) и напором на насосе (H):

$$N_{\text{э}} = Q \cdot H / 102 \cdot \eta \quad (3)$$

Таким образом, для экономии электроэнергии на поливе в первую очередь необходимо снижать напор на выходе насосной станции и на входе дождевальных машин.

Результаты и обсуждение. Для повышения скорости движения низконапорных ДМ «Фрегат» с гидроцилиндрами 152 мм предлагается провести модернизацию клапанов регулирующих, фильтров и гидравлических линий, подающих воду в цилиндры (заявка на патент 2021106585).

Дождевальная машина (рис. 1) состоит из неподвижной опоры 1, водопроводящего трубопровода 2 с дождевальными насадками 3, смонтированного на опорных тележках 4 с гидроцилиндрами 5 и колёсами 6.

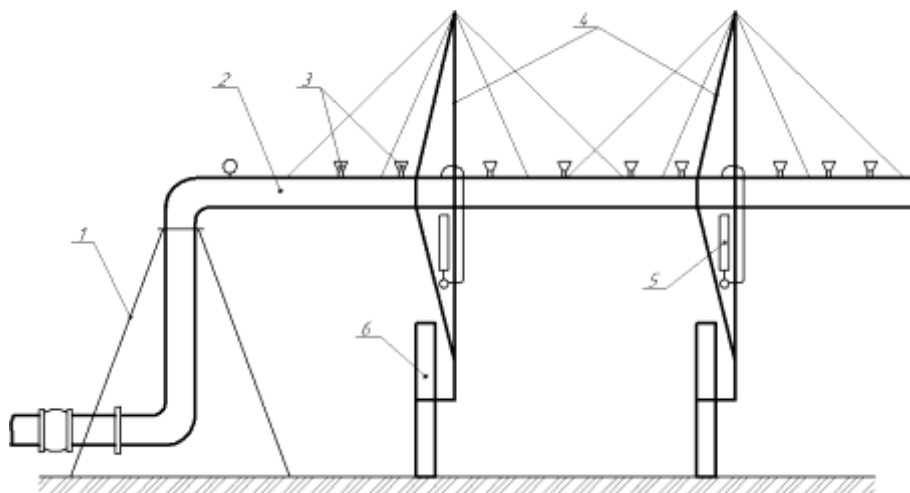


Рис. 1. Схема низконапорной дождевальной машины «Фрегат»

Напорная линия гидроцилиндра 5 (рис. 2а) состоит из напорного рукава 7, по которому вода подаётся из водопроводящего трубопровода 2 через фильтр 8, трубу фильтра 9 и штуцер 10 в регулирующий клапан 11 и далее – в клапан-распределитель 12. Диаметр гидроцилиндра 5 увеличен с 122 до 152 мм. Регулирующий клапан 11 (рис. 2б) состоит из корпуса 13, гайки 14, штока 15 и плоского клапана 16 с уплотнительным резиновым кольцом 17. Диаметр штока 15 в нижней его части уменьшен с 10 до 6 мм (в 1,7 раза). Внутренний диаметр напорного рукава 7 увеличен с 18 до 25 мм (в 1,39 раза), а внутренние диаметры штуцеров 10 и трубы фильтра увеличены с 15 до 20 мм (в 1,33 раза).

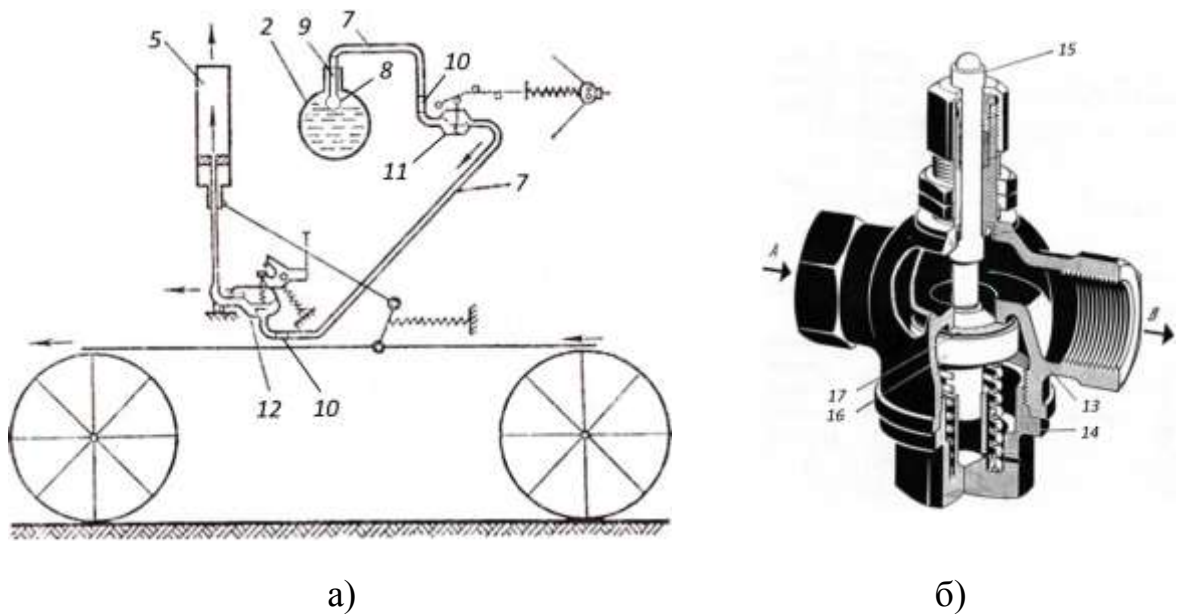


Рис. 2. Модернизация гидропривода тележки (а) и клапана регулирующего (б)

Преимущество низконапорной дождевальной машины в том, что машина, работающая при низком давлении, обеспечивает увеличение скорости движения машины в 1,5 раза. Это достигается за счёт снижения потерь в напорной линии гидроцилиндра 5, где внутренний диаметр напорного рукава 7 увеличен с 18 до 25 мм (в 1,39 раза), а внутренние диаметры штуцеров 10 и трубы фильтра 9 увеличены с 15 до 20 мм (в 1,33 раза). Уменьшение диаметра штока 15 в нижней его части с 10 до 6 мм (в 1,7 раза) и применение плоского клапана (исключены направляющие клапана) увеличивают проходное отверстие регулирующего клапана и снижают потери на напорной линии гидроцилиндра 5. Всё это в совокупности увеличивает скорость движения тележек и сокращает продолжительность полива орошаемого участка, а также оптимизирует норму полива в весенний период.

Для ДМ «Фрегат» марки ДМУ-Б-463-90 при расходе воды 90 л/с, потери давления по длине трубопровода составили 0,18 МПа [3], а при требуемом давлении на последней дождевальной насадке 0,15 МПа, необходимое давление на входе машины равно: $P_{вх} = 0,18 + 0,15 = 0,33$ МПа. Для модификации ДМУ-А-199-28 необходимо давление $P_{вх} = 0,02 + 0,15 = 0,17$ МПа. Фактически для передвижения низконапорной машины «Фрегат» с дополнительным полиэтиленовым трубопроводом необходимо более высокое давление – 0,41-0,45 МПа [4-7].

Чтобы обеспечить работу ДМ «Фрегат» при давлении на входе 0,17-0,33 МПа на неподвижной опоре необходимо смонтировать небольшую гидротурбину, которая через редуктор соединена с насосом (расходом воды 5-7 л/с). Насос позволит повысить давление до 0,45-0,5 МПа в дополнительном полиэтиленовом трубопроводе и осуществить подачу воду только на гидроприводы тележек (патент 203047) [1].

Дождевальная машина (рис. 3) состоит из неподвижной опоры 1, самоходных тележек 2 с гидроприводами 3, основного стального трубопровода 4 и дополнительного полиэтиленового трубопровода 5. Полиэтиленовый трубопровод 5 обеспечивает подачу воды на гидроприводы 3 тележек 2 при помощи седёлок 6. В поворотное колено 7 неподвижной опоры 1 монтируется дисковый затвор 8. Подача воды в полиэтиленовый трубопровод 5 осуществляется через фильтр тонкой очистки 9, который установлен в поворотном колене 7 до дискового затвора 8. Для полива используются устройства приповерхностного дождевания 10 с дождевальными насадками 11 типа «обратный конус». На поворотном колене 7 смонтирована гидротурбина 12, которая через редуктор 13 соединена с насосом 14, всасывающая линия которого осуществляет забор воды из фильтра 9, который установлен на поворотном колене 7 до дискового затвора 8. Насос 14, увеличивая давление воды, подаёт её в дополнительный полиэтиленовый трубопровод 5.

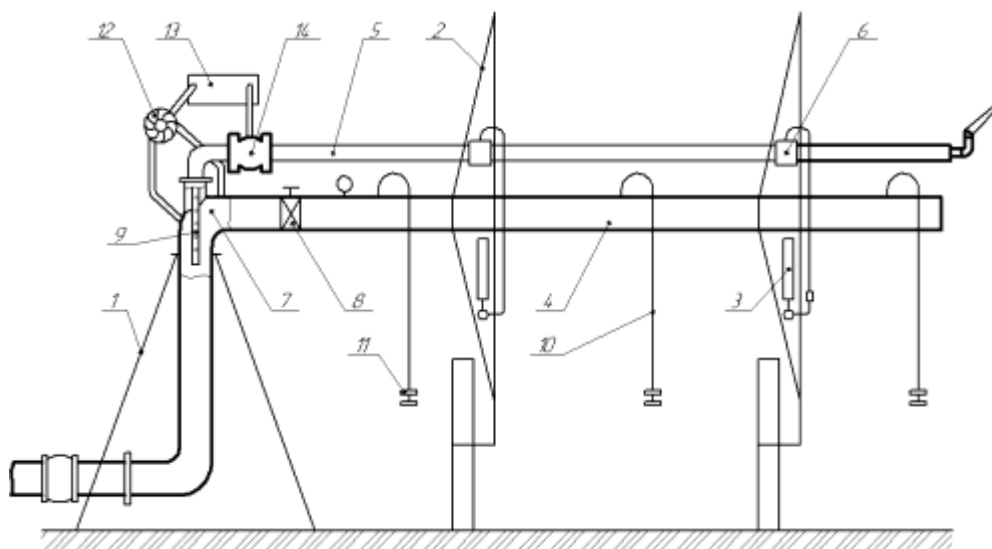


Рис. 3. Схема низконапорной ДМ «Фрегат» с дополнительным трубопроводом

Преимущество предлагаемой дождевальной машины в том, что она работает при низком давлении (0,17-0,33 МПа), и на насосной станции достаточно давление порядка 0,4-0,5 МПа, это позволит снизить потребление электроэнергии на насосной станции в 1,8-2,2 раза. Гидротурбина 12 и насос 14, используя энергию оросительной воды, повышают давление небольшой части воды (5-6 л/с) до 0,45-0,5 МПа, которое обеспечивает стабильную работу гидропривода и высокую скорость передвижения машины (4,5-5,5 ход/мин) соответствующую стандартной высоконапорной машине, работающей при 0,6-0,7 МПа. Дисковый затвор 8 позволяет регулировать расход воды машины при частичном его прикрытии, а при полном его закрытии обеспечивает передвижение машины без полива.

Заключение. Предложена модернизация клапанов регулирующих, фильтров и гидравлических линий, подающих воду в цилиндры диаметром 152 мм низконапорной ДМ «Фрегат», которая с расходом воды 28-90 л/с работает при давлении на входе 0,27-0,43 МПа (снижение давления в 1,46-1,74 раза) и обеспечивает увеличение скорости движения машины в 1,5 раза по сравнению с серийной машиной.

Для снижения давления на входе ДМ «Фрегат» (длина 199-463 м) с 0,47-0,6 МПа до 0,17-0,33 МПа (в 1,9-2,7 раза) предлагается использовать небольшую гидротурбину, которая через редуктор соединена с насосом с расходом воды 5-7 л/с, который обеспечит повышение давления в дополнительном полиэтиленовом трубопроводе до 0,45-0,5 МПа, подающем воду только в гидроприводы тележек (патент № 203047).

Библиографический список

1. Дождевальная машина: патент № 203047, РФ, МПК АО1G 25/09 / Н.Ф. Рыжко, Н.В. Рыжко, С.Н. Рыжко, Е.А. Шишенин [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «ВолжНИИГиМ». – № 2020132901, заявл. 06.10.2020, опубл. 19.03.2021, Бюл. № 8.

2. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические орошения/ Г.В. Ольгаренко [и др.]; Под ред. Г.В. Ольгаренко: справочник. - М., ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. - 264 с.

3. Рыжко Н.Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин / Н.Ф. Рыжко. – Саратов: ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2009. - 176 с.

4. Рыжко Н.Ф. Особенности низконапорных ДМ «Фрегат» в зависимости от условий эксплуатации /Н.Ф. Рыжко, С.Н. Рыжко, С.А. Хорин, С.В. Ботов, Н.В. Рыжко // Научная жизнь. - 2018. - №11.- С. 6-15.

5. Рыжко, Н.Ф. Новые технические разработки для обеспечения ресурсосбережения при поливе многоопорными дождевальными машинами / Рыжко Н.Ф., Н.В. Рыжко, С.Н. Рыжко, Е.А. Шишенин // Орошаемое земледелие, 2019. - № 4. - С. 13-16.

6. Рязанцев А.И. Механизация полива широкозахватными дождевальными машинами кругового действия в сложных условиях / А.И.Рязанцев. - Рязань, 1991. - 131с.

7. Фокин, Б.П. Современные проблемы применения многоопорных дождевальных машин / Б.П. Фокин, А.К. Носов. - Научное издание. - Ставрополь, 2011. - 80 с.

8. Федеральная целевая программа «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102168535&rdk=&backlink=1> (дата обращения 27.02.2020).

С.Н. Рыжко, Н.Ф. Рыжко, Е.С. Смирнов

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» г. Энгельс, Саратовская область, Россия

**ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ
УДОБРЕНИЙ ЧЕРЕЗ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЙ ТРУБОПРОВОД НА
ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИНАХ ТИПА «ВОЛГА»**

Аннотация: В статье приведено описание многоопорной дождевальной машины «Волга-ФК1» с полиэтиленовым трубопроводом. Показана технологическая схема подачи чистой воды и удобрительного раствора, при которой обеспечивается внесение удобрений только через полиэтиленовый трубопровод и устройства приземного орошения. В статье дан расчёт параметров технологического процесса внесения удобрений и диаметров полиэтиленовых труб.

Ключевые слова: дождевальная машина, внесение удобрений, полив, полиэтиленовый трубопровод, схема подачи удобрений, норма подкормки.

S.N. Ryzhko, N.F. Ryzhko, E.S. Smirnov

FSBSI «Volzhsky Research Institute hydraulic engineering and melioration»,
Engels, Saratov region, Russia

**TECHNOLOGY AND TECHNICAL MEANS FOR FERTILIZER
APPLICATION THROUGH A POLYETHYLENE PIPELINE ON VOLGA
TYPE SPRINKLING MACHINES**

Abstract: The article describes the «Volga-FK1» multi-support sprinkling machine with a polyethylene pipeline. A technological scheme for the supply of pure water and a fertilizer solution, in which fertilizers are applied only through a polyethylene pipeline and near-surface irrigation devices is shown. The article gives the calculation for the fertilizing technological process parameters and for the diameters of polyethylene pipes.

Keywords: sprinkling machine, irrigation.

Введение. Одним из резервов повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур, а также эффективности орошаемого земледелия является внесение минеральных удобрений с поливной водой. Многочисленные исследования, проведённые в последние годы, при капельном орошении различных сельскохозяйственных культур показывают о значительном эффекте гидроподкормки. Значительная эффективность её вызвана тем, что одновременно с подачей оросительной воды к растениям подаются удобрения в растворенном виде, что повышает их действие [1].

Одним из недостатков существующих дождевальных машины (ДМ) в том, что при гидроподкормке химически активные удобрения, гербициды и другие агрессивные вещества поступают с поливной водой в стальной трубопровод, а дефлекторные насадки распыляют и омывают химическим раствором все стальные части фермы и тележек, вызывая их значительную коррозию и снижая срок службы. Для устранения данного недостатка нами предлагается ДМ, которая обеспечивает подачу агрессивных химических веществ и удобрений только через полиэтиленовые трубопроводы, которые не подвержены коррозии, а также устройства приземного орошения (УПО).

Результаты и обсуждение. Предлагается дождевальная машина (рис. 1, 2) состоит из неподвижной опоры 1, стальной фермы 2, включающей водопроводящий стальной трубопровод 3, раскосы 4 и шпренгели 5, смонтированные на тележках 6 с колёсами 7. Снизу стального трубопровода 3 смонтирован полиэтиленовый трубопровод 8, который хомутами 9 закреплён на трубопроводе 3. Для полива используются устройства приземного орошения 10, на нижнем конце которых установлены дождевальные дефлекторные насадки 11. В средней части машины (на третьей и второй ферме от конца машины) прокладываются дополнительные полиэтиленовые трубопроводы 12 малого диаметра, в которые через переходники 13 поступает вода из стального трубопровода 3. За вторым переходником 13 смонтирована заглушка 14, которая перекрывает подачу воды в концевую часть стального трубопровода 3 последней фермы 2. На конце полиэтиленового трубопровода 8 установлен концевой дождеватель 15. Устройства приземного орошения 10 подключены только к полиэтиленовым трубопроводам 8 и 12 посредством седёлок 16.

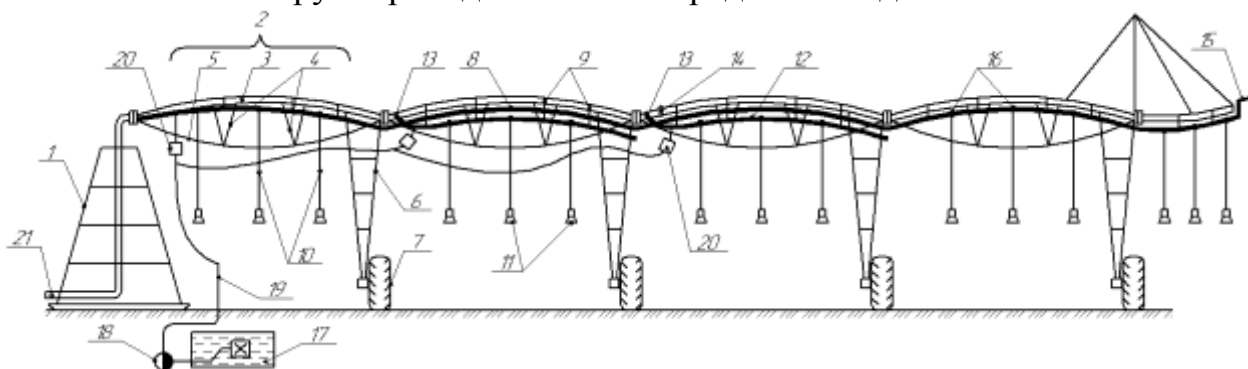


Рисунок 1 - Схема дождевальной машины для внесения удобрений и химических веществ через полиэтиленовый трубопровод

Возле неподвижной опоры установлена ёмкость 17 с раствором удобрений и гидроподкормщик 18, который напорной трубкой 19 подаёт концентрированный раствор в основной полиэтиленовый трубопровод 8 и в дополнительные полиэтиленовые трубопроводы 12 малого диаметра. Величина подачи концентрированного раствора пропорциональна расходу воды в полиэтиленовых трубопроводах 8 и 12, и достигается установкой дюз 20 с требуемым диаметром отверстия. Подача воды в неподвижную опору 1 осуществляется при помощи трубопровода 21.

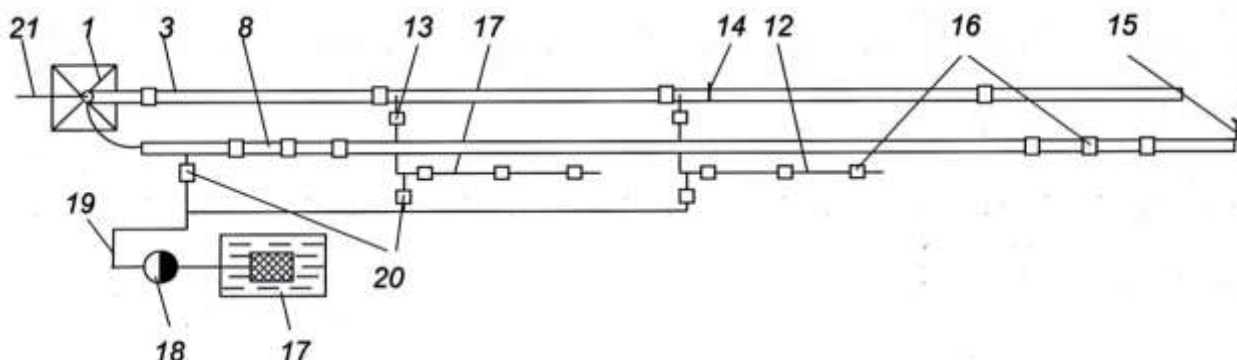


Рис. 2. Схема стального и полиэтиленовых трубопроводов на дождевальной машине при подаче удобрений с поливом

Работает дождевальная машина следующим образом. Вода под напором из стального трубопровода 21 поступает в неподвижную опору 1 и далее в стальную трубопровод 3 и полиэтиленовый трубопровод 8, а посредством переходников 13 в дополнительные полиэтиленовые трубопроводы 12 малого диаметра. Из полиэтиленового трубопровод 8 и дополнительных полиэтиленовых трубопроводов 12 вода при помощи седелок 16 поступает в устройства приземного орошения 10 и при помощи дождевальных дефлекторных насадок 11 и концевого дождевателя 15 распыляется по полю.

При внесении удобрений с поливной водой гидроподкормщик 18 подает напорной трубкой 19 концентрированный раствор удобрений в основной полиэтиленовый трубопровод 8 и в дополнительные полиэтиленовые трубопроводы 12 малого диаметра и далее – в устройства приземного орошения 10 и при помощи дождевальных дефлекторных насадок 11 и концевого дождевателя 15 распыляет на поле.

Для обеспечения требуемой нормы подкормки удобрениями и равномерного внесения их по всей орошаемой площади необходимо провести следующие технологические расчёты. Масса, вносимых удобрений на 1 га (m) определяется фактическим количеством действующего вещества (N_d) в 1 ц удобрений и требуемой нормой внесения (N_B):

$$m = \frac{100 \cdot N_B}{N_d} \quad (1)$$

Общая масса вносимых удобрений (M) на площадь орошения (S) определяется массой вносимых удобрений на 1 га (m) по формуле:

$$M = m \cdot S \quad (2)$$

Объём полученного раствора при растворении общей массы вносимых удобрений (M) определяется коэффициентом растворения удобрений (K_p):

$$V = M \cdot K_p \quad (3)$$

Число заливок технологической ёмкости определяется делением объёма полученного раствора (V) на объём технологической ёмкости (V_e):

$$n = \frac{V}{V_e} \quad (4)$$

Производительность дождевальной машины определяется расходом воды машины (Q) и нормой полива машины ($Mп$):

$$W_{\Pi} = \frac{3.6Q}{M_n} \quad (5)$$

Подача маточного раствора насосом за 1 час зависит от производительности машины (W), объём вносимого раствора (V) и площадь орошения (S):

$$Q_n = \frac{V \cdot W}{S} \quad (6)$$

Требуемый напор насоса определяется из условия превышения давления в полиэтиленовых трубопроводах (H_T) с учётом потерь напора по длине трубопроводов (h_{Π}) и геодезической высоты подъёма (h_T)

$$H_H = H_T + h_{\Pi} + h_T \quad (7)$$

Расход раствора, подаваемый в основной полиэтиленовый трубопровод, определяется расходом насоса гидроподкормщика (Q_n), площадью полива основного трубопровода (S_o) и общей площадью полива машины (S):

$$q_o = \frac{Q_n \cdot S_o}{S} \quad (8)$$

Расход раствора, подаваемого в дополнительный полиэтиленовый трубопровод, определяется расходом насоса гидроподкормщика, площадью полива дополнительного трубопровода (S_d) и общей площадью полива машины (S):

$$q_d = \frac{Q_n \cdot S_d}{S} \quad (9)$$

Диаметр дополнительного полиэтиленового трубопровода определяется расходом воды (q_v) и допустимой скоростью движения воды в нём (V_d):

$$D = \left(\frac{q_v}{0,785V_d} \right)^{0,5} \quad (10)$$

Диаметр дюзы для подачи раствора в основной полиэтиленовый трубопровод (d_o) равен:

$$d_o = \left[\frac{q_o}{0,785 \cdot \mu (2g(H_H - H_{\Pi} - H_H - h_{\Pi} - h_T))^{0,5}} \right]^{0,5} \quad (11)$$

Диаметр дюзы для подачи раствора в дополнительный полиэтиленовый трубопровод (d_d) равен:

$$d_d = \left[\frac{q_d}{0,785 \cdot \mu (2g(H_H - H_{\Pi} - H_H - h_{\Pi} - h_T))^{0,5}} \right]^{0,5} \quad (12)$$

Проведённые расчёты по полученным формулам (6-10) показывают, что для равномерного внесения удобрительных растворов диаметр полиэтиленового трубопровода в зависимости от модификации машины, длины трубопровода и расхода воды машины должен изменяться от 32 мм до 160 мм (табл.). Значения его определяются расходом воды на пролёте.

На 1-3 опорных ДМ с небольшим расходом воды вдоль стального трубопровода прокладывается полиэтиленовый трубопровод малого диаметра 32-75 мм, и подача воды из стальных труб в полиэтиленовые осуществляется через переходники на каждом пролёте. В переходники через дюзу поступает маточный раствор минеральных удобрений из удобрительной трубки (6-10 мм) с более высоким давлением (0,6 МПа).

Таблица - Схема подачи химических веществ через полиэтиленовый трубопровод и его величина в зависимости от длины машины, числа пролетов и расхода воды

Число тележек (расход воды, л/с)	Номер пролета								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 – (5)	C=0 (0) П ₆₃ +K ₅₀ =5								
2 – (10)	C=1 (9) П ₃₂ =1	C=0 П ₇₅ +K ₅₀ =9							
3 – (18)	C=1,5 (16,5) П ₃₂ =1,5	C=4,5 (12) П ₃₂ =4,5	C=0 П ₇₅ +K ₅₀ =7,3 +4,6						
4 – (20)	C=1,1 (18,8) П ₃₂ =1,17	C=3,5 (15,3) П ₆₃ =3,53	C=5,89 (9,41) П ₆₃ =5,89	C=0 П ₇₅ +K ₅₀ = 9,4					
5 – (25)	C=0 (15) П ₉₀ =0,95 (9,0)	C=0 (15) П ₉₀ =2,86	C=0 (15) П ₇₅ =4,77	C=5,3(9,7) П ₆₃ =6,68	C=0 П ₇₅ +K ₅₀ = 9,7				
7 – (45)	C=0 (15) П ₁₂₅ =0,5 (29,48)	C=0 (15) П ₁₂₅ =3,5	C=0 (15) П ₁₂₅ =3,5	C=15 П ₁₂₅ =3,5	C=15 П ₆₃ =3,5	C=15 П ₆₃ =3,5	C=0 П ₇₅ +K ₅₀ =9		
9 – (70)	C=20 П ₁₆₀ =0,78 (49,22)	C=20 П ₁₆₀ =2,36 (46,86)	C=20 П ₁₆₀ =3,93 (42,93)	C=20 П ₁₆₀ =5,5 (37,43)	C=20 П ₁₆₀ =7,08 (30,35)	C=8,6(11,3) П ₆₃ =8,6 П ₁₄₀ =(30,35)	C=0 П ₇₅ =10,2 П ₁₄₀ =(30,35)	C=0 П ₁₁₀ =11,8. (18,55)	C=0 П ₉₀ =13,37 K _{6,3} (6,33)

Разбавленный раствор удобрений из полиэтиленового трубопровода поступает в дождевальные насадки УПО через седёлки.

На 4-10 опорных ДМ чистая вода поступает по стальному трубопроводу, а по полиэтиленовому трубопроводу раствор удобрений подаётся на поле через дождевальные насадки, установленные на УПО. Чистая вода при помощи переходников поступает в полиэтиленовый трубопровод малого диаметра (32-63 мм) на первых 4-7 пролётах. В переходники через дюзы из удобрительной трубы с более высоким давлением (0,6 МПа) поступает маточный раствор минеральных удобрений. Из полиэтиленового трубопровода разбавленный раствор удобрений подается к дождевальным насадкам УПО при помощи седёлок (патент № 159184).

Подача удобрительных растворов через полиэтиленовые трубопроводы и УПО исключает попадание коррозионных растворов в стальной трубопровод и узлы машины и будет способствовать повышению надёжности её работы.

Преимущество дождевальной машины в том, что подача агрессивных химических веществ и удобрений осуществляется только через полиэтиленовые трубопроводы, которые не подвержены коррозии, а также устройства приземного орошения, которые снижают снос дождя и уменьшают попадание агрессивных капель на металлические детали тележек и ферм. Всё это повысит срока службы машины.

Заключение. Обоснована конструкция дождевальной машины для внесения удобрений и химических веществ только через полиэтиленовый трубопровод. Определены конструктивные размеры полиэтиленового трубопровода вдоль машины (патент № 176478, 180447). Установлены технические параметры и зависимости, определяющие внесение удобрений при поливе дождевальной машины.

Библиографический список

1. Рыжко, Н.Ф. Влияние качественных показателей дождя ДМ «Фрегат» на урожайность сельскохозяйственных культур / Н.Ф. Рыжко // Научное обозрение. – 2012, № 2. – С. 263-273.

2. Рыжко, Н.Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин // Н.Ф. Рыжко – ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.

3. Рыжко, Н.Ф. Технические средства внесения минеральных удобрений при поливе многоопорными дождевальными машинами / Н.Ф. Рыжко, С.Н. Рыжко, Н.В. Рыжко, О.В. Карпова / Аграрный научный журнал Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – 2019, № 9. – С. 96-100.

4. Соловьёв, Д.А. Совершенствование устройств приповерхностного дождевания для ДМ «Фрегат» / Д.А. Соловьёв, О.В. Карпова, Н.Ф. Рыжко, С.Н. Рыжко // Аграрный научный журнал Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова» – Саратов: ФГОУ ВПО «СГАУ». – 2016, № 3. – С. 45-48.

РАЗРАБОТКА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

УДК: 631.674.5; 631.347

В.Н. Сопляченко

Инжиниринговая технологическая компания СВ,
г. Энгельс, Саратовская область, Россия

О КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВАХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН СЕРИИ «БАМБУК»

Аннотация. Показаны конкурентные преимущества дождевальных машин серии «Бамбук», обеспеченные применением новых гибридных материалов и оригинальных инженерных решений подкрепленных современными методами моделирования и проектирования.

Ключевые слова. Вантовый трубопровод, гибридные металлокомпозитные трубы, многогранные колеса, электрогидравлический привод, шаговый алгоритм движения, виртуальный пульт управления.

V.N. Sopolyachenko

Engineering technology company SV,
Engels, Saratov region, Russia

COMPETITIVE ADVANTAGES OF “BAMBOO” SPRINKLER MACHINES

Abstract: The competitive advantages of the “Bamboo” sprinkler machines are shown, which are provided by the application of new hybrid materials and original engineering solutions supported by modern methods of modeling and design.

Keywords: Cable stayed pipeline, hybrid metal-composite pipes, multi-faced wheels, electro-hydraulic drive, step motion algorithm, virtual control panel

Дождевальные машины серии «Бамбук» были созданы в результате реализации динамично развивающегося проекта создания отечественной оросительной техники нового поколения на основе новых материалов, оригинальных технических решений подкрепленных инженерными расчетами и современными методами моделирования и проектирования. Оригинальные технические решения касались архитектуры дождевальных машин, трубопровода, опорных самоходных тележек, ходовой части, привода, системы орошения, электропитания и системы автоматического управления. При этом были органично использованы все вышеуказанные

особенности конструкции. Успешная реализация проекта во многом была обязана «Фонду поддержки инноваций».

Архитектура дождевальных машин серии «Бамбук» была построена на вантовой подвеске трубопровода [1]. Такое решение считаем обоснованным, так как это снижает массу трубопровода и действующие нагрузки. На рис. 1а показана схема пролета длиной 48 метров ферменной дождевальной машины из стальной оцинкованной трубы наружным диаметром 152 мм и толщиной стенки 2,0 мм. Полная расчетная масса трубопровода составляет 1800 кг. Расчет показывает, что сила сжатия в узле 1 трубопровода равна 27,95 кН, а сила растяжения в шпренгелях - 27,83 кН. Аналогичный расчет для вантовой дождевальной машины (рис. 1б) показывает, что максимальные силы сжатия в трубопроводе снижаются до - 14,6 кН и растяжения в вантах - 5,99 кН. Из этого следует, что в вантовом трубопроводе сила сжатия в два раза и сила растяжения в вантах в пять раз ниже по сравнению с ферменным. Это объясняется снижением массы трубопровода вантовой дождевальной машины до 1200 кг и увеличением угла между трубопроводом и шпренгелями или вантами от $7^{\circ}24'$ до $10^{\circ}53'$, что достигается увеличением высоты мачты до 6 метров и габаритного размера по высоте до 6920 мм.

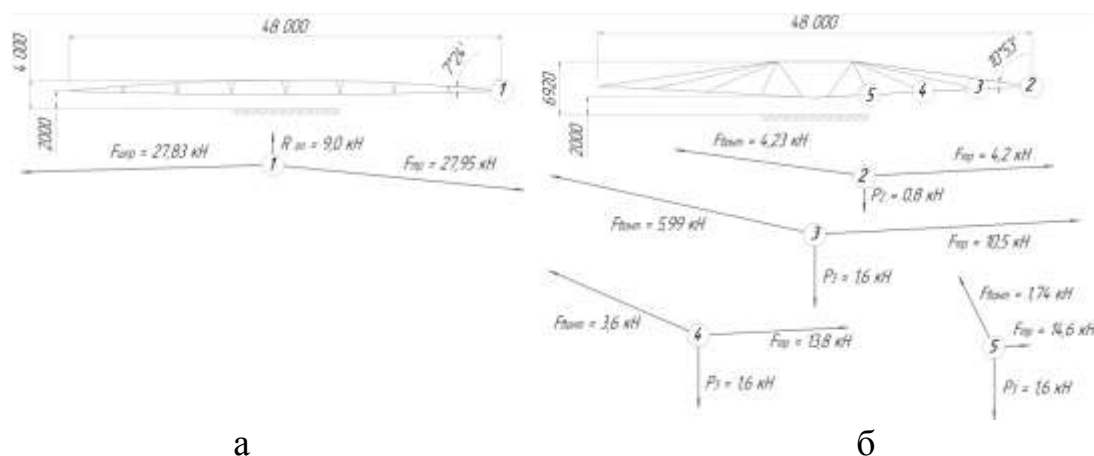


Рис. 1 Силы в узлах ферменных (а) и вантовых (б) дождевальных машин

Расчет вантовых дождевальных машин (табл. 1) с длинами пролетов от 48 до 84 метров показывает, что нагрузки в трубопроводе при увеличении длины пролета возрастают. Однако этот рост находится в пределах прочности и устойчивости трубопровода под нагрузкой, что открывает перспективы увеличения длин пролетов до 84 метров.

Таблица 1 - Расчет вантовых дождевальных машин

№ п/п	Длина пролета, м	Длина мачты, м	Высота машины, м	Угол, α град	Максимальные нагрузки, кН	
					в трубах	в вантах
1	48	6,0	6,92	14,12	14,6	5,99
2	60	7,5	8,15	13,90	17,4	6,74
3	72	9,0	9,38	13,77	19,7	7,36
4	84	12,0	11,84	15,93	22,7	8,32

Для подтверждения этих результатов была изготовлена и испытана модель пролета длиной 76 метров (рис. 2). Имитированная нагрузка на трубопровод показала, что он выдерживает 50% перегрузку.

Для обеспечения работоспособности дождевальных машин с увеличенными пролетами необходимо было решить вопросы, связанные с переходными режимами, возникающими при заполнении трубопровода водой во время пуска. Заполнение трубопровода начинается с одной из сторон трубопровода. При этом масса воды сначала заполняет левую или правую часть пролета. Возникающие при этом нагрузки достигают значительных величин и могут привести к повреждению трубопровода. Для устранения этого недостатка были приподняты концы пролета для того, чтобы вода, поступающая в трубопровод, скатывалась к средней части пролета и затем постепенно его заполняла. Такое решение оказалось эффективным и проблемы, связанные с повреждением трубопровода при его заполнении водой, были устранены (рис. 3). Угол подъема трубопровода зависит от уклонов поля и должен их превышать в 1,5 – 2 раза. Для полей с уклонами менее $1,5^\circ$ угол подъема трубопровода рекомендуется около 3° .



Рис. 2 Фотография пролета длиной 76 метров под испытательной нагрузкой



Рис. 3 Фотография пролетов длиной 45 метров с композитным трубопроводом

Особенностью конструкции является также установка мачт, опоры которых были разнесены друг от друга на расстояние 3,0 – 3,5 метров, а сами мачты развернуты относительно друг друга на угол около 70° с наклоном в сторону подвешенного к ним трубопровода. Это приводит к самопроизвольной ориентации трубопровода вдоль дождевальной машины. Причем после заполнения водой силы направленные на восстановление положения трубопровода увеличиваются. Однако их не достаточно для обеспечения требуемой жесткости трубопровода при движении дождевальной машины. Поэтому была установлена система горизонтальной растяжки трубопровода, включающая краспицы и тросовые растяжки. Особенностью данной системы является регулировка натяжения тросовых растяжек из одной точки. Были проведены испытания трубопровода на горизонтальную жесткость, которые показали высокую эффективность. Так,

например, для пролета длиной 45 метров дождевальная машина с композитным трубопроводом Ду 63 мм из стеклопластика сила, приложенная в конце пролета в горизонтальной плоскости перпендикулярно трубопроводу величиной 0,5 кН, вызывает отклонение конца трубопровода не более чем на 400 мм. Для пролета длиной 52 метра дождевальная машина со стальным трубопроводом Ду 150 мм отклоняющая сила величиной 1,2 кН приводит к отклонениям конца трубопровода не более чем на 300 мм.

Достигнутые жесткость пролета, устойчивость и прочность труб на сжатие создают предпосылки для создания широкозахватных дождевальных машин с увеличенными длинами пролетов до 84 и более метров.

В качестве трубопровода вантовых дождевальных машин серии «Бамбук» могут быть предложены пять вариантов. Среди них классические на основе тонкостенной электросварной трубы после «горячего» оцинкования и трубы из коррозионностойкой стали 12Х18Н9. Однако наибольший интерес могут представлять варианты труб с использованием композитов на основе стеклопластика или полимеров. Выпуск дождевальных машин на основе стрингерной стеклопластиковой трубы нами уже освоен [2, 3]. Дождевальная машина серии «Бамбук - К» с пролетами по 45 метров на основе стрингерных труб условным проходом 63, 100 и 150 мм успешно прошла в 2020 году Сертификационные испытания и рекомендована для серийного производства. Однако этот вариант по коммерческим соображениям из-за сложной конструкции труб, высокой материалоемкости и трудоемкости их изготовления и, как следствие, высокой цены машин, не сможет найти широкого внедрения.

Для замены стрингерных композитных труб из стеклопластика нами были разработаны гибридные металлокомпозитные трубы, армированные высокомодульными элементами. Испытание опытных образцов труб условным проходом 100 и 160 мм показали, что модуль поперечной упругости таких труб превосходит 56 ГПа. При этом расход композитных материалов снижается в три – пять раз по сравнению со стрингерными трубами. Снижается также на 30-50 % масса труб по сравнению с тонкостенными электросварными трубами. Так масса одного погонного метра трубы Ду 100 мм не превышает 3,76 кг и масса трубы Ду 160 мм не превышает 4,2 кг. Расчеты показывают, что в случае серийного производства себестоимость гибридных металлокомпозитных труб может быть снижена на 20-30 % по сравнению со стальными оцинкованными трубами. В настоящее время ведутся работы по запуску и освоению мелкосерийного производства таких труб.

Практический интерес могут представлять металлополимерные трубопроводы, в которых сочетается конструкция из стальных и полимерных труб. В них основной стальной трубопровод используется в качестве несущей конструкции и используется для установки дождевателей, а полимерный трубопровод применяется только для пропускания воды и подпитки основного трубопровода. С точки зрения инженерии это наиболее рациональный подход, потому что максимально используются механические

свойства стальных труб в вантовых трубопроводах. В качестве материала полимерного трубопровода следует использовать пластифицированный поливинилхлорид (ПВХ). Этот материал обладает высокой стойкостью к ультрафиолету и выдерживает нагрузки, возникающие при работе дождевальной машины. При этом в отличие от полиэтиленовых труб и труб из жесткого ПВХ этот материал значительно меньше нагружает стальной трубопровод температурными напряжениями, возникающими при колебаниях температуры от минус 40 °С до плюс 60 °С.

Металлополимерный трубопровод наиболее целесообразно использовать в сочетании с трубами из коррозионностойких сталей. В этом случае дождевальная машина станет конкурентоспособной по цене и будет обладать высокой коррозионной стойкостью, позволяющей использовать ее для обработки полей агрессивными реагентами. Использование стальной тонкостенной трубы диаметром 127 мм и стенкой 2,0 мм в сочетании с доступными полимерными трубами диаметрами 78, 110 и 155 мм позволяют создать дождевальные машины с длиной трубопровода до 600 метров и расходом воды до 50 литров в секунду.

Опорные самоходные тележки обладают максимальной жесткостью и прочностью при минимальной массе, потому что конструкция рамы выполнена в форме пространственной фермы с шестью узлами, в которую вписан несущий трубопровод. При этом ребра фермы изготовлены из круглой и профильной тонкостенной электросварной оцинкованной трубы, образуют систему ориентированных треугольников. Масса рамы наиболее нагруженных тележек не превышает 175 кг.

Ходовая часть – колеса имеют форму правильной многогранной призмы, которая боковой поверхностью опирается на почву. Эти колеса напоминают «агротраки», которые американская компания Reinke предлагает в качестве опции для экстремальных условий эксплуатации. Плоские опорные поверхности многогранных колес не имеют грунтозацепов, которые при перемещении врезаются в почву и проминают ее, оставляя за собой колею. Колеса изготовлены из «черного» металлопроката и подвергнуты «горячему» оцинкованию. При ширине равной 300 мм и диаметре описанной окружности 1200 мм масса одного колеса не превышает 60 кг. Площадь опорных поверхностей двух колес равная 0,2448 м² при полной массе пролета дождевальной машины достигаемой 1800 кг обеспечивает удельное давление на почву не выше 74 кПа. По желанию потребителя ширина колес может быть увеличена для снижения удельного давления на почву.

Известно, что при перемещении транспортного средства по грунту часть энергии затрачивается на деформацию грунта опорными поверхностями колес. Поэтому были проведены сравнительные испытания перемещения двух однотипных тележек, оснащенных круглыми и многогранными стальными колесами при перемещении по стерне, по пашне и по увлажненной почве (рис. 4).



а



б

Рисунок 4 - Фотографии колес: многогранного - а и круглого - б

Во время испытаний измерялась потребляемая мощность, проходимость, образование колеи и налипаемость грунта. Потребляемая мощность измерялась по величине максимального давления гидравлической жидкости в гидросистеме привода. Во всех случаях было установлено, что максимальное давление на тележке с многогранными колесами снижалось на 25-40%. Кроме этого круглые колеса с грунтозацепами оставляли за собой след, а при движении по увлажненной почве колею. В этом случае на грунтозацепы налипала увлажненная почва.

Таким образом, было показано, что многогранные колеса имеют меньшую массу, снижают давление на почву, потребляемую мощность привода и одновременно выполняют функцию стояночного тормоза, противооткатного и тормозного устройства при движении на склоне.

Предлагается высокоэффективный прямой электрогидравлический привод непрерывного перемещения тележек [4]. Этот привод функционально аналогичен гидравлической дождевальной машине американской компании TL. Однако выгодно отличается от нее более высоким КПД, низкой потребляемой мощностью и десятикратным уменьшением объема гидравлической жидкости. Например, потребляемая мощность круговой дождевальной машины серии «Бамбук» длиной 450 метров при темпе движения один оборот в сутки не превышает - 2,5 кВт. Такие характеристики невозможно получить на основе электромеханического привода, применяемого в настоящее время повсеместно. Так производитель дождевальных машин Bauer предлагает мотор-редукторы для самоходных тележек с электродвигателями мощностью от 0,54 до 1,1 кВт, передаточными отношениями мотор-редуктора 1:30, 1:40 и 1:50 и колесных редукторов 1:50 и общим передаточным отношением от 1:1500 до 1:2500. В случае предлагаемого нами электрогидравлического привода мощность может быть существенно уменьшена. Так для 10-опорной круговой дождевальной машины серии «Бамбук» длиной 450 метров мощность привода первых двух от неподвижной опоры тележек не превышает 0,18 кВт, следующих пяти не более 0,25 кВт и последних не более 0,37 кВт. Это обеспечивается снижением предельной частоты вращения колес соответственно до

0,08 об/мин, 0,35 об/мин и 0,5 об/мин, что достигается установкой в насосной станции гидравлических насосов производительностью 0,56 см³/об, 0,92 см³/об и 1,52 см³/об. При этом передаточные отношения электрогидравлического привода по сравнению с электромеханическим приводом увеличиваются до 1:18750, 1:4285 и 1:3000 при высоком КПД электрогидравлической передачи при использовании гидроцилиндров, достигающем значений 0,8-0,85.

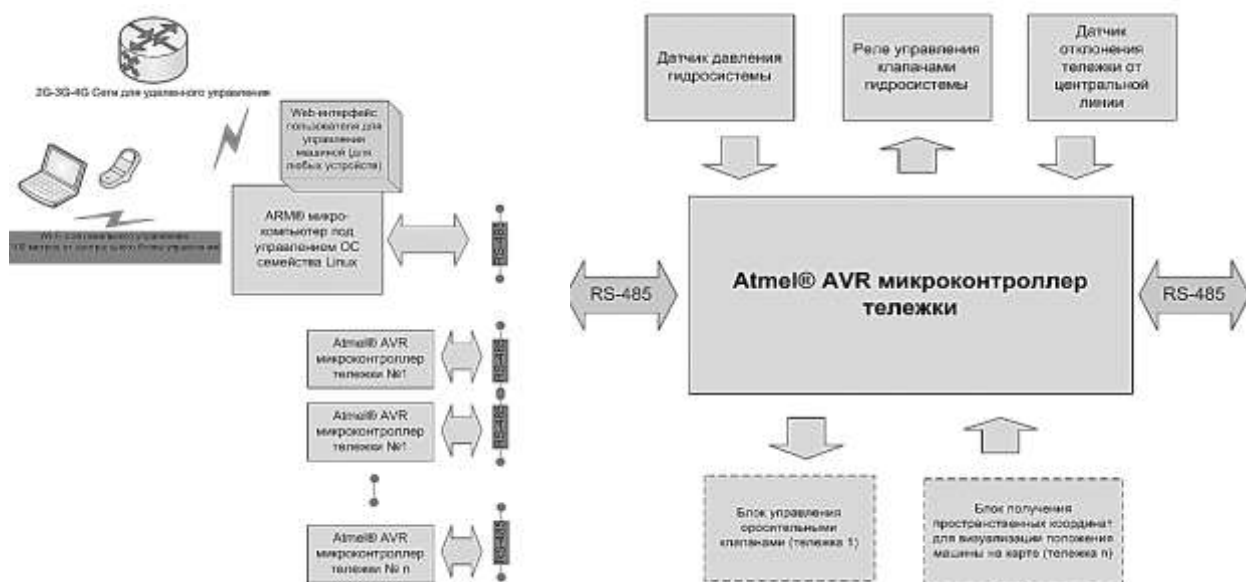
В электрогидравлическом приводе вращение колес осуществляется преобразованием линейного перемещения штоков гидроцилиндров во вращение колес посредством храповых механизмов с внутренним зацеплением. Электрогидравлический привод функционально схож с приводом ДМ «Фрегат», но отличается от нее непрерывным вращением колес и конструктивным исполнением.

Все подвижные высоконагруженные соединения: оси колес, пальцы крепления гидроцилиндров и головки собачек храповика - изготовлены из качественных конструкционных сталей, упрочнены закалкой ТВЧ, шлифованы, имеют гальваническое покрытие «твердым» хромом и полированы. Это обеспечивает длительную и безотказную работу привода дождевальных машин серии «Бамбук» с минимальными издержками на техническое обслуживание.

В ДМ серии «Бамбук» использована система приповерхностного дождевания с увеличенной полосой орошения за счет разнесенных в разные стороны от трубопровода дождевальных насадок. Подробное исследование системы приповерхностного дождевания проведено в работах [5, 6].

Доступны варианты электропитания от стационарной электрической сети и автономного электрогенератора с системой дистанционного автозапуска. Низкая потребляемая мощность ДМ серии «Бамбук» позволяет использовать автономный электрогенератор небольшой мощности (менее 3,0 кВт) с небольшим расходом топлива (менее одного литра в час). Система дистанционного автозапуска позволяет управлять электрогенератором удаленно. В ближайшее время будут предложены варианты от солнечной панели с буферным аккумулятором и от встроенного гидрогенератора. Например, низкая масса металлополимерной дождевальной машины длиной 450 метров («сухой» - менее 5 тонн и с водой в трубопроводе – менее 15 тонн) и высокий КПД привода (до 85%) позволят обеспечить движение дождевальной машины от встроенного гидрогенератора с минимальной потерей давления воды в трубопроводе (менее 100 кПа).

Управление ДМ серии «Бамбук» осуществляется от микрокомпьютера, в котором реализован «жесткий» шаговый алгоритм движения, который обеспечивает одновременное и синхронное перемещение трубопровода по всей длине (рис. 5). Реализовано это поворотом многогранных колес тележек на разные углы, кратные числу граней колес, соответственно – 40°, 120°, 200°, и так далее посредством храповых механизмов и гидроцилиндров. Для контроля линейности трубопровода используется стальной трос и резистивные датчики положения самоходных опорных тележек, по сигналу которых проводится корректировка движения.



а б
Рисунок 5 - Структура системы управления – а и
схема управления тележкой – б

Управление микрокомпьютером осуществляется с виртуального пульта управления, в качестве которого может быть использован стационарный компьютер в диспетчерской, ноутбук, планшет или мобильный телефон. На расстоянии до 100 метров используется Wi-Fi и для более удаленного доступа 3 или 4-г модем.

В дождевальных машинах серии «Бамбук» органично использованы все вышеуказанные особенности конструкции. Только комплексное их использование может гарантировать высокие потребительские свойства и минимальную рыночную цену.

Библиографический список

1. Патент №2621573 РФ, МПК A01G 25/02 (2006.01). Дождевальная машина; - №2016111759; заявл. 29.03.2016 г.; опубл. 06.06.2017 / Сопляченко В.Н., Рогожин О.Г., Гильман А.А., Шнайдер М.Г.; заявители Сопляченко В.Н., Рогожин О.Г. - 7 с.: ил. - Текст: непосредственный
2. Патент №174675 РФ, МПК F16L 9/12 (2006.01). Стеклопластиковая труба; №2016139900, заявл. 10.10.2016; опубл. 11.10.2017 / Сопляченко В.Н., Рогожин О. Г., Гильман А.А., Шнайдер М.Г.; заявители Сопляченко В.Н., Рогожин О.Г., - 5 с. : ил. - Текст : непосредственный
3. Патент №179656 РФ, МПК F16L 9/133 (2006.01)F16L 9/22 (2006.01). Стеклопластиковая труба; №2017132252 заявл. 14.09.2017; опубл. 21.05.2018. / Сопляченко В.Н., Рогожин О. Г., Гильман А.А., Шнайдер М.Г.; заявители Сопляченко В.Н., Рогожин О.Г., - 6 с.: ил.
4. Патент №191099 РФ, МПК A01G 25/09 (2006.01). Привод дождевальной машины; №2018114555; заявл. 19.04.2018 г.; опубл. 24.07.2019. / Сопляченко В.Н., Рогожин О. Г., Гильман А.А., Шнайдер М.Г.; заявители Сопляченко В.Н., Рогожин О.Г., - 7 с. : ил.

5. Рыжко, Н.Ф. Исследование качественных показателей полива многоопорной дождевальной машины «Бамбук» / Н.Ф. Рыжко, Б.Н. Бельтиков, С.Н. Рыжко, Е.С. Смирнов, Е.А. Шишенин // Вестник мелиоративной науки. - № 2. - 2020 г. - с. 66-72.

6. Рыжко, Обоснование расхода воды и схемы полива дефлекторных насадок на ДМ «Бамбук» / Н.Ф. Рыжко, С.Н. Рыжко, Е.А. Шишенин, Б.Н. Бельтиков // Орошаемое земледелие. - № 2. -2020 г. - с. 55-58.

УДК 631.347

Н.Ф. Рыжко, С.Н. Рыжко, А.В. Смаржиев

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область, Россия

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МНОГООПОРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

Аннотация: Приводится описание и технические характеристики новых многоопорных дождевальных машин вантовой и ферменной конструкции «Волга-СМ» и «Волга-ФК1». На машинах применяется двойной трубопровод. Стальная оцинкованная труба малого диаметра (102-114 мм) обеспечивает жёсткость вантовых пролётов («Волга-СМ») и используется для изготовления ферменных пролётов («Волга-ФК1»). Полиэтиленовый трубопровод монтируется параллельно стального трубопровода и в зависимости от длины машины диаметр труб изменяется от 63 до 160 мм.

Показаны основные преимущества дождевальных машин с полиэтиленовым трубопроводом.

Ключевые слова: многоопорная дождевальная машина, вантовая и ферменная конструкция, стальной и полиэтиленовый трубопровод, давление на входе в машину, расход воды, внесение удобрений.

N.F. Ryzhko, S.N. Ryzhko, A.V. Smarzhiev

Volzhsky Research Institute hydraulic engineering and melioration,
Engels, Saratov region, Russia

INNOVATIVE TECHNICAL SOLUTIONS WHEN IMPROVING MULTI-SUPPORT SPRINKLING MACHINES

Abstract: The description and technical characteristics of new multi-support sprinkler machines with cable-stayed and truss structures «Volga-SM» and «Volga-FK1» are given. The machines use double piping. Galvanized steel pipe of small diameter (102-114 mm) provides the rigidity of cable-stayed spans («Volga-SM») and is used for the manufacture of truss spans («Volga-FK1»). The

polyethylene pipe is installed parallel to the steel pipe and, depending on the length of the machine, the pipe diameter varies from 63 to 160 mm.

The main advantages of sprinkler machines with a polyethylene pipeline are shown.

Key words: multi-support sprinkler, cable-stayed and truss structure, steel and polyethylene piping, pressure at the machine inlet, water consumption, fertilization.

Введение. Многоопорные дождевальные машины вантовой и ферменной конструкции являются передовыми разработками современной техники полива и составляют более 60 % от всего парка дождевальных машин в мелиоративном комплексе страны [1].

Дождевальные машины вантовой конструкции с гидроприводом в настоящее время выпускаются несколькими заводами страны. Низконапорные ДМ «Фрегат» изготавливаются в ООО БСГ (г. Тольятти), ОАО «Фрегат» (г. Нижний Новгород) и ООО «АгроТех Сервис» (г. Маркс). Аналогичную низконапорную ДМ «Корвет» производит ООО «Самарский завод сельскохозяйственного машиностроения». Все эти машины отличает простота конструкции, высокая производительность при работе в автоматическом режиме и при обслуживании одним оператором одновременно 3-4 установок и использование энергии оросительной воды для полива и передвижения. В последних разработках для перевода существующих высоконапорных ДМ «Фрегат» в низконапорный режим работы применяются гидроцилиндры увеличенного диаметра 152 мм, прокладывается дополнительный полиэтиленовый трубопровод, модернизируются силовой рычаг и колёса, а также применяется дополнительные усовершенствования [2-4].

В последние годы в стране начат выпуск современных электрифицированных дождевальных машин ферменной конструкции кругового действия. Наиболее широко внедряются ДМ «Кубань-Т» выпускаемые в ООО БСГ, а также ДМ «Казанка» ООО «ПКФ ТАТМЕЛИОТЕХСЕРВИС» (г. Казань). Отличается оригинальностью электрифицированная ДМ «Каскад», выпускаемая в ООО «Мелиомаш» (г. Саратов).

Анализ современных дождевальных машин вантовой и ферменной конструкции показывает, что необходимо дальнейшее их совершенствование с целью снижения металлоёмкости и массы, вызывающие образование на поле глубоких и широких колеи, а также буксование тележек. Вызывает затруднение поставка тонкостенных труб диаметром 152, 168, 178 и 203 мм, поэтому использование для производства дождевальных машин серийных труб массового производства малого диаметра (102-114 мм) было бы рациональным. Внесение удобрений при поливе сельскохозяйственных культур даёт значительную прибавку урожая и повышает эффективность орошения. Однако при внесении удобрений значительной коррозии подвергаются металлические трубы и конструктивные элементы машин,

которые находятся в дождевом облаке при поливе. Использование на дождевальных машинах полиэтиленовых, стекло композитных, НПВХ и аналогичных труб, стойких к агрессивным удобрительным и химическим растворам является перспективным направлением.

Цель данных научных исследований – модернизация многоопорных дождевальных машин вантовой и ферменной конструкции для снижения металлоёмкости, массы и стоимости машин, повышения срока их службы и улучшения качественных показателей полива.

Материалы и методы. В ВолжНИИГиМе разработана многоопорная дождевальная машина вантовой конструкции «Волга-СМ» [5], у которой стальной трубопровод малого диаметра (102-114 мм) обеспечивает достаточную жёсткость пролётов и подачу воды до 20 л/с, а полиэтиленовый трубопровод, который прокладывается параллельно, при изменении диаметра от 63 до 160 мм, в зависимости от длины машины, обеспечивает дополнительную подачу до 70 л/с. Общий расход воды машины изменяется в зависимости от модификации и длины машины от 7 до 90 л/с (таблица 1).

Таблица 1 - Технические характеристики ДМ «Волга-СМ»

Наименование показателя	Значение
Длина машины, м	35-463
Площадь орошения, га	До 75
Число опорных тележек, шт.	1-16
Расход воды машины, л/с	7-90
Диаметр стального трубопровода, мм	102-114
Диаметр полиэтиленового трубопровода, мм	63-160
Давление на входе в машину, МПа	0,35-0,45
Максимальная скорость движения последней тележки при цикличности гидропривода 5,5 ход/мин, м/мин.	0,9

В ВолжНИИГиМе разработана электрифицированная многоопорная дождевальная машина ферменной конструкции «Волга-ФК1» [6], состоящая из ферменных пролётов длиной 51,3 м, выполненных из стальных труб малого диаметра 102-114 мм, обеспечивающих подачу воды до 20 л/с, а полиэтиленовый трубопровод, который прокладывается параллельно, при изменении диаметра от 63 до 160 мм, в зависимости от длины машины, обеспечивает дополнительную подачу до 70 л/с. Общий расход воды машины изменяется при изменении длины машины от 68 до 478 м и увеличивается от 10 до 90 л/с (таблица 2).

Опытные образцы многоопорных дождевальных машин «Волга-СМ» и «Волга-ФК1» смонтированы на полях ОПХ «ВолжНИИГиМ» и прошли полевые приёмочные и сертификационные испытания с участием сотрудников ФГБУ «Поволжская МИС» (г. Кинель).

Таблица 2 -Технические характеристики ДМ «Волга-ФК1»

Наименование показателя	Значение
Длина машины, м	68-478
Площадь орошения, га	До 78,5
Число опорных тележек, шт.	1-9
Расход воды машины, л/с	10-90
Диаметр стального трубопровода, мм	102-114
Диаметр полиэтиленового трубопровода, мм	63-160
Давление на входе в машину, МПа	0,2-0,45
Максимальная скорость движения последней тележки, м/мин.	2,0

В основу методики положены указания «Программа и методика испытаний дождевальных машин». СТО АИСТ 11.1–2010. Равномерность полива и интенсивность дождя определялась при помощи дождемеров. Расход воды дождевальных насадок и всей машины в целом определялся объёмным способом с использованием мерного бака. Крупность капель дождя при помощи бумажных фильтров, натертых чернильным порошком. Потери воды на испарение и снос ветром определялись по разнице объёма воды в дождемерах между расчётными значениями и фактическим объёмом воды.

Результаты и обсуждение. Исследования 12-опорной ДМ «Волга-СМ» (длиной 337 м) в ОПХ «ВолжНИИГиМ» показали, что расход воды машины соответствует расчётным значениям 40 л/с при давлении на входе 0,35 МПа. В качестве стального трубопровода использована оцинкованная труба диаметром 108 мм, а параллельно смонтирована полиэтиленовая труба диаметром 110 мм, на последнем пролёте и консоли – диаметром 90 мм. Площадь орошения машины составляет 40 га, а гидромодуль орошаемого участка равен 1 л/с на один га, что позволяет выращивать любые сельскохозяйственные культуры, в том числе, и высокостебельные.

Минимальное время оборота машины при максимальной цикличности гидроцилиндра последней тележки 5,5 ход/мин составляет 37,6 час., а минимальная поливная норма равна 130 м³/га и может увеличиваться до 600 м³/га при цикличности гидропривода 1,2 ход/мин.

Учащенная расстановка дефлекторных насадок (конструкции ВолжНИИГиМ) через 5 и 6 м обеспечивает хорошую равномерность полива. Коэффициент эффективного полива при изменении скорости ветра в пределах 1-4 м/с составляет 0,75-0,65. Дефлекторные насадки формируют мелкокапельный дождь, который изменяется вдоль трубопровода от 0,5 мм – в начале и до 0,9 мм – в концевой части машины. Такой дождь снижает скорость падения капель и уменьшает уплотнение почвы.

Устойчивая работа ДМ «Волга-СМ» при давлении на входе 0,35 МПа снижает энергетические затраты на полив в 1,5 раза по сравнению с высоконапорными ДМ «Фрегат».

Использование полиэтиленового трубопровода позволяет: снизить массу машины: до 36 %; стоимость пролётов машины на 39-300 %; увеличить срок

службы полиэтиленовых труб (до 50 лет) и стальных оцинкованных толстостенных труб.

Многоопорная ДМ «Волга-ФК1» состоит из трёх пролётов длиной 51,3 м, одного пролёта длиной 30 м и консоли длиной 16 м. Общая длина 4-опорной машины составила 200 м, радиус полива 218 м, площадь орошения - 14,9 га. Ферменные пролёты выполнены из стальных оцинкованных труб диаметром 102 мм, а параллельно смонтирована полиэтиленовая труба диаметром 110 мм, на последнем пролёте – диаметром 90 мм.

Исследования показали, что расход воды соответствует расчётным значениям 40 л/с при давлении на входе 0,35 МПа и обеспечивает высокий гидромодуль орошаемого участка - 2,6 л/с на га.

Для полива на машине использованы устройства приземного орошения (УПО) с дождевальными насадками съёмный дефлектор, которые снижались до 1,5 м на поверхность почвы и могли устанавливаться на высоте до 2,7 м по мере роста высокостебельных культур. Учащенная расстановка устройств приземного орошения через 5,2 м в начале машины и через 2,6 м в его конце обеспечивают высокую равномерность полива при ветре. Коэффициент эффективного полива при изменении скорости ветра в пределах 1-4 м/с находится в пределах 0,7-0,8. Дождевальные насадки со съёмным дефлектором обеспечивают однородный распыл без «усов» и формирует мелкокапельный дождь с каплями размером 0,5-0,8 мм, что в 1,5-2 раза меньше по сравнению с насадками *i-wob* ДМ Zimmatic, работающие при давлении всего 0,1 МПа. Средняя интенсивность дождя ДМ «Волга-ФК1» с УПО-ДН установленных на шпренгелях соответствует ДМ Zimmatic и в 1,25 -1,6 раза меньше, чем у дефлекторных насадок ДМ «Фрегат» установленных на трубопроводе машины

Использование полиэтиленового трубопровода позволяет: снизить массу машины: до 67 % (для неполнокомплектной - 1...4 тележки) и до 12-8 % (для машин стандартной длины); снизить стоимость пролетов машины на 14,4-37,8 %; увеличить срок службы полиэтиленовых труб (до 50 лет) и стальных оцинкованных толстостенных труб.

На дождевальных машинах с двойными трубопроводами удобрения и химические вещества вносятся только через полиэтиленовый трубопровод и устройства приземного орошения, что будет способствовать повышению срока службы стальных трубопроводов и машины в целом.

Дождевальные машины «Волга-СМ» и «Волга-ФК1» с полиэтиленовым трубопроводом прошли полевые приёмочные и сертификационные испытания и рекомендованы к серийному производству.

Заключение. Приведено описание конструкции и технические характеристики новых многоопорных дождевальных машин вантовой и ферменной конструкции «Волга-СМ» и «Волга-ФК1» где используются двойные трубопроводы, стальной трубопровод, выполненный из серийных труб малого диаметра (102-114 мм), а полиэтиленовый трубопровод диаметром 63-160 мм в зависимости от длины машины.

Основные преимущества дождевальных машин с полиэтиленовым трубопроводом – снижение массы пролётов и стоимости машин, увеличение срока службы полиэтиленовых труб, возможность работы при низком давлении и внесение удобрений только через полиэтиленовый трубопровод, повышение качественных показателей полива при применении дефлекторных насадок и устройств приземного орошения.

Библиографический список

1. Мелиоративный комплекс Российской Федерации: информ. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. - 304 с.
2. Abdrazakov F.K., Ryzhko N.F., Ryzhko S.N., Khorin S.A., Botov S.V. Electricity consumption decrease at pump stations during watering by multi-support sprinkling units ISSN 1112-9867 CODEN (USA): JFASCM <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v10i6s.106>.
3. Дождевальная машина: пат. 159184 Рос. Федерация, МПК А01G 25/09 Шушпанов И.А., Рыжко Н.Ф., Горбачев А.С., Гопкалов Ю.А., Рыжко С.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» – № 2015101884/13 заявл. 21.01.2015; опубл. 10.02.2016, Бюл. № 4.
4. Рыжко Н.Ф. Особенности низконапорной дождевальной машины «Фрегат» в ООО «Росагро Заволжье» / Н.Ф. Рыжко, С.Н. Рыжко, С.А. Хорин: Мелиорация и водное хозяйство. Пути повышения эффективности и экологической безопасности мелиораций земель Юга России: сб. тр. [матер. Всерос. науч.-практ. конф. (Шумаковские чтения)]. Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова. 2017. - С. 192-195.
5. Дождевальная машина: пат. 154814 Рос. Федерация, МПК А01G 25/09 / Рыжко Н.Ф., Шушпанов И.А., Горбачев А.С., Гопкалов Ю.А., Рыжко С.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» – № 2014144752/13; заявл. 05.11.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25.
6. Дождевальная машина: пат. № 160893 Рос. Федерация, МПК А01G 25/09. Дождевальная машина / Рыжко Н.Ф., Шушпанов И.А., Акпасов А.П., Рыжко С. Н., Органов М.С.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» – № 20155101884; заявл. 21.01.2015; опубл. 10.02.2016, Бюл. № 4.
7. Дождевальная машина: пат. 176478 Рос. Федерация, МПК А01G 25/09 / Рыжко Н.Ф., Шушпанов И.А., Гопкалов Ю.А., Рыжко С.Н., Ботов С.В.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» – № 2017110109; заявл. 27.03.2017; опубл. 22.01.2018, Бюл. № 3.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ КУЛЬТУР

УДК 631.674: 633.853.52

М.Н. Лытов

Волгоградский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СОИ ПРИ ОРОШЕНИИ ДОЖДЕВАНИЕМ И КАПЕЛЬНЫМ СПОСОБОМ

Аннотация. Проведен сравнительный анализ фитоценотических и морфометрических показателей развития агрофитоценозов сои, орошаемых дождеванием и капельным способом. Показано преимущество применения капельного способа полива при возделывании сои. Экспериментально подтверждено, использование капельного орошения при выращивании сои обеспечивает достоверное повышение всхожести семян и сохранности растений к уборке, снижает число ветвящихся растений и число растений с ветвями высоких порядков, увеличивает число семян, сформированных на одном растении, что в совокупности позволяет получить более высокий урожай и высокое качество зерна.

Ключевые слова: соя, орошение, дождевание, капельный полив, всхожесть, ветвление, формирование агрофитоценоза

M. N. Lytov

Volgograd Branch of the FSBSI All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov

MORPHOMETRIC FEATURES OF SOYBEAN DEVELOPMENT DURING SPRINKLING AND DROP IRRIGATION

Abstract. A comparative analysis of phytocenotic and morphometric indicators of the development of agrophytocenoses of soybeans irrigated by sprinkling and drip method was carried out. The advantage of using the drip irrigation method for the cultivation of soy is shown. It has been experimentally confirmed that the use of drip irrigation when growing soybeans provides a significant increase in seed germination and plant safety for harvesting, reduces the number of branching plants and the number of plants with high-order branches, increases the number of seeds formed on one plant, which in total makes it possible to obtain higher yield and high quality grain.

Key words: soybeans, irrigation, sprinkling, drip irrigation, germination, branching, formation of agrophytocenosis

Капельное орошение сейчас уже заняло прочные позиции в аграрной сфере России, восполняя дефицит климатически обеспеченной влаги в посевах большинства овощных и плодовых культур. Однако капельный полив может применяться не только при орошении овощных и плодовых культур, но, в принципе, - любой сельскохозяйственной культуры, возделываемой по широкорядной технологии. Технология капельного орошения освоена при возделывании сахарной кукурузы, есть сведения об успешном применении этого способа полива при возделывании хлопка [1, 2, 3, 4]. Наш опыт показывает, что капельное орошение может применяться, и эта технология эффективна, - при возделывании сои [5, 6, 7]. Однако, здесь, безусловно, необходимо учитывать некоторые особенности роста и развития сои, формирования урожая и реализации потенциала продуктивности при капельном орошении в отличие от других способов полива. В качестве контроля нами принят широко используемый и хорошо изученный при поливе сои способ орошения дождеванием [8, 9]. Целью настоящего исследования является изучение морфометрических особенностей развития сои при орошении дождеванием и капельным способом.

Объект исследований – орошаемые посевы сои. Предмет исследований – особенности роста, фитоценотические и морфометрические особенности развития агроценозов сои в условиях капельного орошения и при поливе способом дождевания. Материалы исследований включают опытные данные, полученные автором по результатам полевых исследований в 2017-2019 годах. Опыты были заложены на мелиорированных участках, орошаемых разными способами, - дождеванием и капельным, но почвенно-гидрологические и агрохимические свойства которых были достаточно близки. К изучению были поставлены три фактора. В рамках фактора А учитывались особенности формирования водного режима почвы и их влияние на рост и развитие сои при разных способах полива. Варианта два, это как уже говорилось, - способ полива дождеванием (вариант А1) и способ капельного полива (вариант А2). Варианты опыта по фактору В различались глубиной промачиваемого (увлажняемого) слоя почвы в период от проведения посева до появления всходов, а также в начальные фазы вегетативного развития сои. Вариантов три, - это проведение поливов, ориентированных на увлажнение слоя почвы до глубины 0,3 м (вариант В1), 0,4 м (вариант В2) и 0,5 м (вариант В3). По фактору С изучалась эффективность различных норм высева сои при разных способах полива. Варианта также три, это посев сои нормой 400 тыс. сем./га (вариант С1), норма высева 600 тыс. сем./га (вариант С2) и норма высева 800 тыс. сем./га (вариант С3. Исследования проводились на орошаемых землях КФХ Выборнов В.Д.», почвенный покров опытного участка представлен светло-каштановыми почвами среднесуглинистого гранулометрического состава. Эти почвы вполне типичны для региона исследований.

Дождевание и капельное орошение, различия которых определяются способом распределения воды по орошаемому участку, оказывают существенное влияние на формирование агрофитоценозов. Кроме основной

технологической функции, - регулирования водного режима почвы, эти способы полива характеризуются еще целым комплексом агробиологически важных факторов, которые зачастую не учитываются, но определяют преимущества или недостатки того или иного способа полива. Важнейшей особенностью, преимуществом и недостатком дождевания является непосредственный контакт оросительной воды с вегетативной частью растений в посевах. Это определяет возможность использования этого способа полива с целью регулирования микроклимата посева, проведения различного рода некорневых подкормок, компенсации климатических рисков в период заморозков и др. Недостатками дождевания, как способа орошения сельскохозяйственных культур, являются неблагоприятные аспекты действия кинетической энергии капель, образование почвенной корки, временное ухудшение водно-воздушного режима почвы в результате заполнения оросительной водой порового пространства, формирование поверхностного стока, влекущее неконтролируемое пространственное перераспределение оросительной воды, увлажнение вегетативных органов растений, активирующее при определенных условиях развитие фитопатогенной микрофлоры. Все эти факторы, безусловно, влияют на формирование агрофитоценоза, как сообщества сельскохозяйственных растений. Капельное орошение по совокупности указанных факторов влияния существенно отличается от дождевания. Непосредственного контакта влаги с вегетативными органами растений при этом не происходит, что благоприятно отражается на фитосанитарном состоянии посевов. Кроме того, это исключается механическое воздействие капель на вегетативные органы, кинетическая энергия которых при дождевании достигает существенных значений. Объемное растекание почвенной влаги от точечного источника предотвращает образование переуплотненных почвенных корок, облегчая формирование всходов и улучшая воздушный обмен в почве. Благоприятный водно-воздушный режим почвы сохраняется даже в процессе полива и перераспределения почвенной влаги. Однако, в условиях реального производства важны не только и не столько качественные особенности применяемых способов полива, сколько количественные оценки влияния этих факторов на рост, развитие растений, формирование агрофитоценоза и хозяйственно ценной части урожая.

Анализ опытных данных подтверждает влияние способа орошения на фитоценотические и морфометрические особенности развития сои. В таблице 1 приведены результаты наблюдений, которые свидетельствуют о различной эффективности способов полива в получении дружных всходов и выравниваемости посевов сои, включая как площадные выпадения всходов, так и биометрические различия в развитии растений. При дождевании в зависимости от варианта нормы высева на одном квадратном метре посевной площади, в среднем, было получено от 26 до 52 всходов. Связь с нормой высева оказалась нелинейной, - в вариантах с нормой высева 400 тыс. сем./га всхожесть оказалась выше, чем при норме высева 800 тыс. сем./га, хотя плотность посева и возростала существенно. Больше всходов, при прочих

равных условиях, было получено и в вариантах с меньшей глубиной увлажнения почвы, где поливы проводили чаще и меньшими нормами. Всхожесть семян сои при дождевании составила 58,8-70,0 %.

Опытами установлено, что капельное орошение создает более благоприятные условия для получения всходов сои. В зависимости от сочетания изучаемых в опыте вариантов всхожесть семян сои составила 61,3-92,5 %. Наилучшие показатели всхожести, 92,5 %, были получены при сочетании расчетной глубины увлажнения почвы 0,3 м и нормы высева 400 тыс. сем. /га, и это на 22,5 % больше, чем при орошении сои способом дождевания.

Наблюдения за плотностью посева сои в динамике показали, что к уборке сохраняются не все взошедшие растения. Частично этот процесс обусловлен конкуренцией растений в отношении факторов жизни, в определенной степени, - механическими повреждениями при осуществлении агротехнических мероприятий, локализацией совокупности неблагоприятных условий, отмечена связь с различиями в способах полива. Исследования показали, что при прочих равных условиях на участках с капельным орошением к уборке сохранялось больше растений сои, чем при дождевании. Расчеты показывают возможность выхода до 85,0 % полностью сформированных к уборке растений от совокупного числа используемых семян сои.

Таблица 1 – Фитоценоотические особенности развития сои при орошении дождеванием и капельным способом

Фактор В (горизон увлажнения)	Фактор С (посевная норма)	Фактор А (способ полива)					
		Орошение дождеванием			Капельный полив		
		Всего взошло, шт/м ²	Всхожесть, %	Сохранилось к уборке, шт/м ²	Всего взошло, шт/м ²	Всхожесть, %	Сохранилось к уборке, шт/м ²
0,3 м	400 т.сем./га	28	70,0	24	37	92,5	34
	600 т.сем./га	41	68,3	35	53	88,3	43
	800 т.сем./га	52	65,0	38	62	77,5	44
0,4 м	400 т.сем./га	27	67,5	24	33	82,5	30
	600 т.сем./га	39	65,0	33	49	81,7	40
	800 т.сем./га	49	61,3	35	55	68,8	40
0,5 м	400 т.сем./га	26	65,0	22	28	70,0	25
	600 т.сем./га	37	61,7	30	41	68,3	33
	800 т.сем./га	47	58,8	33	49	61,3	35
НСР ₀₅	фактор А	1,5	1,8	1,3	1,5	1,8	1,3
	фактор В	1,8	2,2	1,5	1,8	2,2	1,5
	фактор С	1,8	2,2	1,5	1,8	2,2	1,5
	для частных средних	4,5	5,3	3,8	4,5	5,3	3,8

Опытами установлено, что способ полива оказывает влияние не только на фитоценоотические, но и на морфометрические показатели развития

соевого агрофитоценоза. Одной из важнейших агробиологических особенностей сои является ветвление растений. Причем степень ветвления растений существенным образом варьируется в зависимости от условий выращивания, среди которых главным является плотность посева. В разреженных посевах могут формироваться сильно ветвящиеся растения сои, тогда как при высокой плотности посева растения формируются в один, - главный стебель. Преимуществом последнего типа формирования соевого агрофитоценоза является высокое качество и выравненность урожая семян сои, тогда как на боковых ветвях могут наблюдаться существенные отставания в развитии и созревании семян. Приведенные в таблице 2 опытные данные показывают, что доля растений сои с ветвлением при капельном орошении и прочих равных условиях существенно ниже, чем при дождевании. Это, в определенной мере, коррелирует с увеличением сохранности растений и повышением плотности посева сои при капельном орошении.

Таблица 2 – Морфометрические особенности развития сои при дождевании и капельном орошении

Фактор В (горизонт увлажнения)	Фактор С (посевная норма)	Фактор А (способ полива)					
		Орошение дождеванием			Орошение дождеванием		
		Растений с боковыми ветвями, %	Всего семян на одном растении, шт.	Урожайность зерна, т/га	Растений с боковыми ветвями, %	Всего семян на одном растении, шт.	Урожайность зерна, т/га
0,3 м	400 т.сем./га	94,1	91	2,92	63,4	98	4,48
	600 т.сем./га	43,5	71	3,34	24,4	85	4,92
	800 т.сем./га	36,2	69	3,51	8,7	80	4,78
0,4 м	400 т.сем./га	93,4	93	2,99	72,5	102	4,12
	600 т.сем./га	47,2	74	3,29	35,4	84	4,56
	800 т.сем./га	39,1	75	3,54	22,1	83	4,49
0,5 м	400 т.сем./га	96,1	95	2,81	88,6	103	3,47
	600 т.сем./га	48,8	78	3,12	45,7	84	3,72
	800 т.сем./га	40,2	76	3,35	39,6	79	3,72
НСР ₀₅	фактор А	1,6	1,7	0,19	1,6	1,7	0,19
	фактор В	1,9	2,0	0,23	1,9	2,0	0,23
	фактор С	1,9	2,0	0,23	1,9	2,0	0,23
	для частных средних	4,7	5,0	0,56	4,7	5,0	0,56

Посевы с наименьшей долей ветвящихся растений были получены на участках, где поливы капельным способом в период от посева до всходов проводили из расчета увлажнения 0,3 м слоя почвы, а норма высева семян

составляла 800 тыс. сем./га (8,7 %) и 600 тыс. сем./га (24,4 %). Эти варианты обеспечивают выход наиболее качественных семян сои. При этом наибольшая весовая урожайность семян получена при норме высева 600 тыс. сем./га и составила 4,92 т/га. Урожайность семян сои в условиях дождевания при прочих равных условиях не превышала 3,34 т/га.

Таким образом, использование капельного орошения при выращивании сои обеспечивает достоверное повышение всхожести семян и сохранности растений к уборке, снижает число ветвящихся растений и число растений с ветвями высоких порядков, увеличивает число семян, сформированных на одном растении, что в совокупности позволяет получить более высокий урожай и высокое качество зерна.

Библиографический список

1. Майер, А.В. Режимы капельного орошения и мелкодисперсного дождевания при возделывании сахарной кукурузы / А.В. Майер, Е.А. Долгополова // Плодородие. - 2008. - № 2 (41). - С. 35-36.
2. Ушкаренко, В.А. Особенности режима питания и орошения сахарной кукурузы на юге Украины / В.А. Ушкаренко, С.О. Лавренко, П.В. Лиховид // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. - 2014. - № 56-2. - С. 26-30.
3. Бутаяров, А.Т. Теоретические и практические вопросы разработки технологии капельного орошения при выращивании сортов хлопка "Султан" / А.Т. Бутаяров // Актуальные проблемы современной науки. - 2021. - № 1 (118). - С. 78-82.
4. Токарева, Н.Д. Способы полива хлопчатника и их экономическая эффективность / Н.Д. Токарева, Н.А. Токарев // Проблемы развития АПК региона. - 2018. - № 3 (35). - С. 79-82.
5. Бородычев, В.В. Капельное орошение сои / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.А. Диденко, Д.А. Пахомов // Волгоград: Панорама, 2006. - 168 с.
6. Шуравилин, А.В. Капельное орошение сои на тяжелосуглинистых почвах / А.В. Шуравилин, В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, О.А. Белик // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. - 2009. - № 3. - С. 21-26.
7. Бородычев, В.В. Удобрение сои при капельном орошении / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Плодородие. - 2007. - № 1 (34). - С. 33-34.
8. Бородычев, В.В. Соя при дождевании и капельном орошении / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.И. Шульц, Д.А. Пахомов // Мелиорация и водное хозяйство - 2008. - № 2. - С. 48-49.
9. Ovchinnikov, A.S. Optimum control model of soil water regime under irrigation / A.S. Ovchinnikov, V.S. Bocharnikov, S.D. Fomin, O.V. Bocharnikova, E.S. Vorontsova, V.V. Borodychev, M.N. Lytov // Bulgarian Journal of Agricultural Science. - 2018. - Т. 24. - № 5. - С. 909-913.

Н.А. Пронько¹, В.В. Пронько², Д.А. Степанченко³

¹ Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

² НПО «Сила жизни», г. Саратов, Россия

³ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический
институт сорго и кукурузы, г. Саратов, Россия

ХЕЛАТНЫЕ УДОБРЕНИЯ В ПОЛИВНОМ ОВОЩЕВОДСТВЕ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

Аннотация: В полевых опытах на орошаемых террасовых темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья изучено влияние хелатных удобрений НПО «Сила жизни» на продуктивность основных овощных культур региона. Доказано, что применение удобрений на основе гуминовых кислот и их совместное использование с хелатными микроудобрениями является надежным способом повышения продуктивности овощеводства при орошении в сухой степи. Прибавка продуктивности от гуминовых препаратов в среднем по всем изучавшимся овощным культурам составила: от реасила микро гидро микс 20,6%, гумата калия-натрия с микроэлементами 16,0%. Установлено, какие хелатные микроудобрения на фоне каких гуминовых препаратов способствуют наибольшему увеличению урожайности изучавшихся овощных культур. Разработаны эффективные технологии применения гуминовых препаратов и хелатных микроудобрений на посевах капусты белокочанной поздней, луке репчатом, томатах, огурце, свекле столовой и моркови столовой.

Ключевые слова: удобрения на основе гуминовых кислот, хелатные микроудобрения, овощные культуры, урожайность, прибавка урожая.

N.A. Pron'ko¹, V.V. Pron'ko², D.A. Stepanchenko³

¹ Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

² NPO "Sila Jizni" ("Power of Life"), Saratov, Russia

³ Russian research, design and technological Institute of Sorghum and Corn,
Saratov, Russia

CHELATED FERTILIZERS IN VEGETABLE GROWING UNDER IRRIGATION IN THE SARATOV ZAVOLZHYE

Abstract: The paper presents the study of the influence of chelated fertilizers that produced by the NPO "Power of Life" on the productivity of the main vegetable crops of the region in field experiments on irrigated dark chestnut soils of the terraces in Saratov Zavolzhye (Trans-Volga region). It is proved that the use of fertilizers based on humic acids and their combined use with chelated microfertilizers is a reliable way to increase the productivity of vegetable growing

in the dry steppe under irrigation. The increase in productivity due to humic preparations for all the studied vegetable crops on average from reasil micro hydro mix was 20.6%, due to potassium-sodium humate with trace elements was 16.0%. It was established which chelated microfertilizers, against the background of which humic preparations, contribute to the greatest increase in the yield of the studied vegetable crops. Effective technologies for the use of humic preparations and chelated microfertilizers in the cultivation of late white cabbage, onions, tomatoes, cucumbers, red beet roots and carrots roots have been developed.

Key Words: fertilizers based on humic acids, chelated microfertilizers, vegetable crops, yield, yield increase.

Введение. Производство овощей в открытом грунте в Саратовском Заволжье недостаточно эффективно и значительная доля потребности населения в овощах все еще удовлетворяется за счет их импорта. Для повышения урожайности овощей в регионе важным является использование малозатратных ресурсов, к которым относятся хелатные микроудобрения, особенно в сочетании с гуминовыми препаратами, содержащими наряду с гуминовыми кислотами сбалансированный набор макро- и микроэлементов, витамины и иные органические соединения.

В отличие от микроудобрений в виде растворимых неорганических солей хелатные удобрения за счет того, что хелатный агент в них прочно удерживает ионы микроэлементов в растворимом состоянии вплоть до момента поступления в растение, а затем высвобождает его, переводя в биологически доступную форму, и сам распадается на химические соединения, легко усваиваемые растениями, имеют ряд преимуществ. Главными из них являются: повышение усвояемости микроэлементов с 20-35 до 90%; снижение химической нагрузки на почву; улучшение усвояемости основных макроэлементов питания (азота, фосфора, калия).

В России одним из крупных производителей препаратов на основе гуминовых кислот и хелатных микроудобрений является НПО «Сила жизни». Многочисленными исследованиями доказана их высокая эффективность при возделывании зерновых, кормовых и технических культур во многих регионах Российской Федерации, в том числе и в Поволжье [1-4].

Целью наших исследований являлось изучение влияния хелатных удобрений и их сочетаний с гуминовыми препаратами на продуктивность важнейших овощных культур – капусты, томата, огурца, лука, моркови столовой и свеклы столовой на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья при орошении.

Методика исследований. Объектами исследований были овощные культуры, которые занимают 58% посевных площадей открытого грунта Саратовской области: капуста белокочанная поздняя (гибрид Агрессор), лук репчатый (сорт Халцедон), томаты (сорт Новичок красный), огурцы (гибрид F₁ Меринго), морковь столовая (сорт Шантане) и свекла столовая (сорт Бордо); хелатные микроудобрения – реасил Са (реасил форте карб кальций амино), реасил Mn (реасил микро амино марганец), реасил Mg (реасил форте

магний amino), реасил Cu (реасил микро amino медь), реасил В (реасил форте amino бор), реасил Zn (реасил форте amino цинк), реасил гумик N (реасил гумик азот), реасил Ca/Mg/B (реасил форте кальций магний бор amino), гуминовые препараты – гумат калия-натрия с микроэлементами и реасил микро гидро микс производства НПО «Сила жизни».

Исследования проводили в сухостепной зоне (Саратовская область, Энгельский район, с. Терновка) в 2012-2018 гг. Почва опытных участков темно-каштановая террасовая среднесуглинистая, слабогумусированная. Обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом низкая, доступным фосфором средняя, обменным калием повышенная (соответственно 37, 23 и 315 мг/кг). Содержание подвижного магния, бора и меди среднее – 35, 8; 0,53, и 3,03 мг/кг соответственно.

Схемы проведенных полевых опытов приведены в таблицах 1-3.

Гуминовые препараты вносили на луке при появлении листьев, капусте белокочанной поздней – после высадки рассады, огурцах – через две недели после посева, томатах – через неделю после высадки рассады, свекле столовой и моркови столовой – после появления 2–3-х пар настоящих листьев.

Хелатные микроудобрения на луке и капусте белокочанной применяли один раз – в период активного роста луковиц и в начале завязывания кочанов.

На остальных культурах – два раза после внесения гуминовых препаратов: на огурцах с интервалами одна и три недели, томатах – одна и две недели, моркови столовой – 25-30 дней, свекле столовой – 18-20 дней.

Норма расхода гуминовых препаратов и хелатных микроудобрений составляла 1 л/га, за исключением реасила Форте Карб-N-Гумик, который вносили из расчёта 3 л/га.

Полив осуществляли дождевальной установкой барабанного типа Райн Стар Е-41 за исключением лука репчатого, который поливали капельным способом с использованием капельных линий фирмы «Golddrip».

Полевой эксперимент заложен методом систематических повторений, повторность опыта четырех кратная, учетная площадь 30 м².

Нитрификационную способность определяли методом Кравкова (ГОСТ 26107-84), содержание подвижного фосфора и обменного калия методом Мачигина (ГОСТ 26205-84), влажность почвы термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89), учет урожая сплошным методом со всей учетной площади, математическая обработка экспериментальных данных проведена по методике Доспехова.

Результаты исследований. На основании исследований установлено, что на орошаемых темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья без удобрений можно получать 75,72 т/га капусты белокочанной поздней, 44,22 т/га лука репчатого, до 59,53 т/га томатов и 20,49 т/га поздних огурцов, 25,35 т/га свеклы столовой и 27,12 т/га моркови столовой (табл. 1-3).

Применение удобрений на основе гуминовых кислот повышало урожайность изучаемых овощных культур. При этом большую

эффективность показал реасил микро гидро микс. Его использование способствовало увеличению продуктивности в среднем по всем овощным культурам на 20,6%, в то время как рост их урожайности от гумата калия-натрия с микроэлементами был меньше и составил 16,0%.

Таблица 1 - Урожайность капусты белокочанной поздней и лука репчатого, т/га

Вариант	Урожайность капусты белокочанной	Вариант	Урожайность лука репчатого
Контроль – без удобрений	75,72	Контроль – без удобрений	44,22
Реасил микро гидро микс – фон 1	91,58	Реасил микро гидро микс – фон 1	48,22
Фон 1 + реасил Са	97,81	Фон 1 + реасил Са	52,33
Фон 1 + реасил Си	89,79	Фон 1 + реасил В	56,34
Фон 1 + реасил Мп	96,93	Фон 1 + реасил Су	59,47
Фон 1 + реасил Mg	100,81	Фон 1+ реасил Zn	59,15
Гумат калия-натрия с микроэлементами – фон 2	85,97	Гумат калия-натрия с микроэлементами – фон 2	49,83
Фон 2 + реасил Са	86,47	Фон 2 + реасил Са	54,48
Фон 2 + реасил Си	87,29	Фон 2 + реасил В	55,63
Фон 2 + реасил Мп	88,58	Фон 2 + реасил Су	60,48
Фон 2 + реасил Mg	94,12	Фон 2+ реасил Zn	56,23
НСР ₀₅	6,58	НСР ₀₅	3,00

Установлено неодинаковое влияние гуминовых препаратов на урожайность разных овощных культур. В среднем за годы исследований применение реасила микро гидро микс увеличивало урожайность плодов огурца на 35,8%, корнеплодов свеклы столовой на 28,3%, плодов томатов на 22,6%, кочанов капусты белокочанной поздней на 20,9%, лука репчатого на 9,1%, корнеплодов моркови столовой на 6,8%.

Использование гумата калия-натрия с микроэлементами увеличивало урожайность овощных культур следующим образом: плодов огурца на 24,9%, корнеплодов моркови столовой на 20,3%, кочанов капусты белокочанной поздней на 13,5%, корнеплодов свеклы столовой на 12,9%, лука репчатого на 12,7%, плодов томатов на 12,3%.

Влияние применения на фоне гуминовых препаратов хелатных микроудобрений на продуктивность овощных культур было неоднозначно. Значительная прибавка урожая от всех изучавшихся хелатных микроудобрений, примененных как на фоне реасила микро гидро микс, так и на фоне гумата калия-натрия с микроэлементами, установлена только при выращивании лука репчатого.

Таблица 2 - Урожайность томатов и огурца, т/га

Вариант	Урожайность томатов	Вариант	Урожайность огурца
Опыт №1			
Контроль – без удобрений	59,53	Контроль – без удобрений	18,77
Гумат калия-натрия с микроэлементами – фон	66,82	Гумат калия-натрия с микроэлементами – фон	23,31
Фон + реасил Mn	74,04	Фон + реасил Mn	27,16
Фон + реасил Mg	71,10	Фон + реасил Mg	26,42
Фон + реасил Cu	78,97	Фон + реасил Cu	26,00
Фон + реасил гумик N	73,71	Фон + реасил гумик N	28,38
		Фон + реасил Ca/ Mg/ B	28,48
НСР ₀₅	3,79	НСР ₀₅	3,09
Опыт №2			
Контроль – без удобрений	58,89	Контроль – без удобрений	20,49
Реасил микро гидро микс – фон	72,19	Реасил микро гидро микс – фон	27,83
Фон + реасил Mn	70,92	Фон + реасил Mn	29,50
Фон + реасил Mg	72,41	Фон + реасил Mg	29,51
Фон + реасил Cu	71,51	Фон + реасил Cu	28,23
Фон + реасил гумик N	75,64	Фон + реасил гумик N	31,03
		Фон + реасил Ca/ Mg/ B	31,12
НСР ₀₅	4,07	НСР ₀₅	3,01

Дополнительные к гуминовым препаратам обработки хелатными микроудобрениями были неэффективными при выращивании свеклы столовой и капусты белокочанной поздней, за исключением на первой культуре обработки реасилом гумик N, обеспечившей на фоне гумата калия-натрия с микроэлементами прибавку урожая 4,42 т/га, на второй культуре – реасилом Mg, способствовавшей увеличению урожайности на 9,23 и 8,15 т/га соответственно на фоне реасила микро гидро микс и гумата калия-натрия с микроэлементами. При выращивании томатов хелатные микроудобрения были эффективны только на фоне гумата калия-натрия с микроэлементами. Огурец положительно отзывался на все хелатные микроудобрения кроме реасила Cu на фоне гумата калия-натрия с микроэлементами, а на фоне

реасила микро гидро микс – на реасил гумик N и реасил Ca/ Mg/ B. На моркови столовой достоверная прибавка урожая получена при обработке реасилом Ca, реасилом Ca/ Mg/ B и реасилом гумик N на фоне реасила микро гидро микс.

Таблица 3 - Урожайность свеклы столовой и моркови столовой, т/га

Вариант	Урожайность свеклы столовой	Вариант	Урожайность моркови столовой
Контроль – без удобрений	25,35	Контроль – без удобрений	27,12
Реасил микро гидро микс – фон 1	32,52	Реасил микро гидро микс – фон 1	28,97
Фон 1 + реасил B	34,59	Фон 1 + реасил B	30,27
Фон 1 + реасил Ca	33,11	Фон 1 + реасил Mn	31,96
Фон 1 + реасил Mg	33,06	Фон 1 + реасил Ca	33,44
Фон 1 + реасил гумик N	34,02	Фон 1+ реасил Ca/ Mg/ B	32,58
Гумат калия-натрия с микроэлементами – фон 2	28,58	Фон 1 + реасил гумик N	32,90
Фон 2 + реасил B	29,97	Гумат калия-натрия с микроэлементами – фон 2	32,63
Фон 2 + реасил Ca	30,56	Фон 2 + реасил B	33,44
Фон 2 + реасил Mg	30,84	Фон 2 + реасил Mn	35,26
Фон 2 + реасил гумик N	33,03	Фон 2 + реасил Ca	34,40
		Фон 2+ реасил Ca/ Mg/ B	35,69
		Фон 2 + реасил гумик N	35,88
НСР ₀₅	2,34	НСР ₀₅	3,08

Лучшим сочетанием гуминового препарата и хелатного микроудобрения для формирования наибольшей урожайности овощных культур были следующие: для капусты белокочанной поздней – реасил микро гидро микс + реасил Mg или реасил Mn (получена урожайность 100,81 и 96,93 т/га), лука репчатого – реасил микро гидро микс + реасил Cu или реасил Zn (получена урожайность 59,47 и 59,15 т/га), гумат калия-натрия с микроэлементами + реасил Cu (60,48 т/га), томатов – гумат калия-натрия с микроэлементами + реасил Cu (78,97 т/га) или реасил микро гидро микс + реасил гумик N (75,64 т/га), огурца – реасил микро гидро микс + реасил Ca/ Mg/ B (31,12 т/га) или реасил гумик N (31,03 т/га), можно также реасил Mn или реасил Mg (29,50 и 29,51 т/га), свеклы столовой – реасил микро гидро микс + один из: реасил B (34,59 т/га), реасил гумик N (34,02 т/га), реасил Ca (33,11 т/га), реасил Mg (33,06 т/га), моркови столовой – гумат калия-натрия с микроэлементами +

реасил гумик N (35,88 т/га) или один из: реасил Ca/ Mg/ B (35,69 т/га), реасил Mn (35,26 т/га), реасил Ca (34,40 т/га).

Заключение. Эффективными способами повышения продуктивности овощных культур на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья при орошении являются применение удобрений на основе гуминовых кислот и хелатных микроудобрений фирмы «Сила жизни».

Наибольшая урожайность формируется при следующих технологиях применения хелатных удобрений: капуста белокочанной поздней – 1 л/га реасила микро гидро микс после высадки рассады и 1 л/га одного из хелатных микроудобрений (реасил Mg или реасил Mn) в начале завязывания кочанов; лук репчатого – 1 л/га реасила микро гидро микс при появлении листьев и 1 л/га одного из хелатных микроудобрений (реасил Cu или реасил Zn) в период активного роста луковиц; томатов – 1,0 л/га гумата калия-натрия с микроэлементами через неделю после высадки рассады и два раза по 1 л/га хелатного микроудобрения реасил Cu с интервалом в неделю после внесения гуминового препарата; огурца – 1,0 л/га реасила микро гидро микс через две недели после посева и два раза по 1 л/га одного из хелатных микроудобрений (реасил Ca/ Mg/ B, реасил Mn, реасил Mg, 3 л/га реасил гумик N) с интервалами одна и три недели после внесения гуминового препарата; свеклы столовой – 1,0 л/га реасила микро гидро микс после появления 2–3-х пар настоящих листьев и два раза по 1 л/га одного из хелатных микроудобрений (реасил B, реасил Ca, реасил Mg) или 3 л/га реасил гумик N с интервалами 18-20 дней после внесения гуминового препарата; моркови столовой – 1,0 л/га гумата калия-натрия с микроэлементами после появления 2–3-х пар настоящих листьев и два раза по 1 л/га одного из хелатных микроудобрений (реасил Ca/ Mg/ B, реасил Mn, реасил Ca) или 3 л/га реасил гумик N с интервалами 25-30 дней после внесения гуминового препарата.

Библиографический список

1.Беляев, А.В. Влияние азотных удобрений и регуляторов роста на продуктивность зернового сорго в степном Поволжье: автореф. дисс.... канд. с. - х. наук. – Саратов. - 2013. –с. 20.

2.Гатаулин, Т. С. Влияние гуматов и минеральных удобрений на продуктивность яровой пшеницы в Степном Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук – Саратов. - 2009. – с. 18.

3.Корсаков, К.В. Повышение окупаемости удобрений при использовании препаратов на основе гуминовых кислот / К.В. Корсаков, В.В. Пронько // Плодородие. – 2013. – № 2. – С. 18–20.

4.Цверкунов, С.В. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста растений на урожайность зерна орошаемой кукурузы на каштановых почвах Волгоградского Заволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. –Саратов. -2012. –с. 19.

В.А. Шадских, В.Е. Кижяева, Пешкова В.О.

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область, Россия

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СБАЛАНСИРОВАННЫХ КОРМОСМЕСЕЙ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Аннотация: На основании экспериментальных данных по возделыванию сбалансированных кормосмесей в условиях сухостепной зоны Поволжья на орошении разработан и обоснован новый подход к формированию системы кормопроизводства. Разработанная система кормопроизводства опирается на рациональное ведение севооборотов с включением в них многолетних многокомпонентных травосмесей, из которых получается сбалансированная по протеину зеленная масса.

Ключевые слова: орошаемое земледелие, многолетние кормовые травы, однолетние кормовые культуры, биотехнологические приемы, микроудобрения, инсектициды, гербициды, режим орошения, технология, продуктивность.

V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva, V.O. Peshkova

Volga scientific research Institute of hydraulic engineering and land reclamation,
Engels, Saratov region, Russia

FEATURES OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF CULTIVATION OF BALANCED FEEDS IN THE CONDITIONS OF IRRIGATION

Abstract: Based on experimental data on the cultivation of balanced feed mixtures in the dry-steppe zone of the Volga region on irrigation, a new approach to the formation of a feed production system has been developed and substantiated. The developed system of forage production is based on the rational management of crop rotations with the inclusion of multi-component grass mixtures in them, from which a green mass balanced in terms of protein is obtained.

Key words: irrigated agriculture, perennial forage grasses, annual forage crops, biotechnological methods, micronutrient fertilizers, insecticides, herbicides, irrigation regime, technology, productivity.

Введение. Кормопроизводство является одной из важных отраслей сельского хозяйства, её значимость определяется не только в обеспечении животноводства кормами, но и в решении задачи сохранения и повышения плодородия почвы. Современная производственная система мелиорации ориентируется на инновационные цифровые технологии и направлена на максимально продуктивное использование орошаемых земель [3].

В условиях сухостепной зоны Поволжья увеличение производства кормов возможно только на орошении. Результаты исследований доказывают, что использование одновидовых посевов не может обеспечить животных достаточным количеством питательных веществ. В систему кормопроизводства на орошении необходимо вводить многолетние многокомпонентные кормосмеси. Резервом повышения продуктивности кормовых посевов является их видовой состав, а также применение инновационных биотехнологий – дифференцированный полив омагниченной водой, внесение микроудобрений и т.п.

Для сухостепной зоны Поволжья на орошении разработан и обоснован новый подход к формированию системы кормопроизводства, который опирается на рациональное ведение севооборотов с включением в них многолетних многокомпонентных травосмесей, что обеспечивает получение сбалансированной по протеину зеленой массы. Введение бобового компонента в кормосмеси определяет качество кормов и количество белка. Перспективным методом обогащения кормов белком является выращивание кормосмесей, состоящие из четырех компонентов (козлятник восточный + кострец безостый + ежа сборная + тимофеевка луговая), 25 % в составе которых составляет бобовая культура, обеспечивающая сбалансированность корма для КРС по белку. Многолетняя культура козлятник восточный, занимающая в составе кормосмеси не менее 50 %, является прекрасным предшественником для последующих культур севооборота, при этом восстанавливается структура почвы и восполняется ее плодородие [8].

Ранее разработанные технологии создания бобово-злаковых агроценозов в соответствии с принятым в стране курсом на интенсификацию производства кормов, характеризовавшиеся весьма высокой ресурсо- энергоемкостью не могут найти широкого применения в современных условиях. Это обосновывает актуальность разработки многовариантных и ресурсосберегающих технологий производства кормов на основе всестороннего использования фактора биологизации с учетом ресурсного потенциала хозяйств [2, 5, 6]. Для достижения этой цели исследования проводились по следующим направлениям: анализ технологий возделывания многокомпонентных агроценозов кормовых культур длительного пользования; изучение закономерностей продукционного процесса бобово-злакового агроценоза на орошаемом участке при возделывании по технологии, включающей инновационные биотехнологические приемы (орошение водой, обработанной магнитным полем, применение удобрения минерального с микроэлементами); последствие технологий на изменение плодородия почвы; комплексная оценка технологии возделывания многовариантных кормосмесей на орошаемых землях с применением инновационных биотехнологических приемов.

Материалы и методы исследований. Многолетний полевой опыт проводился на темно-каштановых почвах в ООО «Березовское» Энгельсского района Саратовской области и в опытно-производственном хозяйстве ВолжНИИГиМ. Наблюдения в опытах проведены в соответствии с общепринятыми методиками опытного дела [1, 4].

Отбор проб почвенных образцов для агрохимического анализа проведен весной до посева и осенью после уборки урожая. Образцы отобраны из пахотного горизонта по диагонали опытного участка из расчета 10 образцов на 1000 м². Каждый смешанный образец сформирован из 5 индивидуальных. В образцах после высушивания определена нитрификационная способность, содержание подвижного фосфора и обменного калия, гумус, рН.

Определение влажности почвы проводилось на двух водно-балансовых площадках. На каждой площадке буром послойно, через 10 см до глубины 2 м в трехкратной повторности отбирались образцы – перед посевом и после уборки урожая, и, до глубины 1 м, - в основные фазы развития сельхозкультур, а также до и после поливов.

В практике орошаемого земледелия используются и расчетные методы для назначения сроков и норм поливов. Исследованиями ВолжНИИГиМ наиболее приемлемым для зоны Поволжья признан метод, предложенный С.М. Алпатьевым с зональными биоклиматическими коэффициентами. При расчете режима орошения и экологически безопасных поливных и оросительных норм используется уравнение водного баланса, учитывающее в обобщенном виде агроклиматические особенности территории, биологические особенности возделываемых сельхозкультур, свойства почв, гидрогеологические условия орошаемого поля, способы и технику полива. Режим орошения дифференцировали по фазам развития сои, как наиболее требовательной культуры к увлажнению. Пороги предполивной влажности 70-80-70% НВ. Расчетный слой почвы – 50 см после всходов и 80 см – от цветения до молочной спелости зерна.

В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения за растениями кормосмеси. Началом фазы развития культур считалось вступление в нее 10% растений, полная фаза – при 75%.

Густота стояния определялась в период полных всходов и перед уборкой. Учетные площадки по 0,5 м² закладывались по диагонали вариантов опыта в трехкратной повторности. Прирост биомассы проведен по результатам отбора всех растений на учетных делянках площадью 0,25 м² в двукратной повторности по всем вариантам опыта.

Учет биологического урожая кормосмесей был проведен методом сплошной уборки учетной делянки по каждому варианту опыта. Сноп для структуры урожая отбирался по диагонали делянки в 3-х кратной повторности. Зеленая масса взвешивалась, разбиралась по видам растений и была отобрана средняя проба весом 3-4 кг для определения влажности и проведения зоотехнического анализа. Урожай зеленой массы пересчитали на сухое вещество.

Математическая обработка полученных экспериментальных данных проведена по методике Доспехова.

Результаты исследований. Выбор предшественника под многокомпонентную травосмесь определяется, прежде всего, чистотой поля от сорняков. Лучшими предшественниками являются однолетние злакобобовые травы, озимые культуры.

Подготовка почвы при возделывании многокомпонентных травосмесей включает основную и предпосевную обработки почвы [7].

Перечень технологических операций при проведении основной обработки почвы: лущение стерни на глубину 6-8 см после зерновых и зернобобовых культур или дискование на глубину 8-10 см тяжелыми боронами после многолетних трав и пропашных культур; зяблевая вспашка; выравнивание почвы, внесение гербицидов и удобрений.

При сильном засорении поля многолетними сорняками (особенно пыреем) проводится обработка гербицидами по розеткам сорняков – раундапом (50 % в.р.) 4-6 кг/га или баковой смесью раундапа и 2,4-ДМ – октилового эфира.

Если отрастание сорняков задерживается, что наблюдается в сухую осень, обязательно следует провести провокационный полив нормой 250 – 300 м³/га до внесения гербицидов.

Отвальную вспашку с предплужником проводят на глубину пахотного слоя 25-27 см на каштановых почвах и 27-32 см на черноземах, что обеспечивает полную заделку пожнивных остатков.

При отсутствии многолетних сорняков отвальная вспашка может быть заменена плоскорезной обработкой почвы.

Весной при наступлении физической спелости почвы предпосевная обработка начинается с выравнивания поля. Выравнивание поверхности поля проводят под углом к направлению вспашки. При затяжной и холодной весне, сильном засорении полей, уплотнении почвы первую культивацию проводят на глубину 6-8 см, вторую, когда почва несколько подсохнет, – на 10-12 см, третью – на глубину заделки семян, т.е. на 5-6 см. При дружной, теплой весне, когда почва быстро просыхает, достаточно двух культиваций: первой – на 10-12 см и второй – на глубину заделки семян. Во избежание перемешивания сухого и влажного слоев почвы используют культиваторы с плоскорезными рабочими органами в сцепке с боронами и шлейфами или бороны с приваренными сегментами [7].

В условиях орошения получение высоких урожаев невозможно без применения удобрений. При недостаточных запасах в почве подвижных форм питательных элементов требуется внесение стартовой дозы минеральных удобрений, при обязательной активизации биологической азотфиксации бактериальными удобрениями.

Расчет доз внесения минеральных удобрений проводится расчетным методом с использованием результатов агрохимического анализа почвы на основе прогнозного ротационного баланса, детерминированного в зависимости от гумусированности и уровня эффективного плодородия каждого отдельного поля. Расчет осуществляется с помощью программы определения дозы основных элементов питания на планируемый уровень урожайности многокомпонентной травосмеси.

По нашим расчетам на посевах многокомпонентных травосмесей, на почвах со средней степенью обеспеченности элементами питания для получения урожая биомассы 2,5 т/га необходимо внести – N₄₅P₉₀K₃₀ (6,5 ц

стандартных туков). Фосфорные и калийные удобрения вносят осенью под основную обработку почвы вследствие их хорошей закрепляемости и отсутствия потерь. Азот можно вносить осенью в виде мочевины. Аммиачную селитру, содержащую азот в легкоподвижной форме, целесообразно применять в весенне-летний период под предпосевную обработку почвы или с поливной водой.

В качестве менее затратного варианта можно рекомендовать использовать сложные минеральные удобрения одновременно с посевом в количестве 15-20 кг действующего вещества на 1 га. Малые дозы минеральных удобрений положительно влияют на рост и развитие и позволяют получать хорошую прибавку урожая биомассы.

Семена должны быть подготовлены к посеву и отвечать по посевным качествам установленному стандарту. К посеву допускаются семена первого класса посевного стандарта; в отдельных случаях можно использовать и семена второго класса (ГОСТ Р 52325 – 2005, ГОСТ 9669 – 75). Биологически оптимальные сроки сева многокомпонентной травосмеси наступают при среднесуточной температуре воздуха +15-16° С. Такие условия создаются в Поволжье в первой – второй декаде мая. При раннем сроке посева глубина заделки семян должна составлять 3-4 см, при оптимальной – 5-6 см.

Чтобы уплотнить верхние слои почвы, создать лучшие условия для прорастания семян, получить дружные и равномерные всходы и выровнять поверхность поля, посевы кормосмеси прикатывают кольчато-шпоровыми катками (ЗККШ – 6А) в агрегате с сеялкой или самостоятельно не позже 6 – 8 часов после посева. Допускается также использование гладких катков (ЗКВГ), но обязательно в агрегате с зубовыми боронами, чтобы исключить потери влаги из почвы. На переувлажненных почвах посевы не прикатывают, т.к. возможно чрезмерное уплотнение и образование почвенной корки.

Уход за посевами заключается в создании оптимального водного режима почвы, борьбе с вредителями и болезнями растений, что достигается поливами и применением пестицидов. Сорняки уничтожаются агротехническими приемами и гербицидами группы «Глифосат» до проведения основной обработки почвы.

Оптимальные условия увлажнения посевов многокомпонентной травосмеси создаются при поддержании нижней границы предполивной влажности в пределах 70-75 % НВ на тяжелосуглинистых и суглинистых почвах и 65-70% НВ - на почвах легкосуглинистого механического состава. Водопотребление посевов существенно варьирует по периодам роста и развития растений, от 15-30 м³/га в начальный и конечный периоды вегетации до 65-75 м³/га в середине вегетации.

Дифференцированное применение норм полива в период вегетации растений, правильное их распределение в увязке с погодно-климатическими условиями – основа создания в почве благоприятного водного режима. В первый период роста и развития кормосмеси (всходы - ветвление) вегетационные поливы назначают при снижении влажности 50-сантиметрового слоя почвы до 70 % НВ. Во второй период роста растений

(ветвление - цветение), предполивная влажность почвы не должна опускаться ниже 80 % НВ в слое 0-80 см. В 3-й период поливают при 70 % от НВ [7, 9].

Поливные нормы в начале и в конце вегетации кормосмеси умеренные – 250 м³/га, 300 м³/га, в период максимального водопотребления они увеличиваются до 450-500 м³/га. Оросительные нормы для условий засушливого, умеренного и влажного года составляют соответственно 2700-3000, 2300-2700 и 800-1300 м³/га [7].

Предложенный ВолжНИИГиМ усовершенствованный метод расчета режима орошения с зональными биоклиматическими коэффициентами позволяет достаточно точно назначать сроки полива кормосмеси и использовать для расчета требуемых параметров современные компьютерные программы.

Изучены инновационные биологические приемы и выявлено их положительное влияние на продуктивность агроценоза многолетних многокомпонентных кормосмесей на орошении. При этом сокращаются затраты на поливы за счет дифференцированного орошения; а исключение междурядных обработок на 10-12% уменьшает энергопотребление; использование комплексных биостимуляторов, обработка семян перед посевом повышает продуктивность на 10-19 % и позволяет не применять минеральные подкормки в течение вегетации, в результате чего не загрязняется почва и сохраняется ее экологическая устойчивость [7]. Инновационная технология возделывания кормосмесей обеспечивает получение 2-4 урожаев и 1,2-1,3 н/га сырого протеина. Инновационные приемы обеспечивают получение урожайности зеленой массы многолетних многокомпонентных кормосмесей до 7,5 т/га, что значительно выше по сравнению с традиционной технологией [9, 10].

Выводы. Технологический процесс возделывания кормов на орошении с применением инновационных биотехнологических приемов имеет преимущества перед применяемыми технологиями, так как повышается продуктивность многолетней кормовой смеси на 20 %, энергопотребление уменьшается на 10-12 %, сокращаются расходы на междурядные обработки и не применяются удобрения, не загрязняется почва.

Применение комплекса инновационных приемов в ресурсосберегающей технологии возделывания кормосмесей (обработка микроудобрениями, орошение омагниченной водой) увеличивает рентабельности производства кормов до 20 %.

Заключение. На основании комплексной оценки агроприемов с целью интенсификации кормопроизводства на мелиорированных землях Поволжского региона предложена эффективная, адаптивная к конкретным условиям, технология возделывания кормосмесей длительного использования, сбалансированная по белку и аминокислотному составу в кормовом агроценозе бобово-злаковых трав, созданном на основе простых травосмесей, наиболее доступных с учетом современного семеноводства, получена высокая эффективность применения минеральных удобрений. Быстрая окупаемость текущих затрат на удобрения обосновывает

целесообразность их применения совокупным эффектом биологического азота и органических удобрений.

Наряду с повышением производства корма, фактор биологизации в виде прогрессирующего накопления подземной массы травостоями и способствует обогащению почвы гумусом и азотом без дополнительных антропогенных затрат. Таким образом, применение фактора биологизации в технологии способствует снижению расхода невозобновляемых ресурсов и повышению эффективности их использования.

Практическое значение результатов исследований состоит в том, что на основе научно обоснованных решений и комплексной оценки разработаны многовариантные ресурсосберегающих технологий создания, использования и повышения продуктивности кормосмесей на мелиорированных землях с применением инновационных биотехнологических приемов возделывания, что позволит получать высокие урожаи качественных и экологически чистых кормов для условий сухостепного Поволжья.

Библиографический список

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. - 414 с.
2. Новоселов Ю.К., Бычков Г.Н. Биологизация в земледелии и кормопроизводстве // Кормопроизводство, 1999. № 4. С. 20-22
3. Постолов В.Д., Косинова О.В. Формирование агроландшафтных экосистем // Земледелие, 2000. № 6. С. 16
4. «Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте» - НИИСХ Юго-востока, 1973.
5. Храмцов Л.И. Агротехнологии при экологизации и биологизации земледелия // Земледелие, 1998. № 5. С. 40-41
6. Черемисов Б.М. Концепции быстрого перехода мирового земледелия на биологическую фиксацию азота атмосферы // Аграрная наука, 2000. №9. С. 10-11
7. Шадских, В.А. Влияние режима орошения и системы обработки темно-каштановых почв Поволжья на продуктивность кормовых культур / В.А. Шадских, В.Е. Кижяева, О.Л. Рассказова // Всероссийский науч.-практ. журнал «Аграрный Вестник Юго-Востока», г. Саратов, 2019 г. – № 1 (21) . – С. 33-38.
8. Шадских, В.А. Ресурсосберегающая технология возделывания козлятника восточного в условиях орошения / Шадских, В.Е. Кижяева, О.Л. Рассказова // Орошаемое земледелие. – 2019. – № 4. – С. 30-33.
9. Шадских, В.А. Рекомендации по ресурсосберегающей технологии производства высокобелковых кормов на мелиорированных землях на основе создания агроценоза бобово-злаковых трав длительного пользования // В.А. Шадских, В.О. Пешкова, В.Е. Кижяева, Д.Ш. Рамазанов, О.Л. Рассказова, Ю.А. Лукашунас, С.В. Ененко. - Энгельс, 2020. – 28 с.
10. Barnett F., Fosler G. Performance of cool-season perennial grasses in pure stands and in mixtures with legumes // Agron. J., 1983. V. 75, N 4. P. 582-586.

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ

УДК: 635.64

М.Ю. Анишко

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,
г. Астрахань, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ ТОМАТОМ

Аннотация. В статье представлены данные опытов по изучению эффективности использования воды растениями томатов в Черноярском районе Астраханской области. Суммарное потребление в среднем за 2016-2020 годы составляло от 6843 до 6906 м³/га. Наименьший коэффициент водопотребления равнялся 123,3 м³/т. Наибольший коэффициент водопотребления составлял 180,2 м³/т. Наиболее эффективным вариантом применения удобрений по использованию воды на формирование урожая стал шестой вариант (фертигация нитратом кальция до фазы цветения-образования плодов (1-4 фертигации), фертигация нитратом кальция и хлоридом аммония, начиная с фазы цветения-образования плодов (75% N из нитрата кальция и 25% N из хлорида аммония) + одна листовая подкормка NPK 20-20-20+микроэлементы в фазу активного роста (0.3% раствор, 300 л/га) + одна листовая подкормка NPK 12-6-36+Mg+S+микроэлементы в фазу цветения - плодообразования (0.3% раствор, 300 л/га), на котором на 1 мм израсходованной воды формировалось 81,1 кг плодов томатов.

Ключевые слова: томат, капельное орошение, суммарное водопотребление, коэффициент водопотребления, эффективность использования воды.

M.Yu. Anischko

FGBY VO «Astrakhan state University», Astrakhan, Russia.

EFFICIENCY OF TOMATO WATER USE

Abstract: The article presents the data of experiments on the study of fertigation of tomatoes with nitrogen fertilizers in combination with leaf fertilization with trace elements. The research was conducted in the open ground on the experimental field of the Caspian Agricultural Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. The method of irrigation was drip irrigation. The largest number of fruits on the bush was formed on the sixth variant and averaged 77 pieces, the smallest number of fruits 60 pieces was formed on the first variant. The maximum weight of the fetus on average 109 grams was also formed

on the sixth variant, the minimum (on average 15 grams less) was obtained on the first variant. The maximum yield of tomatoes of 111.6 t/ha was obtained in the sixth variant (Fertigation with calcium nitrate before the flowering phase-fruit formation (1-4 fertigations), fertigation with calcium nitrate and ammonium chloride, starting from the flowering phase-fruit formation (75% N from calcium nitrate and 25% N from ammonium chloride) + one NPK 20-20-20 leaf dressing+trace elements in the active growth phase (0.3% solution, 300 l/ha) + one leaf dressing NPK 12-6-36+Mg+S+trace elements in the flowering - fruiting phase (0.3% solution, 300 l/ha)).

Key words: tomato, drip irrigation, total water consumption, water consumption coefficient, water use efficiency.

Введение. Все овощные культуры, как правило, являются влаголюбивыми растениями [9]. Выращивание томата в открытом грунте в условиях засушливого климата Астраханской области, где за период вегетации выпадает менее 200 мм осадков, возможно только на орошении [5]. В двадцатом веке широкое распространение среди овощеводов получило капельное орошение [1, 3, 4].

С точки зрения водного режима к основным достоинствам капельного орошения следует отнести возможность оптимального устойчивого увлажнения корнеобитаемого слоя почвы, применительно к условиям роста и развития растений, что позволяет уменьшить объем подаваемой поливной воды по сравнению с дождеванием на 15...25 %, и как следствие этого, заметно сократить потери воды на фильтрацию и испарение, а в результате существенно уменьшить риски подъёма уровня грунтовых вод. Но в связи с непромывным режимом, угроза вторичного засоления почв при капельном орошении всё равно присутствует [3, 6].

Некоторые исследователи отмечают агротехнические достоинства капельного орошения, связанные с уменьшением сорной растительности и возможностью обеспечивать подачу минеральных удобрений с поливной водой, то есть проводить фертигацию, тем самым, существенно увеличивая эффективность внесения элементов питания [7, 8].

В свою очередь, минеральные удобрения повышая продуктивность томатов, тем самым улучшают и эффективность использования растениями воды [10].

Схема опыта и методика исследований. В опыте рассматривалось 6 вариантов фертигации и листовых подкормок среднеплодного гибрида томата Катенька: 1) Фертигация аммиачной селитрой; 2) Фертигация аммиачной селитрой + одна листовая подкормка NPK 20-20-20+микроэлементы в фазу активного роста (0.3% раствор, 300 л/га) + одна листовая подкормка NPK 12-6-36+Mg+S+микроэлементы в фазу цветения - плодообразования (0.3% раствор, 300 л/га); 3) Фертигация нитратом кальция; 4) Фертигация нитратом кальция + одна листовая подкормка NPK 20-20-20+микроэлементы в фазу активного роста (0.3% раствор, 300 л/га) + одна листовая подкормка NPK 12-6-36+Mg+S+микроэлементы в фазу цветения -

плодообразования (0.3% раствор, 300 л/га); 5) Фертигация нитратом кальция до фазы цветения-образования плодов (1-4 фертигации). Фертигация нитратом кальция и хлоридом аммония, начиная с фазы цветения-образования плодов (75% N из нитрата кальция и 25% N из хлорида аммония); 6) Фертигация нитратом кальция до фазы цветения-образования плодов (1-4 фертигации). Фертигация нитратом кальция и хлоридом аммония, начиная с фазы цветения-образования плодов (75% N из нитрата кальция и 25% N из хлорида аммония) + одна листовая подкормка NPK 20-20-20+микроэлементы в фазу активного роста (0.3% раствор, 300 л/га) + одна листовая подкормка NPK 12-6-36+Mg+S+микроэлементы в фазу цветения - плодообразования (0.3% раствор, 300 л/га).

Проведение опытов сопровождалось лабораторными исследованиями, которые выполнялись по методикам Г.И. Тараканова (2002), М.Ф. Трифионовой (2009).

Результаты исследований. В среднем за 2016-2020 годы наибольшее поступление влаги происходило за счёт поливной воды – от 60,8 % общего водопотребления томата на первом варианте до 61,4 % на третьем варианте. Атмосферные осадки составили за период вегетации томатов 143 мм, или 1430 м³/га. На дату высадки рассады томатов в почве находилось от 121,3 мм продуктивной влаги на третьем варианте, что составляло 17,7 % водного баланса, до 127,6 мм продуктивной влаги на первом варианте, что составляло 19,5 % водного баланса.

Таблица 1 - Суммарное водопотребление томата Катенька

Варианты	Атмосферные осадки		Оросительная норма		Расход влаги из почвенных запасов		Суммарное водопотребление, м ³ /га
	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%	
1	1430	20,7	4200	60,8	1276	19,5	6906
2	1430	20,7	4200	60,9	1264	19,4	6894
3	1430	20,9	4200	61,4	1213	17,7	6843
4	1430	20,8	4200	61,2	1227	18,0	6857
5	1430	20,8	4200	61,1	1245	18,1	6875
6	1430	20,8	4200	61,0	1251	18,2	6881

Суммарное потребление в среднем за 2016-2020 годы составляло от 6843 м³/га на третьем варианте до 6906 м³/га на первом варианте.

Коэффициент водопотребления томата, то есть количество воды, израсходованной за вегетационный период на 1 тонну продукции в среднем за 2016-2020 годы, представлен в таблице 2.

Наименьший коэффициент водопотребления 123,3 м³/т отмечен на шестом варианте. Наибольший коэффициент водопотребления 180,2 м³/т отмечен на первом варианте.

Таблица 2 - Коэффициент водопотребления томатов по вариантам опыта

Варианты	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
1	180,2
2	174,1
3	167,7
4	148,4
5	165,7
6	123,3

Эффективность использования воды растениями томата гибрида Катенька – формирование урожая плодов на единицу израсходованной растениями воды (кг/га/мм) представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Эффективность использования воды, среднее 2016-2020 гг.

Варианты	Суммарное водопотребление, мм	Урожайность плодов томата, кг/га	Эффективность использования воды, кг/га/мм
1	690,6	38200	55,3
2	689,4	39600	57,4
3	684,3	40800	59,6
4	685,7	46200	67,4
5	687,5	41500	60,4
6	688,1	55800	81,1

Наиболее эффективным вариантом применения удобрений по использованию воды на формирование урожая стал шестой вариант (фертигация нитратом кальция до фазы цветения-образования плодов (1-4 фертигации), фертигация нитратом кальция и хлоридом аммония, начиная с фазы цветения-образования плодов (75% N из нитрата кальция и 25% N из хлорида аммония) + одна листовая подкормка NPK 20-20-20+микроэлементы в фазу активного роста (0.3% раствор, 300 л/га) + одна листовая подкормка NPK 12-6-36+Mg+S+микроэлементы в фазу цветения - плодообразования (0.3% раствор, 300 л/га), на котором на 1мм израсходованной воды формировалось 81,1 кг плодов томатов.

Наименее эффективным вариантом применения удобрений по использованию воды на формирование урожая стал первый вариант (фертигация аммиачной селитрой), на котором на 1мм израсходованной воды формировалось 55,3 кг плодов томатов.

Заключение. Таким образом, наиболее эффективным приёмом минерального питания томатов оказалась фертигация нитратом кальция до фазы цветения-образования плодов (1-4 фертигации), фертигация нитратом кальция и хлоридом аммония, начиная с фазы цветения-образования плодов (75% N из нитрата кальция и 25% N из хлорида аммония) + одна листовая

подкормка NPK 20-20-20+микроэлементы в фазу активного роста (0.3% раствор, 300 л/га) + одна листовая подкормка NPK 12-6-36+Mg+S+микроэлементы в фазу цветения - плодообразования (0.3% раствор, 300 л/га)

Библиографический список

1. Азарьева, И.И. Совершенствование технологии капельного орошения томатов на Светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья: Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. - Волгоград, 2010. – 23 с.
2. Ахмедов, А.Д. Продуктивность овощных культур при капельном поливе в условиях Волго-Донского междуречья / А.Д. Ахмедов, Е.Э. Джамалетдинова, А.Е. Засимов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. - 2018. - № 1 (49). - С. 161-167.
3. Аликина, Н.С. Физические методы и их влияние на посевные качества семян и урожай томатов различной скороспелости / Н.С. Аликина, Н.И. Чернышев // Аграрный научный журнал. 2019. № 10. С.4-8.
4. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур: научное издание / В.В. Бородычев // Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2010. - 241с.
5. Зволинский, В.П. Калмыкова Влияние макро- и микроудобрений на качество плодов томата / В.П. Зволинский, Ю.Н. Плескачев, Е.В. Калмыкова, О.В. Калмыкова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. - 2019. - № 1 (53). - С. 32-43.
6. Карпунин, В.В. Удобрительное орошение: теория, технологии, технические средства / В.В. Карпунин, В.И. Филин, А.П. Сапунков, В.Г. Абезин // Монография. Поволжский НИИ эколого-мелиоративных технологий. – Волгоград. 2003. – 443 с.
7. Пронько, В.В. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на минеральные удобрения в различных гидротермических условиях степного Поволжья / В.В. Пронько, М.П. Чуб, Т.М. Ярошенко // Аграрный научный журнал. 2017. № 9. С. 27-32.
8. Пронько, Н.А. Вынос элементов питания томатами при капельном поливе в Саратовском Правобережье / Н.А. Пронько, Е.И. Бикбулатов // Аграрный научный журнал. 2017. № 4. С. 40-43.
9. Тараканов, Г.И. Овощеводство. 2-е изд., перераб. и доп. / Г.И. Тараканов, В.Д. Мухин, К.А. Шуин // М.: Колос, 2002. – 472 с.
10. Филин, В.И. Система удобрения томата на каштановых почвах Волго-Донского междуречья / В.И. Филин, М.И. Кривошеин // Плодородие. 2007.- Приложение к № 2. – С. 27-28.

Ю.Н. Плескачев¹, М.Ю. Анишко²

¹ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»,
Москва, Россия; ²ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,
г. Астрахань, Россия

СИСТЕМА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ТОМАТОВ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

Аннотация. В статье рассматриваются характеристика овощной культуры томата при выращивании его в открытом грунте на капельном орошении в почвенно-климатических условиях Астраханской области. Показана общая потребность томата в макроэлементах – азоте, фосфоре и калие в разрезе на планируемую урожайность от 40 до 100 тонн с гектара с учётом обеспеченности почвы подвижными формами элементов питания. Представлены средние дозы основного внесения удобрений при подготовке почвы под томат, сроки и дозы подкормки томата азотными удобрениями при внесении их с фертигацией при дождевании и программа фертигации при капельном орошении томата на переработку.

Ключевые слова: томат, капельное орошение, фертигация, урожайность

Yu. N. Pleskachev¹, M. Yu. Anishko²

¹Federal Research Center "Nemchminovka", Moscow, Russia

²Astrakhan State University, Astrakhan, Russia

TOMATO MINERAL NUTRITION SYSTEM WITH DRIP IRRIGATION

Abstract. The article deals with the characteristics of tomato vegetable culture when growing it in the open ground on drip irrigation in the soil and climatic conditions of the Astrakhan region. The total demand of tomatoes for macronutrients – nitrogen, phosphorus and potassium-is shown in the context of the planned yield of 40 to 100 tons per hectare, taking into account the availability of mobile forms of nutrients in the soil. The average doses of the main fertilizer application during the preparation of the soil for tomato, the terms and doses of fertilizing the tomato with nitrogen fertilizers when they are applied with fertigation during sprinkling, and the fertigation program for drip irrigation of tomato for processing are presented.

Key words: tomato, drip irrigation, fertigation, yield

Введение. В настоящее время томат входит в число главных овощных культур в большинстве стран мира. В открытом грунте на юге России его начали возделывать в середине XIX века. Очень быстро – уже к началу XX

столетия – томат, благодаря отменным вкусовым качествам, стал одной из обязательных и приоритетных овощных культур в огородах сельского населения. И сейчас лидерами по выращиванию томата в открытом грунте в Российской Федерации являются Южный федеральный округ и Северо-Кавказский федеральный округ, которые производят 55 % и 37,6 % годовых объемов соответственно [1].

Томат относится к теплолюбивым растениям. Его семена дружно прорастают при температуре 20-25 °С, снижение температуры до 16-17 °С замедляет их прорастание на 12-13 дней. При температуре 8-10 °С в течение 30 дней прорастает не более 6-10 % семян. Для фотосинтетической деятельности растений томата оптимум температуры находится в интервале 20-25 °С. При температуре ниже 15 °С томат не цветет, а при 10 °С рост растений приостанавливается. Критическая температура для большинства сортов томата -1-2 °С [2].

Частые резкие суточные колебания температуры вызывают опадение цветков, завязей и задержку плодоношения. Повышенная температура также негативно влияет на жизнедеятельность томатного растения. Уже при температуре 30 °С многие пыльцевые зерна теряют способность к прорастанию, а дальнейшее повышение температуры ведет к депрессии и быстрому ингибированию фотосинтеза, хотя интенсивность дыхания еще продолжает нарастать [3, 4].

При оценке агроклиматических и погодных условий принято принимать во внимание продолжительность благоприятного для развития томата периода с температурой выше 15 °С. Следует учитывать, что отношение томата к температурному режиму зависит от многих факторов: биологических особенностей сортов и гибридов, возраста растений, интенсивности освещения, влагообеспеченности и др. Минимальный уровень температуры для томата в рассадный период днем 17-19 °С и ночью 10-12 °С; для взрослых растений в фазе цветения, в период плодоношения и созревания плодов на 3-4 °С выше [5, 6].

Томат – очень требовательное к свету растение. При низкой освещенности усвоение питательных веществ корневой системой растений ослабевает, рост и развитие замедляются. Свет, ускоряющий процессы фотосинтеза, и температура, контролирующая скорость ферментативных биохимических реакций тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Наибольшее требование к свету томат проявляет в фазы цветения и плодообразования. Пасмурная погода во время цветения, образования и созревания плодов удлиняет этот период на 10-15 дней и в значительной степени ухудшает качество товарной продукции [7].

Томат устойчив к воздушной и почвенной засухе, но уменьшение запасов продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы приводит к существенному снижению урожайности и вызывает заболевание растений вершинной гнилью. Нижняя граница оптимальной влажности активного слоя почвы находится в интервале 75-80 % НВ. Резкие изменения влажности почвы во время цветения вызывают опадение цветков, а в период налива плоды некоторых сортов растрескиваются.

Отрицательно действуют на томатные растения и резкие колебания влажности воздуха. Оптимальная относительная влажность воздуха для томата находится в пределах 45-65 %.

Повышенная влажность воздуха способствует распространению грибных и бактериальных болезней томата (септориоз, макроспориоз, фитофтороз, бактериальный рак и др.).

Материалы и методы. Правильный подбор сортов и гибридов томата позволяет увеличить урожай, ускорить созревание плодов, улучшить их качество и товарность производимой продукции.

Для возделывания томата подходят почвы различного гранулометрического состава (от тяжелосуглинистых до супесчаных), имеющие рН 6,0-7,1.

Как и другие овощные культуры, томат требователен к эффективному плодородию почв, наличию в корнеобитаемом слое достаточного количества элементов питания в доступной для растений форме. Вынос питательных веществ растениями томата в расчете на 1 т плодов с соответствующим количеством вегетативной массы при нормальной влагообеспеченности в течение вегетационного периода составляет по обобщенным данным 2,6-3,0 кг азота (N), 1,0-1,1 кг фосфора (P_2O_5) и 2,8-3,2 калия (K_2O).

Динамика потребления элементов питания хорошо согласуется с темпами нарастания сухой биомассы целого растения и отдельных органов томата. Максимальный прирост сухого вещества отмечается в июле-августе, когда формируются листья, стебли и интенсивно идут процессы плодообразования.

Потребление фосфора заканчивается ко времени прекращения нарастания сухой массы листьев и завязывания плодов.

Активное поглощение азота и калия также отмечается в период наибольшего прироста органического вещества томатных растений.

Потребление этих элементов в основном заканчивается задолго до последней уборки плодов.

Налив плодов у томата осуществляется в основном за счет реутилизации – передвижения элементов питания из вегетативных органов.

Результаты и обсуждение. Расчеты показали, что из общего количества питательных веществ, усвоенных томатом из почвы и удобрений за вегетацию в открытом грунте, в плодах содержится 70 % азота (N), 70 % фосфора (P_2O_5) и 90 % калия (K_2O).

Дозы и состав применяемых под томат удобрений зависят от плодородия почвы, степени ее окультуренности и планируемой урожайности.

В таблице 1 приведены расчетные годовые дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений под разные уровни запланированной урожайности на почвах степной, сухостепной зон Астраханской области при оптимальном режиме орошения.

Таблица 1 - Расчетные годовые дозы минеральных удобрений под разные уровни планируемой урожайности томата, кг/га д.в.

Планируемая урожайность, т/га	Обеспеченность почвы подвижными формами элементов питания								
	N	P ₂ O ₅				K ₂ O			
	низкая – средняя	низкая	средняя	повышенная	высокая	низкая	средняя	повышенная	высокая
50	100-140	75	60	50	25	185	150	110	35
60	120-170	90	75	60	30	225	180	135	45
70	140-195	105	90	70	35	260	210	160	55
80	155-225	120	100	80	40	300	240	180	60
90	175-250	135	115	90	45	335	270	200	65
100	195-280	150	125	100	50	375	300	220	75

Система удобрения томата в открытом грунте включает два способа внесения минеральных удобрений: основное (допосадочное) и подкормки, чаще всего и эффективнее в виде фертигации. Средние дозы основного внесения удобрений при подготовке почвы под томат в условиях почвенно-климатических зон Астраханской области приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Средние дозы основного внесения удобрений при подготовке почвы под томат, кг действующего вещества/га

Планируемая урожайность, т/га	Обеспеченность почвы подвижными формами элементов питания								
	N	P ₂ O ₅				K ₂ O			
	низкая – средняя	низкая	средняя	повышенная	высокая	низкая	средняя	повышенная	высокая
50	70-50	75	60	50	25	185	150	110	35
60	85-60	90	75	60	30	225	180	135	45
70	95-70	105	90	70	35	260	210	160	55
80	110-80	120	100	80	40	300	240	180	60
90	125-90	135	115	90	45	335	270	200	65
100	140-100	150	125	100	50	375	300	220	75

Основное удобрение предназначено для удовлетворения потребности растений томата в питательных элементах от высадки рассады до завершения вегетации.

При этом фосфорные и калийные удобрения вносят обычно осенью под глубокую вспашку, а азотные – весной под предпосадочную обработку почвы (разброс или локально).

При капельном орошении основное удобрение можно вносить локально вдоль посадочной полосы весной за 15-20 дней до высадки рассады томата.

Во время вегетации томата в открытом грунте поводят 1-4 азотные подкормки с интервалом 3 недели дозой N₅₀.

Сроки, число и дозы подкормок разными азотными удобрениями (мочевина, аммиачная селитра, КАС) при внесении их с поливной водой приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Сроки и дозы подкормки томата азотными удобрениями при внесении их с фертигацией при дождевании (на фоне основного удобрения (на фоне основного удобрения (NPK) под планируемыми урожаями)

Планируемая урожайность, т/га	Первая подкормка после посадки рассады, недель	Количество подкормок	Интервал между подкормками, недель	Всего удобрений*, кг/га		
				мочевина	аммиачная селитра	КАС
50	2-3	1	-	110	150	155
60	2-3	1	-	110	150	155
70	2	2	3	220	300	310
80	2	3	3	330	450	465
90	2	3-4	3	330-400	450-540	465-565
100	2	3-4	3	330-400	450-540	465-565

*- доза каждого удобрения для подкормок распределяется между количеством планируемых фертигаций (форма азотного удобрения выбирается в зависимости от наличия в хозяйстве).

Оптимизация азотного питания томата при выращивании в открытом грунте на фоне основного полного удобрения способствует формированию большей площади листьев, усиливают фотосинтетическую деятельность растений, продлевает активное плодоношение, что значительно увеличивает урожайность высококачественных плодов.

Таблица 4 - Программа фертигации при капельном орошении томата на переработку (на фоне основного удобрения, внесенного за 2 недели до посадки рассады дозой N₈₀P₈₀K₈₀)

Число дней с даты посадки	Фаза роста и развития томата	Показания тензиометра перед поливом, сбар	Поливная норма, м ³ /га	Компоненты фертигации, кг/га за полив		
				азот (N)	фосфор (P ₂ O ₅)	калий (K ₂ O)
0	Посадка рассады		300-500	20		
5-6	Приживание		10-20	10		
12	Вегетативный рост		10-20	10	20	
18	-/-		10-20	15	20	
24	Цветение	30-35	20-30	15	20	
30	-/-	30-35	20-30	20	20	
33	-/-	30-35	30-40	20	20	
36	Плодообразование	30-35	30-40	20	20	
39	-/-	30-35	40-50	20	20	
42	-/-	30-35	40-50	20	20	
45	Рост плодов	25-35	50-60	10		20
48	-/-	25-35	50-60	10		20
51	-/-	25-35	60-70	10		20
54	-/-	30-35	60-70	10		20
57	-/-	30-35	70-80	10		20
60	-/-	35-40	70-80	10		
63	-/-	35-40	70-80	10		
66	-/-	35-40	70-80	10		
69	Изменение цвета плодов	35-40	60-70	10		
72	-/-	35-40	60-70	10		
75	-/-	40-45	60-70	10		
78	-/-	40-45	60-70			

При капельном орошении сроки и нормы полива и дозы вносимых удобрений устанавливаются с учетом водного режима почвы и фаз роста и развития растений томата. Для Астраханской области разработана и применяется в производстве интенсивная технология томата на промышленную переработку, в которой синхронизированно используется управление водным режимом почвы с помощью тензиометров эвапориметров и питанием растений с помощью фертигации.

Графики ирригации и фертигации при выращивании томата на переработку (для разовой механизированной уборки) является примерным, поскольку составлены без учета атмосферных осадков, водно-физических свойств и параметров почвы, запасов NPK в почве, но их осуществление обеспечивает реальную возможность получения урожая плодов не менее 80-100 т/га.

Особенностью программы фертигаций является внесение с поливной водой после посадки рассады только азотного удобрения (в течение недели), затем регулярных подкормок азотно-фосфорным удобрением (8 фертигаций через 3 дня). В дальнейшем томаты подкармливают небольшими дозами азотных удобрений (до 7 раз по N_{10}).

Заключение. В зависимости от интенсивности эвапотранспирации посадок томата расход воды на капельный полив может изменяться в первые 4-5 недель после посадки в пределах 10-30 м³/га, а в последующие периоды вегетации возрастать до 40-80 м³/га.

Применение капельного полива томата на основе фертигации позволяет в агроклиматических и почвенных условиях Астраханской области гарантированно выращивать высокие урожаи до 80-100 т/га и более высококачественных товарных плодов.

Библиографический список

1. Пронько, Н.А. Влияние гуминовых препаратов на продуктивность томата на орошаемых каштановых почвах Саратовского Заволжья / Н.А. Пронько, В.В. Пронько, Д.А. Степанченко // Аграрный научный журнал. №9. 2017. - С. 24-27.

2. Пронько, В.В. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на минеральные удобрения в различных гидротермических условиях степного Поволжья / В.В. Пронько, М.П. Чуб, Т.М. Ярошенко // Аграрный научный журнал. №9. 2017. - С. 27-32.

3. Тютюма, Н. В. Определение оптимального режима орошения и уровня минерального питания гибридов томатов Российской селекции в условиях севера Астраханской области / Н.В. Тютюма, А.П. Солодовников, Т.В. Мухортова // Аграрный научный журнал. №8. 2017. - С. 32-38.

4. Петров, Н.Ю. Приёмы повышения продуктивности томата и картофеля при орошении в Поволжье / Н.Ю. Петров, Е.В. Калмыкова, В.Б. Нарушев, Т.И. Хоришко // Аграрный научный журнал. №4. 2017. - С. 36-39.

5. Пронько, Н.А. Вынос элементов питания томатами при капельном поливе в Саратовском Правобережье / Н.А. Пронько, Е.И. Бикбулатов // Аграрный научный журнал. 2017. № 4. С. 40-43.

6. Туманян, А.Ф. Оценка влияния регуляторов роста на структуру урожая томатов при капельном орошении / А.Ф. Туманян, Гертруда Кигоуи, С.В. Зайцев, Н.А. Зайцева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. 2020. - №2 (58). – С. 104-114.

7. Мухортова, Т.В. Особенности изучения адаптивности томатов при их интродукции в аридных условиях Северо-Западного Прикаспия / Т.В. Мухортова, Е.Г. Мягкова, Е.Н. Петров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. - 2019. - №1 (53). – С. 89-96.

И.В. Ткаченко

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, г. Новочеркасск, Ростовская область, Россия

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ
БИОТЕХНОЛОГИЙ КАК ЭЛЕМЕНТА НОВОЙ СИСТЕМЫ
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Аннотация: Для восстановления почвенного плодородия и повышения эффективности производства растениеводческой продукции предложено осуществить постепенный отказ от использования химических средств защиты растений и минеральных удобрений и заменить их на биоудобрения; использовать биопрепараты, способные уничтожать вредные микроорганизмы, что приведет к биологической санации почвы. Рассмотрен механизм действия этих препаратов, проведен сравнительный анализ различных видов удобрений, рассчитаны затраты на приобретение удобрений для предпосевной обработки семян и почв, подкормки растений, внекорневой обработки.

Ключевые слова: биоорганическое земледелие, биоудобрения, биологическая санация почв, урожайность, затраты, экологическая безопасность

I. V. Tkachenko

Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A. K. Kortunov
FGBOU VO Donskoy GAU, Novocherkassk, Rostov region, Russia

**DEVELOPMENT OF IMPLEMENTATION MEASURES
BIOTECHNOLOGIES AS AN ELEMENT OF THE NEW SYSTEM
AGRICULTURE**

Annotation: To restore soil fertility and increase the efficiency of crop production, it is proposed to gradually abandon the use of chemical plant protection products and mineral fertilizers and replace them with biofertilizers; to use biological products that can eliminate harmful microorganisms, which will lead to biological sanitation of the soil. The mechanism of action of these drugs is considered, a comparative analysis of various types of fertilizers is carried out, and the costs of purchasing fertilizers for pre-sowing treatment of seeds and soils, fertilizing plants, and foliar treatment are calculated.

Keywords: bio-organic agriculture, biofertilizers, biological soil conservation, productivity, costs, environmental safety

Введение. Необходимость перемен в сельском хозяйстве сейчас ощущается очень остро. Интенсивные технологии, применяемые в

современном сельскохозяйственном производстве, являются составляющими «зеленой революции». Ее результатом стала всеобщая деградация почв – сначала слабых и средних, а затем и лучших – и загрязнение биосферы пестицидами. Химические средства защиты растений агрессивно воздействуют на почвенную микрофлору и уничтожают целые группы полезных бактерий – звеньев почвенных пищевых цепей, определяющих плодородие. Этот процесс на первый взгляд практически незаметен, но подавление жизненно важной для растений азотфиксирующей и фосфат-мобилизующей микрофлоры требует все более и более высоких доз минеральных удобрений для достижения нужного результата. Освобождающиеся при этом экологические ниши заполняются болезнетворными патогенами, что, в свою очередь, требует применения новых химических средств с более широким спектром поражающего действия.

В настоящем мы имеем полную зависимость сельхозпроизводителей от гибридных семян, агро- и ядохимикатов, а, так как, в условиях комплексной химизации наблюдается потеря земель своего плодородия, в будущем единственной моделью развития сельского хозяйства и гарантом продовольственного изобилия станет ГМО-культура.

Кроме того, существующий диспаритетный рост цен на продукцию растениеводства, а также на минеральные удобрения, средства химической защиты и ГСМ приводит к тому, что модель интенсивного сельского хозяйства становится нерентабельной без постоянного увеличения государственных дотаций. Улучшение состояния и эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения связано с внедрением и освоением рациональной системы земледелия и предполагает решение комплекса задач, направленных на развитие органического сельского хозяйства в России [1].

Сегодня сельское хозяйство начинает разворачиваться в сторону возвращения земле ее биологического здоровья и восстановления естественного плодородия почв. Ставится вопрос о биологизации современного сельского хозяйства, сокращении применения агрохимикатов и их замены на биологические препараты и средства защиты растений.

Таким образом, все большую популярность получают идеи биоорганического земледелия.

Органическое, экологическое, биологическое сельское хозяйство – форма ведения сельского хозяйства, в рамках которой происходит сознательная минимизация использования синтетических удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений, кормовых добавок, генетически модифицированных организмов.

Органическое сельское хозяйство обязано в долгосрочной перспективе поддерживать здоровье как конкретных объектов, с которым имеет дело (растений, животных, почвы, человека), так и всей планеты [2]. В работе рассмотрена возможность внедрения адаптивных биотехнологий в КФХ Руденко О.В. Аксайского района Ростовской области.

Для восстановления почвенного плодородия и повышения эффективности производства растениеводческой продукции в КФХ Руденко О.В. необходимо осуществить постепенный отказ от использования химических средств защиты растений и минеральных удобрений и заменить их на биоудобрения; использовать биопрепараты, способные уничтожать вредные микроорганизмы, что приведет к биологической санации (оздоровлению) почвы.

Материалы исследования. В растениеводстве без химических средств защиты затруднительно получать высокие урожаи, но существенную часть химических средств можно с успехом заменить более эффективными и безопасными для экологии биологическими препаратами.

Сегодня на рынке биопрепаратов представлены различные марки микробиологических удобрений. Наиболее эффективными по соотношению цена – качество являются удобрения марки Азотовит - Фосфатовит и препараты линейки СТИМИКС.

Азотовит – Фосфатовит основаны на наиболее продуктивных штаммах азотфиксирующих и фосфат-мобилизующих почвенных бактерий. По данным института сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии РАН, препараты способны накапливать в почве от 15 до 25 кг NPK по действующему веществу за 1 месяц вегетации растений, и так – до конца периода вегетации. Препараты высокотехнологичны и совместимы с химическими средствами защиты, например, для приготовления баковых смесей [3].

Основой Стимиксов являются живые культуры микроорганизмов. В зависимости от назначения препарата это могут быть симбиотические и/или ассоциативные азотфиксирующие и фосфатмобилизующие бактерии, целлюлозолитические и лигнолитические микроорганизмы, а также микроорганизмы – антагонисты патогенных микробов, продуцирующие фитогормоны, витамины, органические кислоты и другие биологически активные вещества. Все эти микроорганизмы могут применяться в разных сочетаниях друг с другом [2].

Азотовит – Фосфатовит производятся самой крупной в своей отрасли Российской компанией ООО «Промышленные инновации», г. Москва, имеют государственную регистрацию, включены в реестр разрешенных в России агропестицидов.

Препараты СТИМИКС выпускаются группой компаний ООО НПО «Биоцентр»: «Дон», «Ставрополье», «Урал», имеют сертификат соответствия.

Сравнение классических минеральных и органических удобрений с Азотовитом - Фосфатовитом и препаратами Стимикс проведено в таблице 1.

Механизм действия и области применения препаратов представлены в таблице 2.

Таблица 1 - Сравнительные характеристики различных видов удобрений

Показатели	Минеральные удобрения	Органические удобрения	Микробиологические удобрения	
			Азотовит и Фосфатовит	Препараты Стимикс
Питание растений	Да	Да	Да	Да
Экологичность	-	-/+	+	+
Почвоулучшение	-	+	+	+
Возможность передозировки	Да	Да	Нет	Нет
Подавление патогенной микрофлоры	-	-	+	+
Стабильность состава	Да	Нет	Да	Да

Результаты исследования. Общим у представленных групп удобрений является предпосевная обработка семян. Для различных культур доза применения препаратов различна. Анализируемое предприятие выращивает озимую пшеницу, лен и подсолнечник на площади 2000 га. В среднем для выращиваемых в хозяйстве культур принята доза 1л/т семян. Проведен расчет необходимого количества удобрений в зависимости от нормы высева (таблица 3).

Таким образом, для предпосевной обработки семян рекомендуется применять препараты Стимикс, т.к. затраты меньше на 129,6 тыс. руб.

Для предпосевной обработки почв и подкормки растений применяются Фосфатовит и Азотовит. В течение всего вегетационного периода необходимо проводить внекорневую обработку препаратами Стимикс.

В настоящий момент КФХ Руденко О.В. использует минеральные удобрения, затраты на покупку которых составили 4601,3 тыс. руб. На химические средства защиты растений хозяйство потратило 4708 тыс. руб. На первом этапе рекомендовано на 30 % заменить химические средства защиты растений микробиологическими. Все расчеты сведены в таблицу 4.

Выводы. Расчеты показывают, что микробиологические удобрения оказывают не только положительное влияние на почву, экологичны, безопасны для человека и животных, но и экономически выгодны. Их применение в хозяйстве уменьшит затраты на приобретение удобрений и средств защиты растений на 2251,5 тыс. руб.

Заключение. В работе проведено сравнение затрат на приобретение и использование классических и микробиологических удобрений. Выбор представленных микробиологических удобрений правомерен по следующему ряду причин: экологичность, уникальность, экономичность, эффективность, стабильный состав, универсальность, экологическая безопасность, простота применения, новизна. Использование их в КФХ Руденко О.В., приведет не только к сокращению затрат на приобретение удобрений и средств защиты растений, но будет способствовать возобновлению естественного плодородия почвы, получению экологически чистой продукции.

Таблица 2 - Общие сведения о микробиологических удобрениях

Показатели	Азотовит	Фосфатовит	Стимикс
Механизм действия	Обеспечивает растения азотным питанием	Обеспечивает растения фосфорным, калийным питанием	Обогащает почву азотфиксирующими и фосфатмобилизующими бактериями, актиномицетами
	Повышает эффективность применения азотных минеральных удобрений	Повышает эффективность применения фосфорных и калийных минеральных удобрений	Борется с бактериальными, грибными и смешанными бактериально-грибными инфекциями растений и почвы
	Повышает урожайность на 10-20%		Повышает урожайность на 20% и выше
	Подавляет фитопатогенную микрофлору		Разуплотняет (биологическое рыхление) почву
	Снижает токсическое влияние фунгицидов на проростки растений		Повышает вкусовые качества, улучшает технические характеристики культур
	Синтезирует спектр витаминов (в т.ч. группа В)		Ускоряет разложение растительных остатков
	Восстанавливает плодородие почвы		
	Снижает расход минеральных удобрений		
	Активно вырабатывает фитогормональные соединения, стимулирующие рост и развитие растений и повышающие их сопротивляемость к болезням, повышает иммунитет растений		
Области применения: сельское, лесное и личные подсобные хозяйства для всех сельскохозяйственных культур	1. Предпосевная обработка семян 2. Подкормка растений в течение вегетационного периода 3. Обработка почв перед посевом 4. Почвоулучшитель при рекультивации почв	1. Предпосевная обработка семян 2. Внекорневая обработка в течение вегетационного периода 3. Послеуборочная обработка почвы и растительных остатков	
Степень опасности	Безопасен для человека, животных, рыб, полезной энтомофауны - нетоксичен, непатогенен, пожаровзрывобезопасен		
	Способствует получению экологически чистой продукции с высоким содержанием витаминно-минеральных веществ, полезных для человека		
Комплексное воздействие	на вегетативную систему растения (лист, стебель, соцветие)	на корневую систему растения	на вегетативную систему растения (лист, стебель, соцветие)
Температура хранения	от -3°C до +30°C		от +1 до +40 °C
Способы обезвреживания, утилизации – не требуется			
Специально оборудованные транспортные средства – не требуется			
Объем расфасовки – 10 ± 0,15 л			

Таблица 3 - Расчет количества микробиологических удобрений для предпосевной обработки семян

Культуры	Норма высева семян, т/га	Площадь посева, га	Общее количество семян, т
Озимая пшеница	0,2	1300	260
Лен	0,035	200	7
Подсолнечник	0,006	500	3
Всего семян			270
Количество Фосфатовита, л			270
Количество Азотовита, л			270
Общее количество удобрений, л			540
Стоимость 1 л Азотовита и Фосфатовита, тыс. руб.			0,37
Затраты на удобрения Азотовит и Фосфатовит, тыс. руб.			199,8
Количество Стимиксов, л			270
Стоимость 1 л Стимиксов, тыс. руб.			0,26
Затраты на удобрения Стимикс, тыс. руб.			70,2

Таблица 4 - Расчет затрат на приобретение удобрений

Показатели	Расчетные значения
Посевная площадь, га	2000
Стоимость 1 л микробиоудобрений Азотовит и Фосфатовит, руб.	370
Стоимость 1 л микробиоудобрений Стимикс, руб.	258
Области применения	
<i>1 Предпосевная обработка почв Фосфатовитом и Азотовитом</i>	
Расход, л/га	0,6
Стоимость удобрений на 1 га, руб.	222
Затраты на всю площадь, тыс. руб.	444
<i>2 Предпосевная обработка семян Стимиксами</i>	
Доза применения препаратов, л/т	1
Количество семян на всю площадь посева, т	270
Расход Стимиксов, л	270
Затраты на закупку удобрений, тыс. руб.	70,2
<i>3 Подкормка растений Фосфатовитом и Азотовитом</i>	
Расход удобрений на две подкормки, л/га	1,6
Требуемое количество удобрений, л	3200
Затраты на закупку удобрений, тыс. руб.	1184
<i>4 Внекорневая обработка растений Стимиксами</i>	
Расход удобрения на 4 обработки, л/га	4
Требуемое количество удобрений, л	8000
Затраты на закупку удобрений, тыс. руб.	2064
Всего затрат на закупку микробиоудобрений, тыс. руб.	3762,2
Затраты хозяйства на закупку минеральных удобрений, тыс. руб.	4601,3
Затраты хозяйства на закупку химических средств защиты растений, тыс. руб.	4708
Затраты на приобретение СЗР с учетом использования Стимиксов, тыс. руб.	3295,6
Всего затрат по базовому варианту, тыс. руб.	9309,3
Всего затрат по новому варианту, тыс. руб.	7057,8
Экономия от использования микробиологических удобрений, тыс. руб.	2251,5

Библиографический список

1. Дорожная карта по развитию органического сельского хозяйства в России. – АПК ЮГ. Журнал для руководителей предприятий АПК, 2019. № 2 (121). с. 38 – 39.
2. Адаптивные АгроБиоТехнологии. В поисках утраченного плодородия /под ред. А.Г. Харченко. – Ростов-н/Д, ГК «Биоцентр», 2019. 30 с.
3. Кузнецов, М.В. Азотовит и Фосфатовит – уверенный шаг к рациональному земледелию и высоким урожаям / М.В. Кузнецов // Агромир Черноземья, 2014. № 1-2 (114). с.13.

УДК 631.6

В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», Энгельс, Саратовская область

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ПОВОЛЖСКОГО РЕГИОНА ПРИ ОРОШЕНИИ

Аннотация: Статья посвящена актуальным проблемам управления плодородием, повышению продуктивности и экологической безопасности орошаемых земель. Представлены результаты исследований, направленных на совершенствование системы показателей почвенного плодородия темно-каштановых почв и экологической устойчивости орошаемых агроландшафтов засушливого Поволжья в условиях длительного орошения. Состав и значение показателей изменения состояния земель при ирригации определен на основе анализа специфики процессов почвообразования в условиях орошения.

Ключевые слова: орошаемые земли, агроландшафты, мелиорация, плодородие почвы, экологическое состояние, деградация почвы, почвенно-мелиоративные мероприятия.

V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva

Volga scientific research Institute of hydraulic engineering and land reclamation, Engels, Saratov region, Russia

CHANGE IN THE STATE OF SOIL FERTILITY OF DARK CHESTNUT SOILS OF THE POLGA REGION DURING IRRIGATION

Abstract: The article is devoted to topical problems of fertility management, increasing productivity and environmental safety of irrigated lands. The results of studies aimed at improving the system of indicators of soil fertility of dark chestnut soils and ecological sustainability of irrigated agricultural landscapes in the arid

Volga region under conditions of prolonged irrigation are presented. The composition and value of indicators of changes in the state of land during irrigation is determined on the basis of an analysis of the specifics of soil formation processes under irrigation conditions.

Key words: irrigated lands, agricultural landscapes, reclamation, soil fertility, ecological state, soil degradation, soil reclamation measures.

Введение. Орошение в Поволжье является важнейшим компонентом рационального ведения сельскохозяйственного производства в аридной зоне, приемом стабилизации агропромышленного производства и улучшения качества жизни населения региона. До последнего времени обоснование мелиоративных мероприятий и их реализация были подчинены в основном задаче получения высоких устойчивых урожаев. Однако наряду с этим необходимо решение проблем рационального использования при длительной эксплуатации природных ресурсов, сохранения плодородия почв [11].

В настоящее время на орошаемых темно-каштановых почвах отмечается деградация почвенного покрова: происходит снижение содержания гумуса, разрушение агрономически ценной структуры, уменьшение водопроницаемости и др. Поэтому разработка методов восстановления плодородия имеет особое значение в поливном земледелии. Практика эксплуатации орошаемых земель в зоне Поволжья показала особую значимость применения комплекса агротехнологических мероприятий и водосберегающих технологий, учитывающих конкретные природно-климатические условия [2].

Важнейшими факторами почвенного плодородия считаются гумусовое состояние почв; гранулометрический состав и строение почвенных горизонтов; содержание токсических веществ; содержание необходимых для растений питательных веществ и их различных форм; наличие доступной для них влаги и поддержание уровня влажности за период вегетации; хорошая аэрация почвы. Правильное сочетание этих свойств определяет уровень культурного состояния почвы [3, 6].

Материалы и методы. Объектами оценки изменения плодородия являются орошаемые земли в процессе их длительного сельскохозяйственного использования. Плодородие почв сухостепной зоны Поволжья оценивают различные показатели и способы, основные из них следующие [4, 7]:

Баланс органического вещества. Содержание гумуса и его состав. Учет внесения органических удобрений, корневых и пожнивных остатков, а также скорость их гумификации и минерализации.

Баланс питательных веществ. Содержание элементов питания в почве, удобрениях, возделываемых культурах, атмосферных осадках, химических мелиорантах. Поступление биологического азота. Потеря элементов питания с природными водами – горизонтальный и вертикальный стоки. Потери элементов питания с твердым стоком (эрозия) и при дефляции.

Физические свойства почвы. Водно-физические: плотность, порозность,

агрегатный состав, влажность, гидрофизические константы (МГ, ВЗ, ППВ и др.). Тепловой режим: температура.

Окислительно-восстановительное и ионно-обменное состояние почвенного комплекса. Реакция почвенного раствора, состав почвенного поглощающего комплекса, его емкость, рН, количество и токсичность солей и др.

Биологическая активность почвы. Численность микроорганизмов. Интенсивность азотфиксации, нитрификации, денитрификации и других процессов. Определение активности почвенных ферментов.

Фитосанитарное состояние почвы. Засоренность семенами сорных растений и вегетативными органами их размножения, наличие вредных организмов.

Санитарно-гигиеническое состояние почв. Содержание химических веществ в почве: тяжелые металлы и неметаллы; неорганические соединения и элементы; радионуклиды; органические соединения и пестициды.

Результаты исследований. При разработке критериев оценки использованы результаты многолетних исследований ВолжНИИГиМ [3, 10, 12, 13, 14], а также работы других научных учреждений, работающих в данном направлении [1, 3, 5, 8, 9]. На основании многолетних исследований плодородия почвы при орошении, установлены значения основных агрохимических и агрофизических показателей, обеспечивающих экологически благоприятное состояние агроландшафта (таблица 1).

Таблица 1 – Допустимые значения показателей плодородия орошаемых темно- каштановых почв степной и сухостепной зон Поволжья

Показатели плодородия	Значение
Агрохимические свойства, 0 - 60 см	
Содержание легкорастворимых солей, %	0,1 – 0,15
рН, ед.	7,0 – 8,0
Емкость поглощения, мг-экв/кг почвы	2,5 – 3,0
Гумус, слой 0 – 30 см, %	2,0 – 4,0
Сгк/Сфк	1,0 – 1,4
С:N	8 – 10
Азот общий, 0 – 40 см, %	0,20 – 0,25
Фосфор подвижный, мг-экв/кг почвы	1,5 – 2,0
Калий обменный, мг-экв/кг почвы	0,5 – 1,0
Агрофизические свойства пахотного слоя	
Мощность пахотного слоя, см	30
Содержание водопрочных агрегатов, $d > 0,25$ мм, %	40
Равновесная плотность, $г/см^3$	1,2
Общая пористость, %	53
Водопроницаемость, мм/мин.	0,7
Наименьшая влагоемкость (НВ), % от массы	30
Запас продуктивной влаги в слое 0-100 см к началу вегетации, мм	150

Одним из основополагающих принципов оценки продуктивности орошаемых земель и состояния мелиорированных агроландшафтов является динамический подход, учитывающий изменчивость параметров объекта во времени. Важно не доводить состояние агроландшафта до критического,

когда небольшая дополнительная нагрузка оросительной водой приведет к его разрушению.

Основой агропроизводительной способности почвы является уровень содержания гумуса в них и обеспеченность основными элементами минерального питания – азотом, фосфором и калием [4, 10, 13]. Так, результаты агрохимического обследования 5418,1 тыс. га пашни государственной станцией агрохимслужбы «Саратовская», свидетельствуют, что почвы пахотных земель области обладают в основном низким и средним потенциальным плодородием - на 38% имеют очень низкое и низкое содержание гумуса, на 40% - среднее и только на 12% повышенное и высокое. Почвы с низким содержанием подвижного фосфора составляют 28%, средним – 42%, повышенным и высоким – 30%. Обеспеченность почв подвижным калием на 3% площади низкая, на 10% - средняя и на 87% - повышенная и высокая (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение площади пашни по содержанию гумуса, и основных элементов питания, %

Уровень содержания	Гумус	Подвижный фосфор	Обменный калий
Очень низкий	19,0	-	-
Низкий	29,0	28,0	3,0
Средний	40,0	42,0	10,0
Повышенный	8,0	19,0	26,0
Высокий	4,0	11,0	61,0

Основные причины сложившейся ситуации состоят в том, что за последние 25 лет количество ежегодно вносимых органических удобрений снизилось с 1,8 до 0,3 т / га, а минеральных, соответственно, с 43 до 1,2 кг действующего вещества на 1 га.

За этот же период практически повсеместно были разрушены севообороты, которые позволяют осуществлять сохранение и расширенное воспроизводство почвенного плодородия; общая культура земледелия была предана забвению. Коммерциализация сельскохозяйственного производства отдельных культур привела к полному игнорированию севооборотов и введению в структуру посевных площадей рыночно выгодных, особенно, таких как подсолнечник, сахарная свекла. Их возделывание в монокультуре, как правило, оказывают отрицательное влияние на почвенное плодородие [12].

Орошение должно обеспечивать соответствие величины водоподдачи интенсивности впитывания влаги почвой и водопотреблению сельхозкультур, сохранение структуры, водно-физических и физико-химических свойств пахотного горизонта, получение оптимальных урожаев при сохранении благоприятной экологической обстановки в агроландшафте [1, 9, 10, 12, 13].

Значения критического и оптимального содержания гумуса в пахотном слое орошаемых темно-каштановых почв Поволжья приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Оптимальные и критические значения содержания гумуса в темно-каштановых почвах Поволжья, %

Гранулометрический состав почвы	Темно-каштановые почвы	
	Критическое содержание гумуса	Оптимальное содержание гумуса
Тяжелосуглинистые и глинистые	2,8-3,1	3,5-3,8
Среднесуглинистые	2,1-2,7	2,8-3,5
Легкосуглинистые	1,5-1,8	2,2-2,5

Установлено, что оптимальные значения содержания гумуса соответствуют условиям, при которых в интенсивном земледелии создаются предпосылки максимального использования ресурсов влаги и элементов минерального питания NPK, получения высокого качества продукции, устойчивого ведения орошаемого земледелия и предотвращения деградационных процессов. По принятой оценке нижний порог оптимального содержания гумуса выше критических значений для зоны каштановых почв на 0,6-0,8 %.

Под влиянием орошения происходят негативные изменения водно-физических свойств почв: объемная масса верхних горизонтов суглинистых и глинистых почв увеличивается до 1,3-1,4 г/см³ против 1,05-1,1 г/см³ на богаре. В тяжелых по гранулометрическому составу почвах обычно наблюдается деградация структуры, что связано, прежде всего, с неблагоприятными характеристиками искусственного дождя (интенсивность, скорость падения и размер капель) и длительностью полива. При орошении темно-каштановых почв увеличивается скорость трансформации растительных остатков, коэффициенты их минерализации увеличиваются в 1,5-2 раза, коэффициенты гумификации в 2-2,5 раза.

По данным научно-исследовательских учреждений Поволжья в течение ближайших лет будет происходить снижение запасов гумуса в почвах на 3-6 %, величины емкости ионного обмена до 10 %, ухудшение агрофизических и химических свойств пахотного горизонта и др.

Выводы. В настоящее время орошаемое земледелие в Поволжье нуждается во взвешенном реформировании в составе общей системы земледелия.

Одной из центральных задач сельскохозяйственного производства на орошаемых землях является проведение комплекса агромелиоративных мероприятий, которые станут основой рационального использования поливных участков, направленных на сохранение и расширенное воспроизводство почвенного плодородия. Основным направлением ее решения является обеспечение бездефицитного баланса гумуса и основных элементов питания за счет внесения органических и минеральных удобрений в необходимых дозах. Существенное значение в повышении почвенного плодородия имеет введение в севооборот бобовых и зернобобовых культур, которые улучшают жизнедеятельность азотфиксирующих микроорганизмов, усваивающих азот из атмосферы. Особое предпочтение должно отдаваться биологическим методам восстановления и последующего повышения

плодородия почвы. Однако они могут быть эффективными только в сочетании с агротехническими и инженерными приемами улучшения мелиоративного состояния агроландшафтов

Заключение. При рациональном использовании почв, применении высокой агротехники, энергосберегающих технологий и мелиоративных приемов, почвенное плодородие не только не снижается, но может и увеличиваться.

Библиографический список

1. Айдаров, И.П. Оптимизация мелиоративных режимов / И.П. Айдаров, А.И. Голованов, Ю.Н. Никольский – М.: ВО «Агропромиздат», 1990.
2. Бондарев, А.Г. Физические основы повышения плодородия почв / А.Г. Бондарев, И.В. Кузнецова // Почвенный институт им. В.В. Докучаева – М., 1987.
3. Брель, В.К. Принципы организации и ведения учета мелиорированных земель в современных условиях / В.К. Брель, В.А. Шадских, Л.Г. Романова // Мелиорация и водное хозяйство. – №4. – 2013. – С. 8-11.
4. Булгаков, Д.С. Агроэкологическая оценка пахотных почв. - М.: РАСХН. – 2002. – 251 с.
5. Кирейчева, Л.В. Концепция создания устойчивых мелиоративных агроландшафтов / Л.В. Кирейчева, Н.М. Решеткина. – М., 1997.
6. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2003. – 240 с.
7. Методическое руководство по методам контроля и критериям оценки мелиоративного состояния орошаемых земель Поволжья.- Саратов, 1991.- 35 с.
8. Парфенова, Н.И. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель / Н.И. Парфенова, Н.М. Решеткина – СПб.: Гидрометеиздат. – 1995.
9. Пронько, Н.А. Изменение плодородия орошаемых каштановых почв Поволжья в процессе длительного использования и научные основы его регулирования / Н.А. Пронько, Л.Г. Романова, А.С. Фалькович – Саратов, 2005. – 219 с.
10. Романова, Л.Г. Влияние режима орошения на содержание гумуса в почве / Л.Г. Романова, В.Е. Кижаяева, В.О. Пешкова, О.Л. Рассказова // Мат. межд. науч.-практ. конф. «Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа эффективного использования мелиорированных земель», ФГБНУ «ВНИИМЗ», г. Тверь, 27 сентября 2017 г. – С.253-258.
11. «Стратегия восстановления и устойчивого развития мелиоративного комплекса российской федерации на период до 2030 года», 2020.
12. Шадских, В.А. Влияние культур орошаемого зернокармального севооборота на агрофизические и агрохимические свойства почвы / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева, Л.Г. Романова, О.Л. Рассказова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2018. – № 4(32). – С.166-183.
13. Шадских, В.А. К вопросу влияния орошения на плодородие почв степной и сухостепной зон Поволжья / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева, Л.Г. Романова // Орошаемое земледелие. – 2019. – № 4. – С. 46-49/
14. Шадских, В.А. Основные принципы оптимизации экологической ситуации орошаемых агроландшафтов степной и сухостепной зон Поволжья / В.А. Шадских, Л.Г. Романова, В.Е. Кижаяева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2017. – № 6. – С. 17-20.

УДК 631.674:635.25:633.32: 635.63

В.В. Выборнов¹, А.А. Мартынова¹, М.А. Акулинина²

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова» (Волгоградский филиал), г. Волгоград, Россия; ²ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, г. Волгоград, Россия

КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: представлены сведения о капельном орошении в Волгоградской области, результаты многолетних исследований на посевах репчатого лука, столовой моркови и огурца с использованием экспериментальной сезонно-стационарной передвигной системы капельного орошения. Общая площадь 67,5 га, состоит из трех блоков каждый площадью 22,5 га. Каждый блок включает 18 модулей по 1,2 га.

Ключевые слова: Волгоградская область, капельное орошение, площади, овощи, репчатый лук, столовая морковь, огурцы, система орошения, схемы, опыты, урожайность.

V.V. Vybornov¹, A.A. Martynova¹, M.A. Akulinina²

1FGBNU All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakova "(Volgograd branch), Volgograd, Russia; 2FGBOU VO Volgograd GAU, Volgograd, Russia

DRIP IRRIGATION OF VEGETABLE CROPS IN VOLGOGRAD REGION

Abstract: information about drip irrigation in the Volgograd region, the results of many years of research on crops of onions, table carrots and cucumbers using an experimental seasonal stationary mobile drip irrigation system are presented. The total area is 67.5 hectares, consists of three blocks, each with an area of 22.5 hectares. Each block includes 18 modules of 1.2 hectares.

Key words: Volgograd region, drip irrigation, areas, vegetables, onions, table carrots, cucumbers, irrigation system, schemes, experiments, yield.

Введение. В условиях Волгоградской области орошению в сочетании с другими видами мелиорации отведена ведущая роль в устойчивом производстве сельскохозяйственной продукции [1, 2, 3]. В овощеводческих хозяйствах усилены исследования по разработке и внедрению новых технологий и технических средств полива, включая капельное орошение [4, 5, 6,]. В настоящее время в области капельным орошением занято 22039 га.

Основные площади занимают овощные культуры, где наибольшие площади отведены под возделывание репчатого лука (8,5 тыс. га), столовую морковь (5,3 тыс. га), огурцы (1,8 тыс. га).

Следует отметить, что средняя урожайность репчатого лука не превышает 55,9 т/га, столовой моркови - 52,4 т/га, огурца - 44,1 т/га.

Повысить продуктивность орошаемого гектара овощных культур при рациональном использовании поливной воды возможно только благодаря совершенствованию агротехнических приемов возделывания овощных культур, включая основную и предпосевную подготовку почвы современными орудиями, решение вопросов управления водным и минеральным питанием посевов, включая фертигацию, применение новых жидких удобрений для локального внесения с поливной водой, средств защиты растений, использование новых сортов и гибридов овощных культур и т.д. [7, 8, 9].

Материалы и методы исследований. С 2008 года нами проводятся полевые и лабораторные исследования в крестьянско-фермерском хозяйстве «В. Д. Выборнова» по разработке адаптивных технологий капельного орошения овощных культур для условий региона Нижнего Поволжья. В хозяйстве построена экспериментальная модульная сезонно-стационарная передвижная система капельного орошения.

Система орошения расположена вдоль сбросного канала Ленинской оросительной системы (рис. 1). Длина участка около 1000 м, ширина 700 м. Сезонно-стационарная передвижная система капельного орошения состоит из трех блоков. Каждый блок включает 18 модулей площадью 1,2 га. Общая площадь одного блока 22,5 га. Общая площадь системы капельного орошения 67,5 га. Система нами спроектирована с учетом обеспечения максимальной потребности в воде растений в засушливые периоды вегетации.

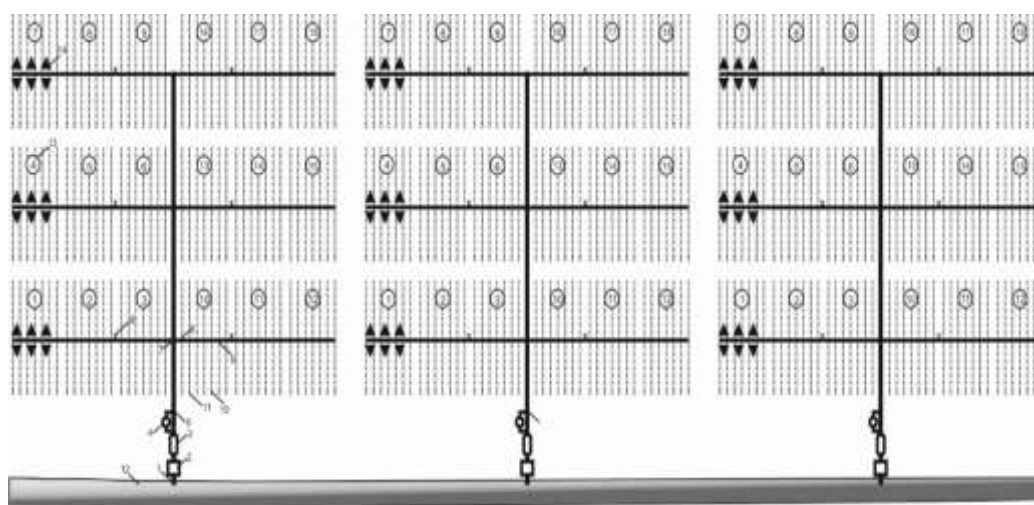


Рисунок 1 - Общая схема системы капельного орошения в Ленинском районе Волгоградской области площадью 67,5 га

на несолонцеватых и от 5 до 10 % на солонцеватых почвах. По содержанию доступных форм элементов питания почвы характеризуются низкой обеспеченностью азотом, средней подвижным фосфором и высокой обменным калием. Содержание общего азота составляет 0,11–0,15 %, гидролизуемого 2,12–14,16 мг на 100 г почвы. Количество общего фосфора достигает 0,08–0,09 %, а доступного – 2,5–12 мг на 100 г почвы, общего калия по Мильвич – 1,45 %, а обменного – свыше 25 мг на 100 г почвы.

На опытных участках исследования проводятся согласно общепринятым методикам [10, 11].

Репчатый лук.

На посевах репчатого лука в 2016-2020 гг. полевой опыт был проведен по плану полного факториального эксперимента, который включал следующие варианты: водный режим почвы (фактор А), режим минерального питания (фактор В), гибриды лука (фактор С).

Схемой опыта по фактору А были предусмотрены три уровня поддержания предполивной влажности почвы с использованием системы капельного орошения: **A₁**– поддержание предполивного порога влажности почвы не ниже 70 % НВ в течение вегетационного периода в расчетном слое 0,4 м; **A₂**– поддержание предполивного порога влажности почвы не ниже 80 % НВ в течение вегетационного периода в расчетном слое 0,4 м; **A₃** – поддержание предполивного порога влажности почвы 90 % НВ в течение вегетационного периода в расчетном слое 0,4 м;

Схемой опыта по пищевому режиму почвы (фактор В) было предусмотрено три варианта доз внесения удобрений, рассчитанных на получение следующей урожайности лука: **B₁** – внесение $N_{150}P_{30}K_{30}$ на планируемый урожай лука 40 т/га; **B₂** – внесение $N_{180}P_{60}K_{100}$ на планируемый урожай лука 60 т/га; **B₃** – внесение $N_{210}P_{90}K_{170}$ на планируемый урожай лука 80 т/га;

Схема опыта по изучению перспективных гибридов лука (фактор С) включала варианты: С1 – Кэнди F1; С2 – Сьерра Бланка F1.

Время посева весной, третья декада марта - первая декада апреля. Предшественниками лука в годы исследований были морковь, картофель, огурцы, бахчевые культуры. Глубина посева семян 1,5-2 см, норма высева семян 4-5 кг/га (800 тыс. растений на 1 га). Использование сеялки АГРИКОЛА с высокой точностью высева, позволило увеличить выход товарной продукции с 1 га. При нашей четырехрядной гряде капельные линии располагали между первым и вторым и между третьим и четвертыми рядами.

Опытами доказано, что, управляя водным режимом почвы и уровнем минерального питания посева, мы добиваемся значительного изменения в формировании урожайности раннего лука по вариантам опыта (таблица 1). При внесении минеральных удобрений дозой $N_{150}P_{30}K_{30}$ урожайность стандартных луковиц возрастала в среднем с 38,8 - 44,5 т/га при поддержании предполивного порога влажности почвы 70% НВ в слое 0,4 м до 63,0 – 84,0 т/га при поддержании влажности почвы в расчетном слое 80 или 90% НВ. Разница по вариантам опыта статистически достоверна. При капельном

орошении при поддержании влажности почвы на уровне 90%НВ и внесении $N_{210}P_{90}K_{170}$ устойчиво обеспечивается продуктивность раннего лука на уровне 80 т/га, изменяясь по годам исследований от 85,2 до 86,7 т/га. Только в 2018 году на этом фоне был получен урожай лука на уровне 77,6 т/га (Таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность репчатого лука Кэнди F1 в зависимости от изучаемых факторов, 2016-2020 гг.

Режим орошения	Доза удобрений	Урожайность т/га					Средняя, т/га
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
A1	B1	38,0	41,6	35,7	39,7	38,4	38,8
A1	B2	43,7	45,2	41,2	44,2	45,7	43,6
A1	B3	44,4	46,3	43,0	44,3	46,2	44,5
A2	B1	57,7	57,8	54,1	56,4	56,7	56,5
A2	B2	61,0	63,3	59,4	62,5	61,3	61,6
A2	B3	62,9	64,5	60,8	63,8	64,1	63,0
A3	B1	63,5	61,2	57,3	60,6	63,6	60,7
A3	B2	81,6	79,4	71,4	78,3	77,4	77,7
A3	B3	86,7	86,3	77,6	85,2	85,2	84,0
НСР ₀₅	фактор А	0,73	0,75	0,91	1,26	1,48	
	фактор В	0,73	0,75	0,91	1,26	1,48	
	для частных средних	1,26	1,31	1,57	2,18	2,56	

Во все годы наблюдений на посевах репчатого лука Съера Бланка F1 урожайность была ниже в сравнении с показателями на посевах Кэнди F1. Как Разница по вариантам водного и пищевого режимов статистически достоверна. Результаты многолетних наблюдений на посевах репчатого лука подтвердили высокую эффективность капельного орошения в сочетании с внесением минеральных удобрений с поливной водой. Оценка изучаемых гибридов показала, что Кэнди F1 и Съера Бланка F1 очень близки по продолжительности вегетационного периода, по прекрасному товарному виду и великолепной форме, отличному сладкому вкусу. Желтый окрас Кэнди F1 и белоснежная окраска чешуи.

Столовая морковь.

Минеральное питание и водный режим являются основными, легкоуправляемыми факторами. Только применяя удобрение и орошение в соответствии с генетическими потребностями конкретного сорта или гибрида можно получать гарантированные максимальные урожаи. Действие этих агроприемов тесно взаимосвязано. Нельзя достигнуть наивысшего урожая применяя только удобрения или поливы. Между этими агроприемами существует положительное взаимодействие. Урожайность корнеплодов

моркови (сорт Шантанэ 2461) в среднем за годы исследований (2008-2016 гг.) изменялась от 42,8 т/га при поддержании порога предполивной влажности почвы дифференцированно по фазам развития растений на уровне 70-80-70% НВ (посев-начало формирования корнеплодов; начало формирования корнеплодов - техническая спелость; техническая спелость-уборка) и дозе внесения удобрений N60P30K30 до 73,1 т/га при поддержании предполивного уровня 70-90-80% НВ в сочетании с внесением удобрений дозой N150P60K180. Дополнительный чистый доход превышает 347,6 тыс. руб./га.

Огурцы.

В 2011-2015 гг. исследования проводили на посевах огурца трех гибридов – Меренга F1, Маша F1, Герман F1, решая вопросы управления водным режимом почвы и минеральным питанием растений. Статистически достоверные результаты по урожаю и его качеству получены по всем гибридам. Однако урожайность огурцов Маша F1 по всем вариантам была выше (таблица 2).

Таблица 2 - Продуктивность посевов огурца (гибрид МашаF1)

Уровень предполивной влажности почвы, % НВ	Доза внесения минеральных удобрений, кг.дв./га	Урожайность, т/га				
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
70	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	32,3	39,6	34,2	35,0	34,1
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	57,7	58,5	56,4	57,0	57,8
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	69,5	70,6	71,1	73,8	70,6
80	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	36,3	40,8	36,2	43,6	41,4
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	63,5	59,3	57,0	66,2	65,7
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	77,5	82,3	80,5	81,4	85,6
90	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	35,8	40,9	38,4	44,2	39,0
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	62,6	61,1	57,8	64,7	60,3
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	76,4	79,7	79,0	79,5	82,6
НСР ₀₅ для фактораА		1,76	1,48	1,52	1,53	1,62
НСР ₀₅ для фактораВ		1,76	1,48	1,52	1,53	1,62
НСР ₀₅ для частных средних		3,05	2,56	2,64	2,65	2,80

Библиографический список

1. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по Волгоградской области: В 6 т./Терр. орган Фед. службы гос. статистики по Волгоград.обл. – Волгоград: Волгоградстат, 2018 Т.4: Посевные площади сельскохозяйственных культур, площади многолетних насаждений и ягодных культур: кн. 1.: Площади сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений. - 183 с.

2. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения сельскохозяйственных культур: научное издание / В.В. Бородычев // – Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2010. – 241 с.
3. Бородычев, В.В. Режим орошения и продуктивность репчатого лука / В.В. Бородычев, В.С. Казаченко // Мелиорация и водное хозяйство, 2011. – №2. – С. 31-33.
4. Выборнов, В.В. Эффективность использования воды при капельном орошении репчатого лука / В.В. Выборнов, Т.Н. Сухова, Н.Н. Дубенок // Научная жизнь, 2018.– № 12. – С. 120-130.
5. Дубенок, Н.Н. Минеральное питание – важный резерв повышения продуктивности посевов моркови при орошении / Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев. А.А. Мартынова // Достижения науки и техники АПК. 2010. – № 7. – С.24-27.
5. Бальбеков, Р.А. Новая система капельного орошения / Р.А. Бальбеков, В.В. Бородычев, А.М. Салдаев, А.В. Дементьев, Ю.В. Кузнецов // Мелиорация и водное хозяйство, 2003. – № 4. – С.6-7.
6. Бородычев, В.В. Оптимальное управление поливами на основе современных вычислительных алгоритмов [Текст] / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.С. Овчинников, В.С. Бочарников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – 4. – С. 21-27.
7. Овчинников, А.С. Ресурсосберегающая технология капельного орошения огурца [Текст] / А.С. Овчинников, В.В. Бородычев, М.А. Акулинина, Е.В. Шенцева // Картофель и овощи. – 2009. – №3. – С.23.
8. Тютюма, Н.В. Продуктивность гибридов огурцов при возделывании по ресурсосберегающей технологии в условиях капельного орошения [Текст] / Н.В. Тютюма, А.Н. Бондаренко, О.В. Костыренко // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2018. – № 3(51). – С. 1-12.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 273 с.
10. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов // Россельхозакадемия, М.: 2011. – 648 с.

М.Н. Лытов

Волгоградский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова,
г. Волгоград, Россия

**К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ
СИСТЕМ ОРОШЕНИЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ
ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА АГРОФИТОЦЕНОЗА**

Аннотация. На основе метода морфологической комбинаторики разработан алгоритм создания и отбора новых, эффективных конструкций систем комбинированного орошения. В алгоритме стандартным образом организован перебор возможных комбинаций вариантов реализации конструктивных признаков для всех функциональных модулей технической системы, реализованы процедуры оценки согласованности конструктивных решений в различных комбинациях, оптимизации конструктивных параметров оценки критерия приоритета технического решения, а также сравнения нового и предшествующего технического решения по этому критерию. Алгоритм позволяет найти наилучшее техническое решение при всех возможных комбинациях вариантов реализации конструктивных признаков функциональных элементов технической системы.

Ключевые слова: комбинированное орошение, техническая система, совершенствование конструкции, алгоритм

M. N. Lytov

Volgograd Branch of the FSBSI All-Russian Research Institute of Hydraulic
Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov,
Volgograd, Russia

**TO THE QUESTION OF AUTOMATION OF TECHNICAL
IMPROVEMENT OF COMBINED IRRIGATION SYSTEMS FOR
REGULATING THE HYDROTHERMAL REGIME OF
AGROPHYTOCENOSIS**

Summary. On the basis of the method of morphological combinatorics, an algorithm for the creation and selection of new, effective designs of combined irrigation systems has been developed. In the algorithm, the enumeration of possible combinations of options for the implementation of design features for all functional modules of a technical system is organized in a standard way, procedures for assessing the consistency of design solutions in various combinations, optimization of design parameters for evaluating the priority criterion of a technical solution, as well as comparing a new and the previous technical solution for this criterion. The algorithm allows you to find the best technical solution for all possible combinations of options for implementing the design features of the functional elements of the technical system.

Key words: combined irrigation, technical system, design improvement, algorithm.

Комбинированные системы являются одним из перспективных современных направлений конструктивного совершенствования гидромелиоративных систем, существенно расширяющих их функциональность в плане регулирования гидротермического режима агрофитоценозов и защиты посевов от климатических рисков [1, 2, 3, 4]. Сочетая разные способы орошения, такие технологии позволяют регулировать различные аспекты развития сельскохозяйственных растений, причем воздействие осуществляется точно, во время наибольшей потребности. При этом число добавочных функциональных модулей системы и рост затрат материалов на конструктив систем минимизируется за счет оптимизации режима их использования.

Идея создания таких систем сегодня уже воплощена в жизнь, разработаны и апробированы варианты комбинированного использования капельного орошения и мелкодисперсного дождевания, мелкодисперсного дождевания и внутрпочвенного орошения, капельно-внутрпочвенного орошения с мелкодисперсным дождеванием [5, 6, 7]. Однако развитие конструктива комбинированных систем, - для получения наилучших показателей по эффективности совокупного управления факторами жизни, комплексной протекции посевов от климатических рисков, минимизации материалоемкости, расширения диапазона реализации основной и дополнительных функций, - пока все еще остается на начальном этапе. Активизировать эту работу можно в том числе за счет использования известных, хорошо зарекомендовавших себя методов инженерного творчества, к которым относится метод морфологической комбинаторики. Метод хорошо формализуем, что позволяет использовать вычислительные ресурсы современных компьютеризированных систем для автоматизации и ускоренной разработки отдельных этапов инженерного творчества. Однако, несмотря на общие подходы, метод требует учета специфики конкретной задачи при разработке машинных алгоритмов для автоматизации вычислений. Целью настоящего исследования является разработка компьютерного алгоритма для автоматизации процесса инженерного творчества и совершенствования конструктива комбинированных систем орошения на основе метода морфологической комбинаторики.

Объектом исследований являются гидромелиоративные системы нового поколения, обеспечивающие возможность комплексного регулирования гидротермического режима агрофитоценоза и защиты посевов от климатических рисков. Предмет исследований – компьютерные алгоритмы совершенствования конструкций технических систем для регулирования гидротермического режима агрофитоценоза на основе метода морфологической комбинаторики. Метод морфологической комбинаторики предполагает выделение совокупностей конструктивных или каких либо других признаков технической системы, причем для каждого из признаков

подбираются альтернативные варианты. Для решения задачи в автоматическом режиме важно, чтобы можно было организовать перебор вариантов исполнения этих признаков. То есть необходимо, чтобы варианты реализации конструктивного признака характеризовались каким либо количественным шагом, либо чтобы эти варианты были организованы в списки, которые были бы доступны перебору.

Графический концепт предлагаемого алгоритма приведен на рисунке 1. Алгоритм, используя вычислительные мощности современных компьютеризованных систем, реализует перебор возможных реализаций конструктивных признаков для всех функциональных элементов конструкции, одновременно выполняя анализ допустимости и эффективности их сочетаний. Для перебора конфигураций в алгоритме предлагается использовать идентификаторы F , D и V , которые кодируют соответственно функциональный элемент технической системы (F), конструктивный признак функционального элемента (D) и вариант реализации конструктивного признака (V).

Запуск алгоритма осуществляется с присвоения всем перечисленным идентификаторам кода 1 и генерации начального технического решения. Для генерации начального технического решения алгоритм осуществляет перебор всех функциональных элементов системы (F) и, соответствующих им, конструктивных признаков (перебор по D). При этом для каждого сочетания F и D варианту реализации конструктивного признака (V) присваивается номер, равный 1. Целесообразно в качестве варианта реализации конструктивного признака с номером 1 принять вариант известного технического решения. Тогда это, уже проверенное техническое решение, может использоваться в качестве контроля для сравнения с техническими решениями, имеющими те или иные инновационные реализации. Генерация технического решения предполагает использование данных матрицы S_{FDV} , которые помимо кода идентификатора содержат исчерпывающее описание используемых реализаций конструктивных признаков для каждого функционального элемента технической системы. Сгенерированное техническое решение передается в одноименный блок «Техническое решение».

Сгенерированное техническое решение является отправной точкой для осуществления перебора возможных реализаций конструктивных признаков и совершенствования конструкции комбинированных систем орошения. Перебор возможных комбинаций вариантов реализации конструктивных признаков осуществляется по сочетанию кодирующих идентификаторов FDV . Перебор организован с использованием известного подхода «ЕСЛИ: ДА, НЕТ-ТО». В первую очередь осуществляется перебор по списку реализаций конструктивного признака функционального элемента технической системы (перебор по V).

При этом если значение кода V достигает предельного значения V_{lim} , и выходит за пределы существующего списка, алгоритм переходит к следующему конструктивному признаку ($D+1$). При этом коду V (вариант реализации конструктивного признака) присваивается значение 2. Значения V_1 игнорируются, так как их комбинация составляет начальное решение технической системы. При достижении предела перебора списка по D ($D \geq D_{lim}$), то есть список выделенных конструктивных признаков функционального элемента исчерпан, алгоритм переходит к следующему функциональному элементу технической системы ($F+1$). При этом коду D присваивается значение 1, а коду V – значение 2. Перебор по списку конструктивных признаков функционального элемента системы и вариантам их реализации повторяется. При исчерпании списка выделенных функциональных элементов системы счет алгоритма считается окончанным и инициируется запрос на вывод наилучшего технического решения.

Каждый новый цикл предполагает генерацию нового сочетания FDV , что означает применение новой реализации для конструктивного признака D функционального элемента системы F . Используемый вариант реализации V характеризует конструктивную новизну технической системы в сравнении с предыдущим техническим решением. На следующем этапе алгоритм предполагает внесение изменений в действующую конструкцию как раз посредством применения этого, - нового варианта реализации.

Далее алгоритм предполагает проверку по поводу допустимости внесения в конструкцию изменений, соответствующих новой реализации конструктивного признака. Если внесение изменений допустимо, алгоритм переходит к оптимизации параметров технического решения. Действительно, внесение конструктивных инноваций предполагает возможность изменения режимов работы функционального модуля. И этот, - новый вариант технического решения уже нельзя считать оптимизированным по совокупности конструктивных параметров, учитывающих новый вариант реализации конструктивного признака. Алгоритм оптимизации конструктивных параметров системы был разработан и опубликован нами ранее; его логика и возможности вполне отвечают поставленным здесь задачам [8].

Оптимизированное, с точки зрения режимных параметров, техническое решение проходит проверку на соответствие требованиям, предъявляемым к техническим системам с расширенным функционалом по регулированию гидротермического режима агрофитоценоза. Если полученное в результате комбинаторного замещения вариантов реализации конструктивных признаков техническое решение не соответствует системе предъявляемых требований, то вариант бракуется.

Если полученное в результате внесения изменений техническое решение соответствует системе предъявляемых требований, - алгоритм осуществляет переход к следующему этапу расчетов. На следующем этапе осуществляется расчет показателей приоритета технического решения. Если новое техническое решение окажется более приоритетным, чем предшествующее,

то принимается решение о внесении изменений в конструкцию технической системы. При этом данные нового технического решения замещают всю информацию по предшествующему техническому решению в блоке «Техническое решение». Одновременно инициируется запрос на новый цикл расчета с перебором комбинаций FDV, и все действия в последовательности алгоритма повторяются.

Таким образом, последовательное замещение данных по техническим решениям на более эффективные, от цикла к циклу, позволяет в итоге выявить наилучшее техническое решение, которое и станет итогом работы всего алгоритма.

Библиографический список

1. Майер, А.В. Регулирование микроклимата в системе капельного орошения / А.В. Майер, Ю.И. Захаров, А.М. Салдаев, А.И. Болкунов, Е.А. Долгополова, А.А. Криволицкий // Вопросы мелиорации. - 2010. - № 1-2. - С. 77.

2. Мелихова, Е.В. Моделирование и оптимизация распределения ресурсов при внедрении технологических инноваций в орошаемом земледелии / Е.В. Мелихова, А.Ф. Рогачев // Modern Economy Success. - 2018. - № 4. - С. 113-119.

3. Терпигорев, А.А. Технические средства и конструкция автоматизированной стационарно-сезонной системы надкранового увлажнительного дождевания / А.А. Терпигорев, С.А. Гжибовский // Таврический вестник аграрной науки. - 2017. - № 3 (11). - С. 124-131.

4. Бородычев, В.В. Технологические функции технической системы для регулирования гидротермического режима агрофитоценоза и комплексной протекции посевов от климатических рисков / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - № 2 (58). - С. 307-319.

5. Дубенок, Н.Н. Система комбинированного орошения и эффективность производства овощной продукции / Н.Н. Дубенок, А.В. Майер, В.М. Гуренко, С.В. Бородычев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2019. - № 2 (54). - С. 253-265.

6. Курбанов, С.А. Система внутрпочвенного мелкоструйчатого локального орошения многолетних насаждений в сочетании с аэрозольным увлажнением / С.А. Курбанов, А.В. Майер, Б.Х. Амшонов // Проблемы развития АПК региона. - 2018. - № 3 (35). - С. 51-55.

7. Бородычев, В.В. Комбинированное орошение земляники / Бородычев В.В., Гуренко В.М., Майер А.В., Шишлянникова М.В., Акимова Т.С. // Проблемы развития АПК региона. - 2016. - Т. 25. - № 1-2 (25). - С. 25-29.

8. Бородычев, В.В. К решению задачи автоматизации вычислений при проектировании систем комбинированного орошения / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - № 4 (60). - С. 291-304.

УДК 631.6

О.И. Викулова

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, г. Новочеркасск, Ростовская область, Россия

СУБСИДИРОВАНИЕ ПРОЕКТОВ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация: Раскрыта сущность понятия «агролесомелиорация земель». Рассмотрены требования к составлению реестра защитных лесных насаждений. Приведены условия предоставления субсидий при реализации региональной программы или регионального проекта субъектов Российской Федерации в области лесомелиорации.

Ключевые слова: проекты лесомелиорации, агролесомелиоративные мероприятия, государственные субсидии, защитные лесные насаждения.

O.I. Vikulova

Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K.
Kortunova FSBEI HE Donskoy GAU, Novocherkassk, Rostov region, Russia

SUBSIDIATION OF AGRICULTURE PROJECTS LANDS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract: The essence of the concept of «agroforestry land reclamation» is disclosed. The requirements for compiling a register of protective forest plantations are considered. The conditions for granting subsidies in the implementation of a regional program or a regional project of the constituent entities of the Russian Federation in the field of forest reclamation are given.

Key words: forest reclamation projects, agroforestry, state subsidies, protective forest plantations.

Развитие производства растениеводческой продукции возможно обеспечить в том числе и путём реализации лесотехнических мелиораций, что значительно снижает агроклиматические риски [2].

В соответствии со ст. 7 ФЗ «О мелиорации земель» [1] агролесомелиорация земель состоит в проведении комплекса мелиоративных мероприятий в целях обеспечения коренного улучшения земель сельскохозяйственного назначения или земель, предназначенных для осуществления производства сельскохозяйственной продукции, посредством использования полезных функций мелиоративных защитных лесных насаждений.

Агролесомелиорация земель направлена на регулирование водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв на мелиорируемых землях посредством осуществления мероприятий по проектированию, созданию и содержанию мелиоративных защитных лесных насаждений.

К этому типу мелиорации земель относятся следующие виды мелиорации земель:

1) создание мелиоративных защитных лесных насаждений на оврагах, балках, песках, берегах рек и других территориях в целях защиты земель от эрозии (противоэрозионная агролесомелиорация);

2) создание мелиоративных защитных лесных насаждений по границам земель сельскохозяйственного назначения и земельных участков, в том числе предназначенных для осуществления производства сельскохозяйственной продукции, в целях защиты указанных земель и земельных участков от воздействия неблагоприятных явлений природного, антропогенного и техногенного происхождения (полезащитная агролесомелиорация);

3) создание мелиоративных защитных лесных насаждений по границам пастбищ в целях предотвращения деградации почв на пастбищах (пастбищезащитная агролесомелиорация).

Защитные лесные насаждения (защитные лесонасаждения) – насаждения из деревьев и кустарников, не входящих в лесной фонд, предназначенные для защиты земель сельскохозяйственного назначения от воздействия неблагоприятных явлений природного, антропогенного и техногенного происхождения, созданных в порядке лесоразведения при проведении агролесомелиорации земель.

Агролесомелиоративная система – совокупность защитных лесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения, обеспечивающая улучшение условий выращивания сельскохозяйственных культур, повышение продуктивности кормовых и других угодий в пределах мелиорируемой территории.

Агролесомелиоративные мероприятия – комплекс организационных, агротехнических и лесоводственных работ, осуществляемых в целях улучшения условий выращивания сельскохозяйственных культур, повышения продуктивности земель сельскохозяйственного назначения и других угодий на мелиорируемых землях путем создания, выращивания и сохранения защитных лесных насаждений.

Восстановление защитных лесонасаждений – проведение рубок ухода и посадка новых деревьев и кустарников (на месте, утративших необходимые функциональные свойства) в целях дальнейшего воспроизведения свойств древесных пород, составляющих защитные лесонасаждения в границах занимаемого ими земельного участка.

При этом необходимо обеспечить предотвращение захламливания и загрязнения защитных лесных насаждений, под которым понимается размещение в пределах занимаемого насаждениями земельного участка отходов производства и потребления, потерявших годность предметов хозяйственной деятельности и т.п.

Инвентаризация защитных лесных насаждений предусматривает приведение в известность наличия и состояния защитных лесонасаждений на какой-либо территории на основании результатов технического обследования проводимого в соответствии с требованиями технических указаний и инструкций;

Органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере агропромышленного комплекса, включая мелиорацию, ведётся реестр защитных лесных насаждений. Для составления реестра защитных лесных насаждений требуются систематизированные сведения о насаждениях (площадь и месторасположение участков, породный состав и возраст, состояние и др.), полученные при их инвентаризации.

Реконструкция защитных лесных насаждений подразумевает коренное изменение (состава, числа рядов, схем посадки, конструкции и (или) др.) характеристик малоценных лесонасаждений в целях улучшения их роста, состояния и повышения эффективности действия [3].

Создание, восстановление и реконструкция мелиоративных защитных лесных насаждений сопряжено с относительно большими денежными затратами. Так как создание и содержание защитных лесных насаждений осуществляется собственником земельного участка, на котором они расположены, либо лицом, уполномоченным собственником земельного участка, то они также несут и соответствующие затраты. Поэтому субсидирование части затрат на агролесомелиорацию сельскохозяйственным товаропроизводителям, на землях которых осуществляются соответствующие мелиоративные мероприятия, будет способствовать улучшению их финансового положения.

Субсидии в рамках реализации ведомственной программы «Развитие мелиоративного комплекса России» предоставляются в целях софинансирования расходных обязательств субъектов Российской Федерации, возникающих при реализации государственных программ субъектов Российской Федерации в области мелиорации либо подпрограмм, реализуемых в составе государственных программ субъектов Российской Федерации, предусматривающих возмещение сельскохозяйственным товаропроизводителям, за исключением граждан, ведущих личное подсобное хозяйство, части фактически осуществленных ими расходов (без учёта налога на добавленную стоимость) в рамках следующих агролесомелиоративных мероприятий:

1) защита земель от воздействия неблагоприятных явлений природного, антропогенного и техногенного происхождения путём создания защитных лесных насаждений по границам земель сельскохозяйственного назначения;

2) предотвращение деградации земель пастбищ путём создания защитных лесных насаждений;

3) защита земель от эрозии путем создания лесных насаждений в оврагах, балках, песках, на берегах рек и на других территориях;

Следует отметить, что субсидии предоставляются субъектам Российской Федерации только при соответствии определённым критериям, к которым относятся:

- 1) наличие региональной программы или регионального проекта;
- 2) значения показателей результативности (результатов) использования субсидии на мероприятия региональной программы или на реализацию регионального проекта;
- 3) наличие проектной сметной документации;
- 4) соответствие целей мероприятий региональной программы целям ведомственной программы;
- 5) наличие нормативного правового акта субъекта Российской Федерации, устанавливающего порядок товаропроизводителям части фактически осуществлённых ими расходов на мероприятия.

Возмещение расходов, произведённых сельскохозяйственными товаропроизводителями в текущем финансовом году и отчётном финансовом году, осуществляется в текущем финансовом году [4].

Библиографический список

1. Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/10108787/e88847e78ccd9fdb54482c7fa15982bf/> (дата обращения: 29.03.2021).
2. Государственная поддержка мелиорации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://we-agro.ru/statesupport/subsidii/gosudarstvennaya-podderzhka-melioratsii.html> (дата обращения: 29.03.2021).
3. Правила проектирования, создания и ухода за защитными лесными насаждениями на землях сельскохозяйственного назначения. – Новочеркасск, 2015. – 41 с.
4. Приложение № 10 к Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия «Правила предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации в рамках реализации мероприятий ведомственной программы «Развитие мелиоративного комплекса России» и мероприятий в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в рамках федерального проекта «Экспорт продукции агропромышленного комплекса» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/view/21970541> (дата обращения: 29.03.2021).

А.П. Лихацевич¹, Г.В. Латушкина¹, И. А. Романов²

¹РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Могилевская область, Беларусь

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Аннотация: Для установления оптимального баланса в «доходах-расходах» при орошении сельскохозяйственных культур разработан способ определения технико-экономически обоснованных поливных норм, обеспечивающих получение максимальной прибыли с учетом затрат на поливы и стоимости прибавок урожаев от орошения, который позволяет планировать поливы нормой, дающей максимальный эффект.

Ключевые слова: сельскохозяйственные культуры, технико-экономическое обоснование, планируемая урожайность, прибавки урожая, затраты на полив, влагозапасы, технико-экономически обоснованная поливная норма.

A.P. Likhatchevich¹, G.V. Latushkina¹, I.A. Romanov²

¹RUP "Institute of land reclamation", g. Minsk, Belorussia

²Belorussia Agricultural Academy, g. Gorki, Mogilev region, Belorussia

OPTIMIZATION OF THE IRRIGATION REGIME FOR AGRICULTURAL CROPS IN THE CONDITIONS OF BELORUSIA

Abstract: To establish the optimal balance in "income-costs" when irrigating crops, a method has been developed to determine feasible irrigation norms that ensure maximum profit taking into account the cost of irrigation and the cost of crop increases from irrigation, which allows planning irrigation with the rate that gives the maximum effect.

Key words: agricultural crops, feasibility study, planned yield, increase in yield, costs for irrigation, moisture reserves, techno-economically substantiated irrigation rate.

Введение. Основным элементом режима орошения является поливная норма. От ее величины зависят частота поливов в конкретном году, общее количество воды, поданной для орошения (оросительная норма), что в конечном итоге определяет затраты на орошение. Установлено, что с повышением увлажненности почвы пропорционально растет и урожайность орошаемой культуры, если при этом отсутствует переувлажнение и обеспечен свободный воздухообмен в корнеобитаемой зоне. А более высокая влагообеспеченность для растений при орошении достигается за счет

проведения более частых поливов меньшими нормами. Но при этом растут затраты на поливы. Для установления оптимального баланса в «доходах-расходах» разработан способ определения технико-экономически обоснованной поливной нормы, обеспечивающей получение максимальной прибыли с учетом затрат на поливы и стоимости прибавки урожая от орошения.

Результаты исследования и их обсуждение. Основным критерием экономической оценки применяемого в конкретном хозяйстве режима орошения является размер чистой прибыли от данного мелиоративного мероприятия. Прибыль от орошения соответствует разности выручки от реализации прибавки урожая от орошения и себестоимости ее получения. В зоне неустойчивого естественного увлажнения, к которой относится Беларусь, себестоимость продукции растениеводства, получаемой при орошении, от себестоимости той же продукции, получаемой без орошения, отличается только двумя группами затрат:

1) затраты на уборку, доработку, транспортировку, хранение и реализацию прибавки урожая от орошения;

2) затраты на содержание оросительной системы и на проведение поливов.

В качестве основы аналитической модели получения дополнительного чистого дохода с единицы площади, определяемого режимом орошения, используется равенство [1]

$$D(\Delta Y_i) = C(\Delta Y_i) - [R(\Delta Y_i) + R(O_i)], \quad (1)$$

где $D(\Delta Y_i)$ – дополнительный чистый доход, полученный при i -м режиме орошения сельскохозяйственной культуры в расчете на единицу орошаемой площади, руб./га; $C(\Delta Y_i)$ – выручка от реализации дополнительной продукции растениеводства, полученной при i -м режиме орошения в расчете на единицу орошаемой площади, руб./га; $R(\Delta Y_i)$ – затраты на уборку, доработку, транспортировку, хранение и реализацию прибавки урожая, полученной при i -м режиме орошения в расчете на единицу орошаемой площади, руб./га; $R(O_i)$ – затраты на эксплуатацию оросительной системы при i -м режиме орошения в расчете на единицу орошаемой площади, руб./га.

Выручка от реализации дополнительной продукции растениеводства от орошения прямо пропорциональна величине прибавки урожайности (ΔY_i)

$$C(\Delta Y_i) = c \Delta Y_i, \quad (2)$$

где c – цена реализации продукции растениеводства, руб./т.

Прибавка урожая от орошения (ΔY_i , т/га) определяется как разность

$$\Delta Y_i = Y_{Mi} - Y, \quad (3)$$

где Y_{Mi} – урожайность культуры при i -м режиме орошения, т/га; Y – урожайность культуры, полученный при естественной влагообеспеченности (при отсутствии орошения), т/га.

Форма связи урожая с величиной любого регулируемого фактора известна [1, 2]. При орошении и прочих стабильных урожаяформирующих факторах урожайность сельскохозяйственной культуры зависит только от уровня увлажнения корнеобитаемого слоя почвы [2, 3, 4]

$$Y = Y_m \left[1 - \left(\frac{W_{HB} - W_{IIIi}}{W_{HB} - W_{B3}} \right)^2 \right], \quad (4)$$

где Y_m – урожайность культуры при оптимальном водном режиме почвы, т/га; W_{HB} – оптимальные влагозапасы, соответствующие наименьшей влагоемкости почвы, м³/га; W_{IIIi} – средние для орошаемой площади предполивные влагозапасы в корнеобитаемом слое почвы при i -м режиме орошения культуры, м³/га; W_{B3} – влагозапасы завядания, м³/га.

Урожайность при отсутствии орошения по аналогии с (4) равна

$$Y_{Mi} = Y_m \left[1 - \left(\frac{W_{HB} - W}{W_{HB} - W_{B3}} \right)^2 \right], \quad (5)$$

где W – нижний уровень влагозапасов в течение вегетационного периода в корнеобитаемом слое почвы при отсутствии орошения, м³/га.

Установлено, что

$$W_{III} = W_{HB} - a m_i, \quad (6)$$

где a – показатель, зависящий от технологии орошения, полив; m_i – норма полива при i -м режиме орошения, м³/(га*полив).

Согласно (3) с учетом (4) – (6) прибавка урожая от орошения составит

$$\Delta Y_i = \frac{Y_m}{(W_{HB} - W_{B3})^2} \left[(W_{HB} - W)^2 - a^2 m_i^2 \right]. \quad (7)$$

Сельскохозяйственные затраты на уборку, доработку, транспортировку, хранение и реализацию прибавки урожая от орошения в расчете на единицу орошаемой площади прямо пропорциональны величине прибавки урожайности от орошения [1]

$$R(\Delta Y_i) = r \Delta Y_i, \quad (8)$$

где r – затраты на уборку, доработку, транспортировку, хранение и реализацию прибавки урожая, полученной при i -м режиме орошения культуры, руб./т; ΔY_i – прибавка урожайности от i -го режима орошения культуры, т/га.

Затраты на эксплуатацию оросительной системы состоят из постоянных ежегодных платежей на содержание оросительной системы, независимых от режима орошения (амортизационные расходы, затраты на содержание и техническое обслуживание оросительной системы) $R(OC)$ и переменные затраты, зависящие от режима орошения $R(M_i)$.

$$R(O_i) = R(OC) + R(M_i). \quad (9)$$

Затраты на проведение орошения зависят от конструкции оросительной системы, стоимости поливной воды, суммарных затрат на работу всей оросительной системы. Для единицы орошаемой площади эти затраты составят

$$R(M_i) = \frac{M_i}{\eta} \left(C_w + \beta \frac{C_{II}}{Q} \right), \quad (10)$$

где M_i – i -я оросительная норма (нетто), м³/га;

C_w – стоимость воды, забираемой из водоисточника для проведения орошения при платном водопользовании, руб./м³;

η – коэффициент полезного действия оросительной системы, учитывающий потери поливной воды при проведении поливов. При поливе дождеванием потери воды в зависимости от условий проведения полива составляют 0,94-0,85%;

C_{II} – суммарные затраты средств за 1 час работы всей оросительной системы (электроэнергия, топливно-смазочные материалы, заработная плата обслуживающему персоналу, включая насосную станцию и оросительную технику, затраты на ремонты, техническое обслуживание оросительной системы, со всеми налогами), руб./ч;

Q – расход воды, подаваемый насосной станцией в напорный трубопровод из водоисточника, м³/ч;

β – норматив превышения суммарного времени, затраченного на полив, техническое обслуживание поливной техники и ремонты, над временем, затраченным только на подачу оросительной воды насосной станцией (в условиях Беларуси $\beta=1,25$).

Согласно исследованиям по установлению зависимости норм орошения от поливных норм с привлечением метеоданных 42-х метеостанций Беларуси за многолетие (1980-2015 гг.) установлено, что при орошении культур открытого грунта в диапазоне поливных норм от минимальных технологических (для заданного поливного устройства) до максимально допустимых для орошаемых почв справедлива закономерность

$$M_i = M_0 - b m_i, \quad (11)$$

где M_0 – оросительная норма при норме полива, стремящейся к нулю, м³/га; b – коэффициент пропорциональности в линейной функции, аппроксимирующий график зависимости $M = f(m)$ для каждого календарного года в пределах от $M_{max} = f(m_{min})$ до $M_{min} = f(m_{max})$.

Эмпирические коэффициенты « b » изменяются по типам почв, причем с повышением водоудерживающей способности почвы величина данного коэффициента снижается. Например, в условиях Беларуси на песчаных почвах $b = 3,2$; на супесчаных почвах $b = 2,5$ и на суглинистых почвах $b = 2,3$. Закономерность (11) справедлива для всех сельскохозяйственных культур в диапазоне поливных норм, охватывающем полный спектр норм экологически безопасного орошения

$$0,1 \text{ мм} \leq m \leq m_{max},$$

где m – заданная норма полива; m_{max} – максимальная экологически обоснованная норма полива, рекомендуемая для данной почвы.

Максимальные экологически обоснованные поливные нормы устанавливались по типам почв согласно действующему нормативу [5]:

- для песчаных почв $m_{max} = 20$ мм,
- для супесчаных почв $m_{max} = 25$ мм,
- для суглинистых почв $m_{max} = 30$ мм.

Раскрывая исходное уравнение (1) с учетом полученных значений (2)-(11), получим

$$D(\Delta Y_i) = \frac{(c-r)Y_m}{(W_{HB} - W_{B3})} \left[(W_{HB} - W)^2 - a^2 m_i^2 \right] - \left[R(OC) + \frac{M_o - b m_i}{\eta} \left(C_w + \beta \frac{C_{II}}{Q} \right) \right] \quad (12)$$

Функция (12) имеет максимум, соответствующий наибольшему дополнительному чистому доходу, который может быть получен от орошения культуры экономически обоснованной нормой полива.

Приравнивая нулю первую производную дополнительного чистого дохода получаем зависимость для определения технико-экономически обоснованной поливной нормы при орошении в открытом грунте

$$\frac{d}{dm} [D(\Delta Y_i)] = -\frac{2a^2(c-r)Y_m}{(W_{HB} - W_{B3})^2} m_o + \frac{b}{\eta} \left(C_w + \beta \frac{C_{II}}{Q} \right) = 0. \quad (13)$$

Тогда:

$$m_o = \frac{b(W_{HB} - W_{B3})^2}{2a^2\eta(c-r)Y_m} \left(C_w + \beta \frac{C_{II}}{Q} \right), \quad (14)$$

где Y_m – планируемая урожайность культуры, которую можно получить при оптимальном водном режиме почвы, т/га; a – коэффициент, зависящий от режима и технологии орошения. При дождевании по общепринятой технологии, согласно нормативу [4], коэффициент, зависящий от режима и технологии орошения $a = 0,75$.

В формуле (14) присутствует соотношение $(\beta C_{II}/Q)$, определение составляющих которого может вызвать затруднения. Его можно трансформировать к более простому виду, приемлемому в расчетах, поскольку суммарные затраты на орошение единицы площади пропорциональны оросительной норме

$$m_o = \frac{b(W_{HB} - W_{B3})^2}{2a^2\eta(c-r)Y_m} \left(C_w + \frac{Z}{M} \right), \quad (15)$$

где Z – суммарные затраты на орошение в средний год (электроэнергия, топливно-смазочные материалы, заработная плата обслуживающему персоналу, включая насосную станцию и оросительную технику, затраты на ремонты, техническое обслуживание оросительной системы во время полива, со всеми налогами), руб./га; M – норма орошения (брутто) в тот же год, м³/га.

На рисунке показана зависимость экономических показателей возделывания моркови от нормы полива в условиях Беларуси. Суммарные затраты на орошение в конкретном году и норму орошения (брутто) получены из бухгалтерской отчетности хозяйства.

Заключение. Технико-экономически обоснованный режим орошения сельскохозяйственных культур обеспечивает согласование величины поливной нормы с прибылью, получаемой от реализации прибавки урожая от орошения. Его целью является достижение наиболее выгодного баланса между доходами и расходами в орошаемой земледелии. В случае же, когда технико-экономически обоснованная поливная норма превысит экологический предел для орошаемой почвы, полив проводится экологически допустимой нормой. То есть на практике всегда должен соблюдаться приоритет экологии перед

экономикой, чтобы обеспечить условия для расширенного воспроизводства плодородия орошаемых почв.

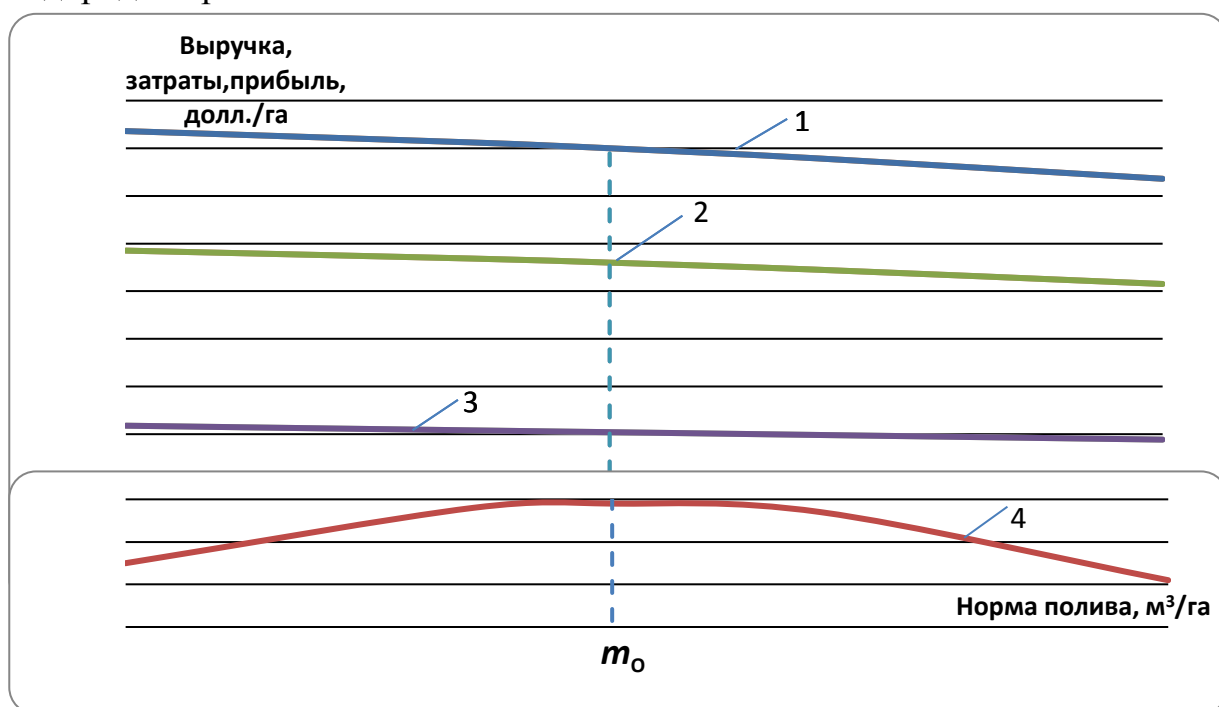


Рис. 1. Зависимость от нормы полива экономических показателей возделывания моркови: 1 – выручка от реализации прибавки урожая от орошения; 2 – сельхозиздержки на прибавку урожая; 3 – затраты на орошение; 4 – чистая прибыль.

Библиографический список

1. Методические указания по определению экономической эффективности капитальных вложений в орошение земель в нечерноземной зоне / Г.М. Лыч, А.Е. Жуков – Минск: БелНИИМиВХ, 1974. – 47 с.
2. Механизация полива: справочник / Б.Г. Штепа, В.Ф. Носенко. Н.В. Винникова и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 31-37.
3. Методические рекомендации по определению зависимости урожайность-влагообеспеченность на основе полевого опыта в условиях орошения / Д.Б. Циприс, Т.А. Плавник. О.В. Диваков и др. – Л. СевНИИГиМ. 1988. – 50 с.
4. Лихацевич, А.П. Анализ результатов агрономических опытов с использованием обобщенной математической модели / А.П. Лихацевич // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. Аграр. навук. – 2017. – №2. – С. 68-81.
5. ТКП/ПР 45–3.04.2009 (02250) Оросительные системы. Правила проектирования. – Введ. 29.12.2009. – Минск, 2010. – 74 с.

Для заметок

Для заметок

Научное издание

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО
СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ И
ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ
РЕСУРСОВ**

Сборник научных трудов по материалам научно-практической
конференции с международным участием, посвященной 55-летию
образования ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»
(Россия, г. Энгельс, 28 мая 2021 г.)

Отпечатано с авторских оригиналов

Подписано в печать 01.06.2021 г. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times.
Усл. печ. л. 12,25. Тираж 50. Заказ № 92.

ООО «Орион»
г. Саратов, ул. Московская, 62
Тел.: 8 (8452) 23-60-18, 27-84-58

