

ISSN 2313-2248

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Научно-практический журнал

Выпуск № 3(59)/2015

Новочеркасск

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Научно-практический журнал
ФГБНУ «РосНИИПМ»
Издается с июня 1978 года
Выходит четыре раза в год

Выпуск № 3(59)/2015

Июль – сентябрь 2015 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор – академик РАН, доктор технических наук, профессор, директор ФГБНУ «РосНИИПМ» В. Н. Щедрин

Заместитель главного редактора – кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь Т. П. Андреева

Ответственный секретарь – Е. И. Лобова

Редакторы: доктор сельскохозяйственных наук, профессор Г. Т. Балакай; доктор технических наук, профессор Ю. М. Косиченко; доктор технических наук, доцент С. М. Васильев; доктор сельскохозяйственных наук Ю. Ф. Снопич; кандидат технических наук А. А. Чураев; кандидат сельскохозяйственных наук Т. П. Андреева; кандидат сельскохозяйственных наук Л. М. Докучаева; кандидат сельскохозяйственных наук С. А. Селицкий; кандидат сельскохозяйственных наук Р. Е. Юркова; кандидат технических наук А. С. Штанько; кандидат технических наук А. В. Акопян; кандидат технических наук Д. В. Бакланова

Технический редактор – Е. А. Бабичева

Литературный редактор – А. И. Литовченко

Выпускающий – Л. И. Юрина

Адрес редакции: 346421, Ростовская область,
г. Новочеркасск, Баклановский проспект, 190.

Тел./факс: (8635) 26-74-53
<http://www.rosniipm.ru/ppeoz>
e-mail: transfer-rosniipm@yandex.ru

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-61083 от 19 марта 2015 г.

Подписано в печать 07.09.2015. Формат 60×84/8.
Усл. печ. л. 25,12. Тираж 500 экз. Заказ № 53.

ФГБНУ «РосНИИПМ»
346421, Ростовская область,
г. Новочеркасск, Баклановский проспект, 190

Отпечатано ИП Белоусов А. Ю.
346421, Ростовская область,
г. Новочеркасск, Баклановский проспект, 190 «Е»

ISSN 2313-2248



9 772313 224008

Дата выхода в свет 30.09.2015
Свободная цена

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

«Актуальные научные исследования в области мелиорации»

Ибраев Т. Т., Ли М. А. Натурные исследования русловых процессов на каналах ирригационных систем Казахстана.....	6
Никитин М. Ю. Направления устойчивого развития орошения в республиках Сибирского федерального округа Российской Федерации.....	13
Малярчук Н. П., Котельников Д. И. Агрофизические и водные свойства почвы в зависимости от основной обработки и удобрений на посевах кукурузы.....	19
Чураев А. А., Вайнберг М. В. Исследование измерительного комплекса, работающего по методу «уклон – площадь» на открытом канале оросительной сети.....	22
Рустамов Ш. Р., Насырова Н. Р. Использование гидродинамического эффекта в водоподводящих сооружениях ирригационных насосных станций.....	27
Эргашев Р. Р., Бекчанов Ф. А., Насырова Н. Р. Диагностические испытания вертикальных насосов.....	31
Рыжаков А. Н., Шкура В. Н. Формирование корневых систем яблоневых растений на черноземах Ростовской области.....	36
Школьная В. М., Вайнберг М. В., Завалюев В. Э. Оросительная система как объект автоматизации технологических процессов водочета и водораспределения.....	42
Баев О. А. Анализ надежности конструкций противодиффузионных экранов с использованием метода Байеса.....	45
Ахмеджанов Г., Ахмеджонов Д. Г., Холматова Х. Полив хлопчатника через противодиффузионный экран с использованием полимер-полимерного комплекса.....	51
Ахмеджонов Д. Г., Жураев Ф. У., Ахмеджанов Г. Применение полимер-полимерного комплекса для закрепления почвы в кротовом дренаже.....	54
Балакай С. Г. Внутрипочвенный струйный полив семян при посеве.....	57
Кожанов А. Л., Воеводин О. В. К вопросу разработки энергоэффективных оросительных систем нового поколения.....	62
Кожанов А. Л., Воеводин О. В. Современное состояние обеспечения документацией в области стандартизации по проектированию мелиоративных объектов.....	65
Васильев Ю. И., Турко С. Ю. К вопросу о прибавке урожайности озимой пшеницы на лесомелиорированной территории и возникновении определенных рисков.....	68
Бакбергенев Н. Н. Использование данных космических съемок на водохозяйственных объектах.....	73
Дементьева О. И. Продуктивность сортов риса при поливах водой разного качества на юге Украины.....	78
Кулик А. К., Власенко М. В. Водный режим и баланс влаги Арчединско-Донских песков.....	81
Шадских В. А., Пешкова В. О., Кижаева В. Е., Лапшова А. Г. Возделывание перспективных сортов сои на основе ресурсосберегающей технологии в Поволжье.....	87
Шепелев А. Е. Обеспечение безопасности при эксплуатации плавучей насосной станции мелиоративного назначения.....	91

Ляшков М. А., Васильев С. М., Домашенко Ю. Е. Анализ существующих методов разработки планов водораспределения на оросительных системах	95
Жарков В. А., Ангольд А. Е. Агрофизиологическая оценка импульсного дождевания	98
Рудик А. Л., Рудик Н. М. Особенности минерального питания растений льна масличного в зоне Сухой Степи Украины при орошении	103
Каращук Г. В., Жужа А. А., Лавренко С. О., Панкеев С. В. Влияние абиотических факторов на зимостойкость сортов озимой пшеницы на юге Украины.....	109
Чембарисов Э. И., Лесник Т. Ю., Махмудов И. Э., Рахимова М. Н. Формирование коллекторно-дренажных вод на орошаемых землях Ташкентской области.....	112
Рыбашлыкова Л. П. Пастбищные экосистемы Сарпинской низменности и интродукция лекарственных растений.....	117
Сухотин А. С., Казанок А. А., Томашов С. В., Томашова О. Л. Влияние режимов орошения и норм минеральных удобрений на качество зерна пожнивной сои при выращивании в условиях юга Украины.....	121
Казанок А. А., Лавренко Н. Н. Урожайность и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от технологических приемов выращивания в условиях юга Украины.....	124
Мухамеджанов В. Н., Гриценко Н. В. Эффективность и опыт внедрения водосберегающих технологий в агроформированиях Жамбылской области.....	127
Коваленко В. В., Доценко В. И., Рудаков Л. Н., Бугайова И. Ю. Использование агрогидрометеорологического метода расчета влагозапасов при обосновании режима орошения (на примере озимой пшеницы).....	132
Лавренко С. О., Лавренко Н. Н. Площадь листовой поверхности в зависимости от агротехнологических приемов выращивания нута в условиях Сухой Степи.....	136
Ушкаренко В. А., Вожегов С. Г. Усовершенствование элементов технологии выращивания сои в рисовых севооборотах Украины	140
Безбородов Г. А., Икрамов Р. К., Гаппаров С. М., Утаев А. А. Экспериментальные исследования по оптимизации режима орошения озимой пшеницы при различных технологиях посева в предгорных и равнинных аридных зонах.....	143
Глушко Т. В., Сидякина Е. В. Влияние орошения и минеральных удобрений на накопление надземной массы гибридами кукурузы на юге Украины.....	149
Морозов В. В., Полухов А. Я., Морозов А. В. Системный подход к формированию информационного обеспечения мониторинга мелиорированных земель.....	153
Куртебаев Б. М., Калашников П. А. Эффективность применения модульной системы мелкодисперсного дождевания.....	159
Гричаная Т. С. Технология капельного орошения при возделывании лука репчатого на юге Казахстана	164
Калашников П. А. Технология мелкодисперсного дождевания овощных и кормовых культур в Жамбылской области	168

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Стратичук Н. В. Решение стратегических проблем экосистемного ведения орошаемого земледелия	174
---	-----

МЕЛИОРАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Докучаева Л. М., Юркова Р. Е. Влияние комплексной мелиорации на содержание гумуса и гумусированность солонцов черноземных..... 180

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Чураев А. А., Школьная В. М. К вопросу автоматизации водораспределения на оросительных системах 186

Шепелев А. Е., Завалюев В. Э. Дождеобразующие устройства зарубежной широкозахватной многоопорной дождевальной техники 191

Шепелев А. Е., Завалюев В. Э. Система управления дождевальными машинами как элемент технологии точного земледелия..... 195

Панкова Т. А., Орлова С. С., Затинацкий С. В. Материалы, применяемые для облицовки оросительных каналов 202

ОСОБОЕ МНЕНИЕ

Рамазанов А., Файзуллаева М. Пути увеличения располагаемых водных ресурсов Узбекистана..... 207

НАУКА – ПРАКТИКЕ

Балакай Г. Т., Селицкий С. А. Технология возделывания сои в Ростовской области 212

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
«Актуальные научные исследования в области мелиорации»

УДК 556.537

Т. Т. Ибраев, М. А. Ли

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, Тараз,
Республика Казахстан

**НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА КАНАЛАХ
ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ КАЗАХСТАНА**

Целью исследований являлась оценка состояния ирригационных систем юга Казахстана на основе натурных исследований влияния зарастания каналов тростником на их пропускную способность. Был проведен комплекс натурных исследований на двух массивах орошения по определению влияния водной растительности на пропускную способность и КПД каналов. Определены зависимости относительных параметров прорастания тростника от периода вегетации, плотности зарастания канала тростником в зависимости от глубины и скорости течения воды на вертикали, зависимость эюры скоростей течения воды от густоты зарастания тростником, зависимость коэффициентов гидравлического сопротивления от расходов воды, влияние коэффициента шероховатости русла, заросшего водной растительностью, на пропускную способность канала. Предлагаемые зависимости могут быть использованы водохозяйственными организациями при разработке инженерно-технических мероприятий по ремонту и реконструкции каналов ирригационных систем.

Ключевые слова: натурные исследования, массив орошения, канал, шероховатость, зарастание, тростник.

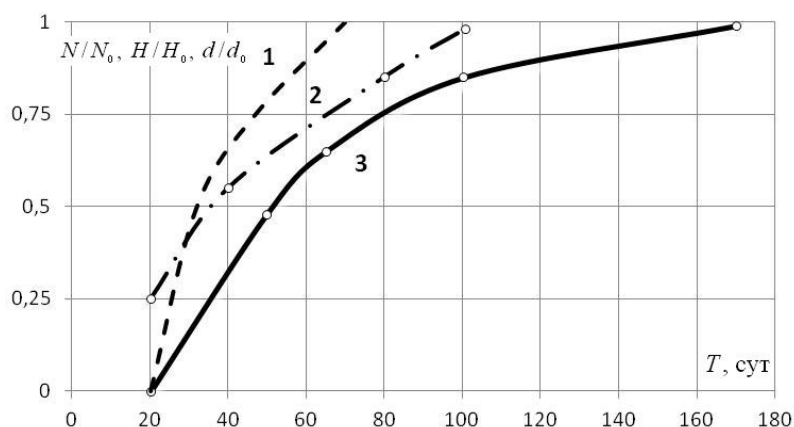
Натурные исследования русловых процессов на каналах ирригационных систем (ИС) юга Казахстана проводились на Жанакорганском и Георгиевском массивах орошения. Изобилие влаги и высокая температура воздуха способствуют интенсивному росту растительности (в том числе камыша, рогоза, тростника) в каналах. Это приводит к значительному снижению пропускной способности русел каналов, созданию значительного сопротивления потоку воды, что вызывает повышение уровня воды в канале, увеличение потерь воды на испарение и фильтрацию, подъем уровня грунтовых вод на приканальных участках. Особенно быстро происходит зарастание внутрихозяйственной сети оросительных систем с малой глубиной воды в каналах, быстро прогревающейся в летний период на всю глубину, т. е. развивается процесс эвтрофикации водотока.

Так как срок эксплуатации каналов и сооружений на Жанакорганской (1966–1976 гг.) и Георгиевской (1931–1936 гг.) ИС составляет свыше 50–80 лет, многие из них характеризуются ухудшенным техническим состоянием и, следовательно, сниженной гидравлической эффективностью и эксплуатационной надежностью. Фактический износ каналов и гидротехнических сооружений (ГТС) составляет более 60 %, что обусловлено рядом факторов: деформацией русел каналов, их размывами и заилением, разрушением облицовок и их швов, повышенной шероховатостью русел, вследствие зарастания дна и откосов канала водной растительностью, изменением режима и условий его эксплуатации. Влияние этих факторов приводит к снижению пропускной способности канала (иногда в несколько раз), отклонению основных параметров живого сечения канала (глубины, ширины) от проектных значений, увеличению потерь воды

на фильтрацию, значительному снижению КПД каналов, отказам в их работе, заключающихся в прорывах дамб, затоплении и подтоплении прилегающих к каналам территорий.

На первом этапе натурные исследования русловых процессов включают визуальные обследования, на втором этапе – инструментальные исследования участков каналов и ГТС. Натурные исследования проводились три раза в сезон и охватывали периоды до вегетации (с апреля по май), во время вегетации (с июля по август) и после вегетации (с сентября по октябрь) растений.

Определяющим фактором снижения пропускной способности и КПД каналов является зарастание их растительностью, в основном, тростником. Рост относительной плотности (N_i/N_0), высоты (H_i/H_0) и диаметра (d_i/d_0) растений в зависимости от времени вегетации тростника приведен на рисунке 1. За эталонные показатели были приняты значения N_0 , H_0 , d_0 этих показателей к концу вегетации.



1 – рост относительной плотности растений; 2 – относительный рост диаметра тростника; 3 – относительный рост высоты растений

Рисунок 1 – Зависимость относительных параметров прорастания тростника от периода вегетации

По результатам исследований характеристик стеблей в зрелом возрасте, выполненных А. И. Исамбаевым [1] для различных массивов в бассейне р. Сырдарьи, а также на основании натурных исследований на р. Шу, были построены графики зависимостей среднего диаметра тростника от плотности зарастания и высоты тростника от диаметра (рисунки 2, 3).

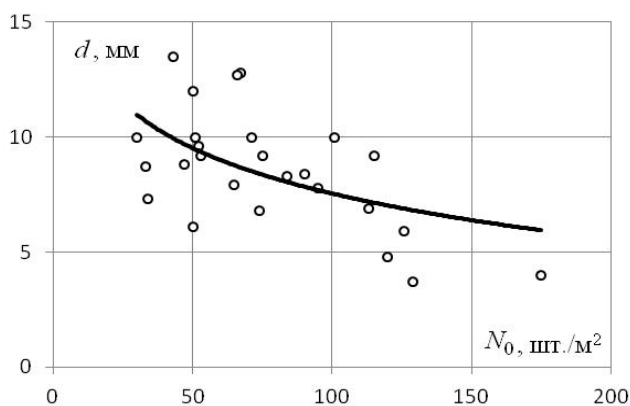


Рисунок 2 – Зависимость среднего диаметра тростника в период зрелости от плотности произрастания в бассейне р. Сырдарьи и р. Шу

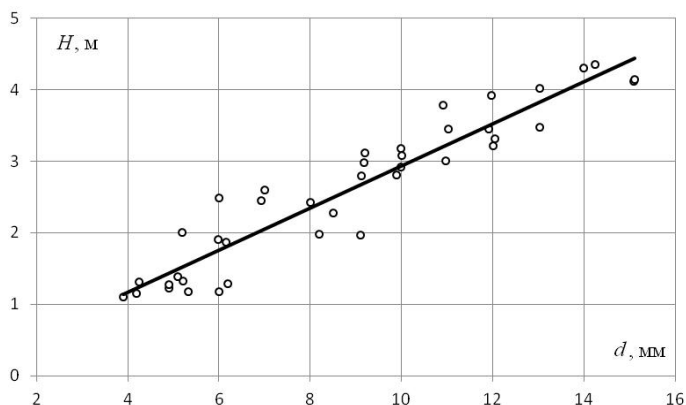


Рисунок 3 – Зависимость высоты тростника в период зрелости от диаметра у основания для бассейна р. Сырдарьи и р. Шу

В естественных условиях плотность бордюрной и прибрежной ассоциации тростников колеблется от 33 до 120 экземпляров на 1 м^2 и зависит от почвенных, климатических условий, степени увлаженности, проточности. Из всех проведенных фенологических наблюдений на р. Шу и р. Сырдарья оптимальная плотность тростника с вероятностью 80 % составляет 45–75 шт./ м^2 . При этом среднюю плотность на урезе воды в каналах, глубинах затопления чеков и залитых водой территорий до 0,7 м можно принять равной 60 шт./ м^2 со средним диаметром тростника $d_0 = 9 \text{ мм}$.

По данным А. И. Исамбаева [1] на коллекторно-дренажной сети при минерализации воды свыше 4–5 г/л развитие тростника угнетается, плотность произрастания снижется до 50 % и в 1,5–2 раза уменьшается высота и диаметр.

Каналы с глубиной наполнения менее 1 м зарастают по всей ширине, а каналы с глубиной воды более 1,5 м зарастают на 25–50 % ширины. Величины скоростей течения воды в каналах в период исследований были сравнительно небольшими, скорости (V) изменялись от 0,05 до 0,15 м/с, а в картовых оросителях и в хозяйственных распределителях – от 0,2 до 0,6 м/с. Незначительная скорость течения в каналах низшего порядка (картовых оросителях) и высокая температура воздуха способствовали перегреву воды и в результате привели к интенсивному зарастанию русла.

В период наблюдений температура воздуха превышала 30–37 °С, а температура воды в заросших руслах поднималась до 20–24 °С. При этом количество стеблей камыша на 1 м^2 поверхности воды составляло 40–100 штук. По степени зарастаемости оросительные каналы рисовой системы Жанакорганского массива с учетом их пропускной способности, можно разделить на следующие:

- с расходом более $5 \text{ м}^3/\text{с}$ – слабо заросшие на 10–20 % ширины канала;
- с расходом 0,5–2,0 $\text{м}^3/\text{с}$ – сильно заросшие на 75–100 % ширины канала.

По результатам натурных наблюдений построены графики зависимости плотности зарастания канала от глубины воды на промерной вертикали и предельной глубины прорастания тростника от средней скорости потока в канале (рисунки 4, 5).

Результаты комплексных натурных исследований морфологических характеристик тростника в бассейне р. Сырдарья, а также данные А. И. Исамбаева [1, 2], Л. Ф. Демидовской [3, 4] и Р. И. Вагапова, Р. А. Молдашева [5] показали, что в водоемах и каналах с «нулевой» скоростью потока максимальная глубина прорастания составляет 2,0–2,2 м.

Полученные зависимости позволяют установить область и плотность зарастания периметра каналов рисовых систем в зависимости от глубины и скорости потока на границе произрастания тростника.

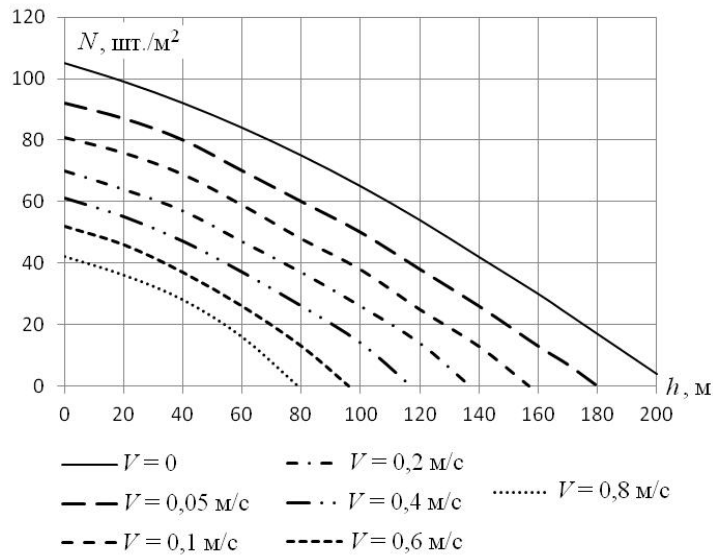


Рисунок 4 – Зависимость плотности зарастания канала тростником от глубины потока на вертикали

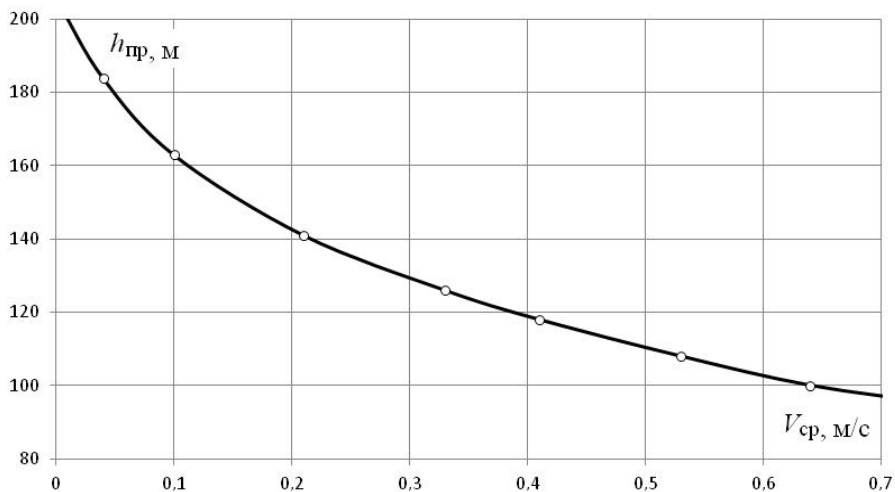
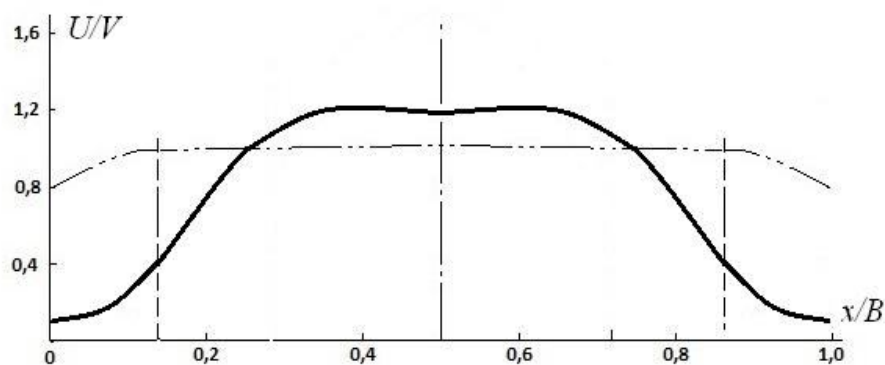


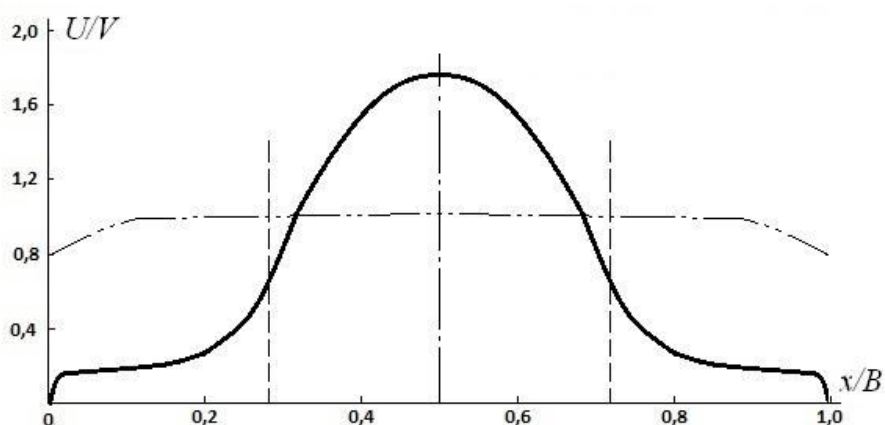
Рисунок 5 – Зависимость предельной глубины прорастания тростника от средней скорости потока

При неполном зарастании русла в зависимости от степени зарастания наблюдались два вида эпюры скоростей в плане (рисунок 6). При малых степенях зарастания с $\omega_p/\omega = 0,2$ (ω_p – часть площади живого сечения канала заросшего растительностью, ω – полная площадь живого сечения канала) в средней части русла сохраняется горизонтальный участок эпюры с примерно равными значениями скорости (рисунок 6, а). Начиная с некоторого значения $\omega_p/\omega \approx 0,45$ плавная эпюра (рисунок 6, б) имеет четко выраженный максимум. Граничное значение ω_p/ω , при котором один вид эпюры переходит в другой, равен примерно 0,4.

При наличии береговой растительности структура потока в направлении оси OX по горизонтали (от границы зарослей к оси потока) в общем случае формируется под влиянием растительности и шероховатости русла свободного от растительности. Вблизи границы зарослей и на некотором расстоянии от нее растительность подавляет своим влиянием донную зернистую шероховатость. Влиянием шероховатости дна здесь можно пренебречь.



а)



б)

Рисунок 6 – Эпюры скоростей при густоте 100–120 шт./м²

Анализ результатов натурных исследований показал, что для таких каналов в земляных руслах, как Келинтобинский магистральный канал Жанакорганской ИС, Правой илевой веток Георгиевской ИС, характерно влияние на шероховатость и гидравлические сопротивления зарастания русла водной растительностью в береговой зоне, преимущественно камышом и рогозом. При этом для Правой ветки Георгиевской ИС на участке ПК 229 – ПК 257 были получены очень высокие значения коэффициентов шероховатости $n = 0,0534-0,0799$, которые превысили нормативные значения по СНиП 2.06.03-85 [6] в 2,3–3,4 раза. Это привело к существенному снижению пропускной способности (в 2,2–3,8 раза) в сравнении с проектной.

На основании гидравлических исследований построен график зависимости коэффициентов гидравлического сопротивления λ от расходов Q , м³/с (рисунок 7). Анализ построенной зависимости показал удовлетворительную сходимость полученных результатов с натурными данными.

Кроме того, зона изменчивости гидравлических сопротивлений каналов в земляных руслах при расходах до 30 м³/с имеет расширенный диапазон изменения значений коэффициентов, который значительно сужается при расходах 60–80 м³/с и остается практически постоянным. Влияние зарастания русел каналов особенно сильно проявляется в начале зон шероховатости и сопротивлений при относительно небольших расходах до 10–30 м³/с, где значения коэффициентов шероховатости и гидравлических сопротивлений при зарастании превышают их по сравнению с нормальным состоянием русел каналов в 2–3,5 раза.

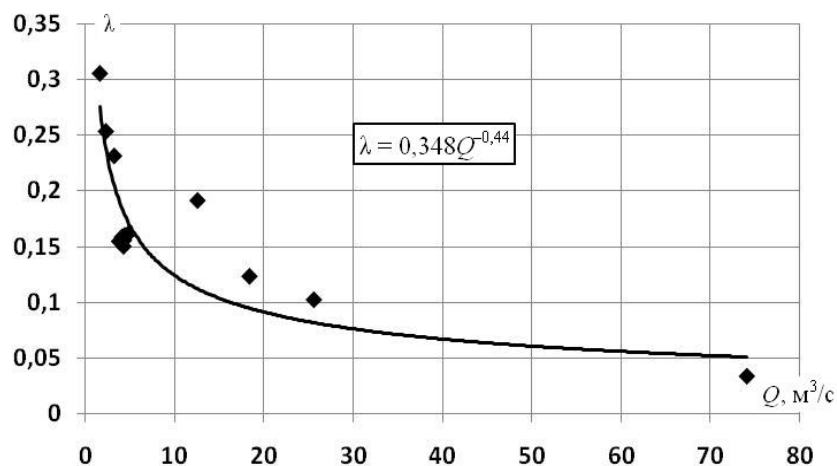


Рисунок 7 – График зависимости коэффициентов гидравлического сопротивления λ от расходов Q

Как для земляных, так и бетонных русел каналов можно выделить некоторую среднюю границу, которая будет соответствовать нормальному состоянию русла, а выше данной границы будут располагаться значения коэффициента шероховатости n или коэффициента гидравлического сопротивления λ , изменяющиеся при эксплуатации под влиянием зарастания.

Изменение пропускной способности земляного русла канала при различных степенях зарастания водной растительностью представлено на рисунке 8.

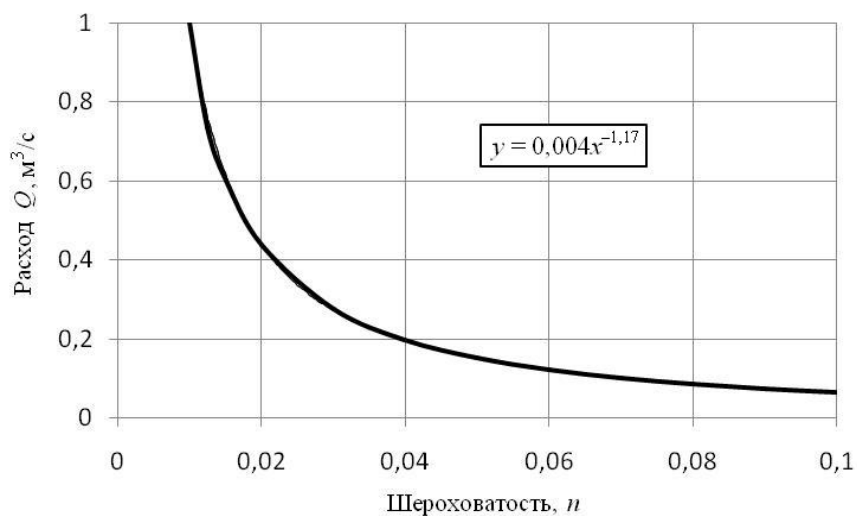


Рисунок 8 – Влияние коэффициента шероховатости русла, заросшего водной растительностью на пропускную способность канала

Для установления динамики изменения коэффициентов шероховатости заросшего и незаросшего русел каналов выполнены расчеты по определению влияния количества растений на величину коэффициента шероховатости, при равномерном распределении растительности по руслу (рисунок 9).

Увеличение коэффициента шероховатости русла канала при зарастании каналов водной растительностью до 0,02–0,03 приводит к значительному уменьшению пропускной способности и нарушению технологических требований к расходам в период первоначального затопления рисовых полей Жанакорганской ИС. При достижении значений коэффициента шероховатости 0,04–0,05 отмечается нарушение режима орошения риса.

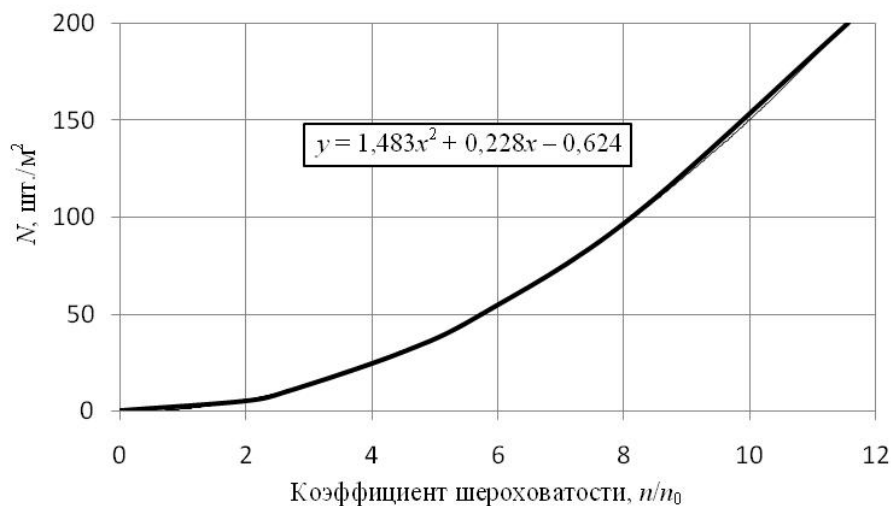


Рисунок 9 – Влияние плотности водной растительности на коэффициент шероховатости русла канала

Наличие водной растительности в канале существенно сказывается на увеличении коэффициента шероховатости русла при плотности $N > 10$ шт./м², а при меньшем значении это влияние составляет не более 5–10 % [7]. Исследования, проведенные на Жанакорганской и Георгиевской ИС, показали, что на каналах, находящихся в эксплуатации свыше 40 лет, густота растений изменяется от 20–30 до 100–120 шт./м², причем водная растительность покрывает дно и откосы каналов, что приводит к увеличению коэффициента шероховатости в 2–10 раз по сравнению с состоянием русел свободных от растительности каналов. Заращение водной растительностью магистральных каналов характеризуется расположением растительности в основном на откосах каналов при густоте растений $N = 30–100$ шт./м².

Список использованных источников

- 1 Исамбаев, А. И. Тростниковые заросли в среднем течении реки Сырдарьи / А. И. Исамбаев // Тр. института ботаники АН КазССР / Алма-Ата: АН КазССР, 1962. – Т. 13. – С. 45–56.
- 2 Исамбаев, А. И. Влияние хозяйственного использования тростниковых зарослей на их возобновление и производительность / А. И. Исамбаев // Тр. института ботаники АН КазССР / Алма-Ата: АН КазССР, 1969. – Т. 13. – С. 231–260.
- 3 Демидовская, Л. Ф. Морфолого-анатомические особенности тростника и его цикл развития / Л. Ф. Демидовская, Р. А. Кириченко // Тр. института ботаники АН КазССР / Алма-Ата: Наука, 1969. – Т. 19. – С. 93–139.
- 4 Демидовская, Л. Ф. Распространение и запасы тростника в Казахстане / Л. Ф. Демидовская, А. И. Исабаев, Л. К. Елисеева // Тр. института ботаники АН КазССР / Алма-Ата: Наука, 1969. – Т. 19. – С. 3–21.
- 5 Вагапов, Р. И. Гидравлический метод борьбы с зарастанием ирригационных каналов / Р. И. Вагапов, Р. А. Молдашев // Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды: сб. науч. тр. / РНИ «Бастау», 1997. – С. 80–81.
- 6 Мелиоративные системы и сооружения: СНиП 2.06.03-85.: утв. Госстроем СССР 17.12.85. – М.: ЦИТПГосстроя СССР, 1986. – 199 с.
- 7 Беновицкий, Э. Л. Вывод расчетных зависимостей для коэффициента шероховатости частично заросших русел / Э. Л. Беновицкий // Водные ресурсы. – 1988. – № 1. – С. 68–74.

УДК 631.67

М. Ю. Никитин

ТОО «Гипроводхоз», Караганда, Республика Казахстан

НАПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОРОШЕНИЯ В РЕСПУБЛИКАХ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Изучены современное состояние и специфика орошения в четырех горных республиках Сибирского федерального округа: Бурятии, Алтае, Тыве и Хакасии. Выявлены проблемы и тенденции развития орошения в данных регионах с целью поиска путей устойчивого развития. На примере Республики Алтай изучены проблемы отрасли и предпосылки их возникновения. Рассмотрены особенности функционирования оросительных систем в Кош-Агачском районе Республики Алтай. Предложены основные направления устойчивого развития орошения в горных регионах. Обоснована необходимость системного подхода к развитию орошения и государственной поддержки этой важнейшей для сельского хозяйства отрасли.

Ключевые слова: орошаемые земли, оросительные системы, проблемы орошения, горные республики, устойчивое развитие.

В настоящее время в связи со сложной геополитической обстановкой значительно возрастает роль сельского хозяйства в обеспечении продовольственной безопасности Российской Федерации. И если растениеводческие отрасли в полной мере покрывают потребности страны в производстве зерна, муки, хлебобулочных изделиях и т. д., то животноводческие отрасли пока не способны в полном объеме обеспечить страну мясными и молочными продуктами.

Одной из причин сложившегося положения является отсутствие устойчивой кормовой базы животноводства, в обеспечении которой огромную роль всегда играло развитие мелиорации, и прежде всего орошения.

В силу природно-климатических условий основной специализацией сельского хозяйства горных республик Сибирского федерального округа (СФО) является именно животноводство. Потенциал его развития здесь достаточно велик, но для его реализации необходимы возрождение мелиорации (особенно орошения), которая находится сегодня в весьма плачевном состоянии, и активное внедрение новых ресурсосберегающих технологий орошения и аграрных технологий.

При этом следует учитывать тот факт, что в сложных условиях горных регионов, где устойчивое развитие сельского хозяйства лимитировано многочисленными природными факторами, только при условии развития мелиорации возможно достижение высокой урожайности и продуктивности возделываемых кормовых культур – необходимой базы возрождения животноводческих отраслей. Поэтому проблемы устойчивого развития оросительных мелиораций остаются актуальными и в настоящее время.

Автором проведен анализ литературных, фондовых данных, а также показателей, характеризующих наличие орошаемых земель и оросительных систем, их качественное мелиоративное состояние, выявлены проблемы и тенденции развития орошения в четырех горных республиках СФО (Бурятии, Алтае, Тыве и Хакасии).

Республики расположены большей частью в пределах Алтае-Саянской горной области и отличаются приграничным положением, удаленностью от основных транспортных магистралей и промышленных центров Сибири. Специфические черты заключаются и в четко выраженной вертикальной зональности территории, контрастности и уникальности горных ландшафтов, экстроконтинентальных природно-климатических условиях и сложном этническом составе населения [1].

Большая часть сельхозугодий здесь занята кормовыми угодьями: от 58,5 % в Хакасии до 92,8 % в Тыве. Сельскохозяйственное производство низкопродуктивно и малоэффективно, часто имеет натуральный и полунатуральный характер, ориентировано прежде всего на внутренний региональный рынок [1]. Таким образом, развитие здесь животноводства с помощью возрождения мелиоративной отрасли будет способствовать не только росту производства животноводческой продукции, но и росту доходов и уровня жизни местных жителей.

Анализ данных таблиц 1 и 2 [2] показывает, что доля орошаемых угодий в площади сельхозугодий весьма мала: от 0,9 % в Республике Алтай до 13,6 % в Республике Бурятия. При этом в республиках Бурятия и Алтай орошаются преимущественно кормовые угодья, а в республиках Тыве и Хакасии – пахотные.

Таблица 1 – Наличие орошаемых угодий и распределение их по категориям хозяйств

В тыс. га

Регион	Общая площадь территории	Площадь сельхозугодий, всего	Общая площадь орошаемых угодий	Доля орошаемых угодий в площади сельхозугодий, %	Распределение орошаемых угодий по категориям хозяйств		
					хозяйственные товарищества и общества	крестьянские (фермерские) хозяйства	личные подсобные хозяйства
Республика Бурятия	1783,0	1101,5	149,3	13,6	12,4	9,3	5,8
Республика Алтай	1704,6	766,4	7,2	0,9	0,7	-	-
Республика Тыва	847,3	634,5	21,9	3,5	0,2	0,9	2,2
Республика Хакасия	1029,1	878,1	52,2	5,9	30,5	4,9	0,3

Таблица 2 – Структура орошаемых угодий и их мелиоративное состояние

Регион	Доля пашни в площади орошаемых угодий, %	Доля кормовых угодий в площади орошаемых угодий, %	Состояние всех орошаемых земель, % от общей площади орошения			
			хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное	площади, на которых требуется улучшение земель и состояния мелиоративных систем
Республика Бурятия	26,3	72,9	12,6	74,5	12,9	21,2
Республика Алтай	41,7	44,4	80,5	8,3	11,1	54,2
Республика Тыва	88,1	9,6	5,0	62,5	32,4	62,1
Республика Хакасия	83,9	15,5	74,1	18,8	7,1	77,6

Мелиоративное состояние орошаемых земель представлено в таблице 2. Из данных таблицы видно, что наибольшая доля земель в неудовлетворительном состоянии наблюдается в Республике Тыве, а наиболее значительная площадь орошаемых земель,

требующих улучшения, – в республиках Хакасии и Тыве. Основная доля орошаемых угодий сосредоточена в федеральной или республиканской собственности (таблица 1). Доля крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств незначительна, что обусловлено дороговизной содержания оросительных систем.

Проблемы орошения в каждой из изучаемых республик имеют свою специфику.

В Республике Бурятия функционирует более 80 оросительных систем. Орошение развито в центральных и южных районах республики, в бассейне р. Селенги. Мелиоративный комплекс отличается сложностью: кроме оросительных имеются оросительно-осушительные и осушительные системы, система водохранилищ и др.

Положение с восстановлением орошения сегодня достаточно благоприятное: реально поливается значительная часть используемых орошаемых земель. В основном при орошении возделываются кормовые культуры с помощью поверхностного полива, но планируется широкое внедрение прогрессивной технологии капельного орошения при выращивании овощей и картофеля в связи с тем, что в маловодные годы существует риск дефицита воды в некоторых реках, а также в целях повышения ресурсосбережения.

В Республике Тыве сегодня ведутся работы по восстановлению оросительных систем и расширению площадей орошаемых земель. В настоящее время имеется восемь оросительных систем, из которых только две (Балгазинская и Кызылская) не функционируют в связи с удорожанием электроэнергии. На всех остальных системах поливают практически каждый гектар орошаемых площадей. Единственное исключение – Барлыкская оросительная система, на которой из имеющихся 6,38 тыс. га поливалось только 5,71 тыс. га по причине недостатка воды [3]. Среди орошаемых сельхозкультур – зерновые, овощные и кормовые. Способ орошения – поверхностный полив. В связи с высокой долей орошаемых земель в неудовлетворительном состоянии, осуществляются агрохимические мероприятия с целью повышения плодородия почв, планируется увеличение применения минеральных и органических удобрений.

В Республике Хакасии положение с орошением очень сложное: из имеющихся орошаемых площадей реально поливалось в 2014 г. только 3,806 тыс. га (7,3 %). В первую очередь это связано с неисправностью многих оросительных систем, их неудовлетворительным техническим состоянием. Поливают с помощью поверхностного орошения в основном кормовые культуры; в меньшей степени – зерновые и овощные.

В руководстве Хакасии понимают важность восстановления оросительных систем; для этих целей в республике уже начинают подготовку к реализации федеральной и региональной программ по возрождению мелиорации.

Более детально современные проблемы орошения рассмотрим на примере Республики Алтай, где другие мелиоративные мероприятия практически не проводятся. С 1991 по 2013 г. общая площадь орошаемых сельхозугодий сократилась здесь, по данным ФГБУ «Управление «Мелиоводхоз по Республике Алтай», с 10787 до 6795 га, то есть более чем в 1,5 раза.

Проведенный анализ показывает, что в настоящее время фактически поливаются только сельхозугодья в Кош-Агачском районе, в котором функционируют государственные Чаган-Бургазинская (748 га), Тархатинская (820 га), Елангашская (438 га) и Самахинская (165 га) оросительные системы [3].

При этом следует отметить, что это самое холодное место в Республике Алтай. Средняя температура января – минус 32 °С, абсолютный минимум – минус 62 °С. Зима здесь длится более 7 месяцев, длительность безморозного периода – 60 дней. Последний мороз отмечается 13 июня, а первый регистрируется уже 21 августа [4]. Чуйская степь отличается наиболее суровой погодой с дискомфортными условиями для жизнедеятельности человека, что затрудняет работу на открытом воздухе.

В таких суровых условиях работа оросительных систем обеспечивает возможность укрепления кормовой базы животноводства Республики Алтай и позволяет содержать за счет кормов с орошаемых земель 29,5 тыс. усл. голов скота, что составляет около 10,2 % от общего поголовья скота республики всех форм собственности [3]. Наибольшую урожайность однолетних травосмесей на сено дает машинный полив на Чаган-Бургазинской и Елангашской оросительных системах (54 и 60 ц/га соответственно) [5].

Систематический недостаток финансовых средств на проведение ремонтно-эксплуатационных мероприятий привел к ухудшению технического состояния мелиорированного фонда и разрушению основных фондов республиканской и муниципальной собственности. Орошаемые земли используются недостаточно эффективно в связи с неудовлетворительным состоянием оросительных сетей, отсутствием необходимого количества дождевальной техники. Фактический физический износ мелиоративных систем составляет от 35 до 60 %.

Очевидно, что и в ближайшей перспективе орошение в Республике Алтай будет сосредоточено в первую очередь в Чуйской и Самахинской котловинах, в зоне распространения сухих степей, где без орошения земледелие практически невозможно. В будущем при достаточном государственном финансировании возможно восстановление орошения в Уймонской котловине Усть-Коксинского района, в Курайской степи и на нескольких участках в Онгудайском районе. Создание страхового запаса кормов является стратегической задачей для устойчивого развития отрасли, поскольку развитие животноводства в Чуйской и Самахинской котловинах ограничено недостаточной площадью кормовых угодий и их низкой продуктивностью (не более 300 к. е./га) [6].

Неудовлетворительное экономическое состояние, в котором остается сельское хозяйство республики, отрицательно влияет на использование имеющихся в Кош-Агачском районе сельскохозяйственных угодий, особенно предназначенных для орошения.

Специфика распространенных здесь светло-каштановых почв с легким механическим составом и низким природным плодородием определяется экстремальным сочетанием тепло- и влагообеспеченности, повсеместным наличием длительной сезонной, а на большей части территории многолетней мерзлоты [7].

В настоящее время мелиорация земель осуществляется в основном путем дождевания. Однако, по справедливому замечанию М. И. Яськова [8], необходим комплексный подход при целенаправленном сочетании различных методов мелиорации, когда гидротехнические, физические, химические методы разумно сочетаются с биологическими.

Однако помимо орошения другие виды мелиорации сегодня не применяются.

Более того, практически не вносятся минеральные и органические удобрения, что приводит к снижению плодородия почв и продуктивности поливного гектара до 1,0–1,2 т/га сена однолетних трав, в условиях богары – до 0,2–0,4 т/га [6]. Недостаток кормов обусловил значительное снижение поголовья скота (в 3–5 раз по сравнению с 1990 г.).

Считаем, что в нынешних условиях необходимо сосредоточить все имеющиеся и потенциальные ресурсы для повышения эффективности использования уже существующих орошаемых земель. В свою очередь, это позволит повысить эффективность возделывания кормовых культур, увеличить их урожайность, сохранить плодородие орошаемых почв и экологическое равновесие уязвимых горно-котловинных ландшафтов.

Таким образом, анализ современного состояния развития оросительных мелиораций в горных республиках СФО показывает, что для повышения эффективности мелиоративных мероприятий необходим прежде всего системный подход к их осуществлению.

Для начала необходимы инвентаризация и оценка имеющихся ресурсов для орошения: водных, земельных, технических, экономических – с учетом их качества и количества, а также геоэкологических ограничений. Выявляют климатические, гидрологические, геолого-геоморфологические, почвенные геоэкологические ограничения [9].

При этом под геоэкологическими ограничениями понимаются «требования экологически допустимого использования природно-ресурсного потенциала территории для орошения с целью сохранения устойчивости и стабильности геосистем (ландшафтов), их средо- и ресурсовоспроизводящих функций» [9].

В результате определяются лимиты на объемы возможного изъятия водных ресурсов на орошение, состав и уровень их загрязнения, пределы устойчивости ландшафтов к орошению, предельные уровни залегания грунтовых вод и их минерализация, допустимые площади, занятые ирригационными системами, поливные и оросительные нормы, экологические нормы водопотребности растений [9].

Это необходимо для выявления наиболее подходящих участков для орошения и сохранения экологического равновесия.

Следующим этапом является разработка для каждого участка орошения комплекса необходимых агротехнических мероприятий, направленных на повышение плодородия почв, и внедрение новых прогрессивных технологий полива, направленных на экономию водных ресурсов за счет повышения коэффициента полезного действия мелиоративных систем, использования микроорошения и водосберегающих аграрных технологий.

Для изучаемых регионов учеными предлагается ряд наработок, обеспечивающих повышение эффективности мелиорации [10]:

- развитие многофункциональных систем малообъемного орошения с использованием малогабаритных дождевальных машин, систем импульсного, капельного и внутрипочвенного орошения;
- применение гидроциклической комплексной мелиорации для восстановления деградированных земель;
- внедрение водооборотных оросительных систем, что позволит экономить до 25–30 % водных ресурсов;
- комплексная мелиорация засоленных и осолонцованных земель, включающая планировку поверхности, глубокое мелиоративное рыхление, химическую мелиорацию путем внесения не менее 10 т/га гипса, промывку дождеванием на фоне дренажа, внесение аккордных доз органического вещества и использование специальных севооборотов;
- наиболее эффективными фитомелиоративными способами повышения плодородия орошаемых почв в горных регионах являются посев многолетних трав, применение сидератов, использование системы лесных защитных насаждений из местных древесно-кустарниковых растений.

В горных условиях соблюдение данных требований является важным условием устойчивого развития орошаемого земледелия. Однако все предложенные мероприятия требуют существенных финансовых вложений и без государственной поддержки практически неосуществимы. В последние годы в связи с внешнеполитическими санкциями в Правительстве РФ осознана необходимость возрождения и устойчивого развития российского сельского хозяйства и мелиорации. Предпринимаются определенные шаги для государственной поддержки сельскохозяйственных производителей. В случае реализации всех намеченных программ господдержки на практике мелиорации в горных сибирских республиках будет дан новый импульс к устойчивому развитию.

Таким образом, в настоящее время в горных республиках СФО орошаемые земли занимают явно недостаточные площади для устойчивого развития кормовой базы и

возрождения животноводческих отраслей. Опыт орошения в Республике Алтай показывает, что в условиях Чуйской и Самахинской горных котловин, где еще функционируют оросительные системы, без орошения земледелие невозможно из-за суровых природно-климатических условий. Поэтому устойчивому развитию оросительных мелиораций должно быть уделено самое пристальное внимание. Развитие кормопроизводства для возрождения животноводческой отрасли возможно только при использовании потенциала орошения. Однако в сложных условиях горных регионов орошение может эффективно развиваться только в комплексе с другими видами мелиораций (внесением удобрений, агролесомелиорацией), внедрением агротехнических и водосберегающих технологий. В целях повышения плодородия орошаемых почв очень важным требованием является соблюдение структуры севооборотов, поливного режима, совершенствование ресурсосберегающих технологий, внесение требуемых доз минеральных и органических удобрений. Для реализации всех этих мероприятий необходимы системный подход к оценке всех имеющихся ресурсов, учет геоэкологических ограничений оросительных мелиораций для выявления наиболее перспективных участков орошения и значительная государственная поддержка сельскохозяйственных производителей, проводящих оросительные мелиорации в сочетании с ресурсосберегающими технологиями.

Список использованных источников

1 Орлова, И. В. Факторы и проблемы устойчивого аграрного развития сибирских регионов / И. В. Орлова // Охрана окружающей среды и природопользование. – 2013. – № 4. – С. 41–44.

2 Земельный фонд Российской Федерации (на 01.01.2013). – М.: Росреестр, 2013. – 692 с.

3 Мелиоративные системы и гидротехнические сооружения. Министерство сельского хозяйства РФ. Департамент мелиорации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx-dm.ru/gts/>, 2015.

4 Кош-Агачский район: вчера, сегодня, завтра / С. П. Суразакова, А. В. Варванец, А. А. Кудачинова [и др.]; под ред. Ю. И. Винокурова, А. Ж. Джаткомбаева. – Барнаул: «Инвестпром», 2003. – 21 с.

5 О состоянии дел в орошаемом земледелии Республики Алтай [Электронный ресурс] / ФГБУ «Специализированный центр учета в агропромышленном комплексе». – Режим доступа: http://specagro.ru/news/o_sostoyanii_del_v_oroshaemom/?print, 2015.

6 Пушкарева, Т. И. Природные особенности и состояние орошаемых земель в Республике Алтай / Т. И. Пушкарева, М. А. Кулагин, В. И. Заносова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 7(45). – С. 29–32.

7 Особенности мелиорации опустыненных степей Чуйской котловины / В. В. Киркин, М. И. Яськов, В. В. Таханов, Б. Б. Баяндинова // Геоэкология Алтае-Саянской горной страны. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2006. – Вып. 3. – С. 304–306.

8 Яськов, М. И. Опустынивание Чуйской котловины (Горный Алтай) / М. И. Яськов. – Бийск: НИЦ БиГПИ, 1999. – 195 с.

9 Орлова, И. В. Ирригационно-ресурсный потенциал территории: определение, структура и методы оценки с учетом геоэкологических ограничений / И. В. Орлова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 19–22.

10 Кизяев, Б. М. Мелиорация – основа развития кормовой базы животноводства Восточной Сибири и Забайкалья / Б. М. Кизяев, Л. В. Кирейчева // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 10. – С. 30–33.

УДК 633.15:631.51.021:631.8:631.67

Н. П. Малярчук, Д. И. Котельников

Институт орошаемого земледелия Национальной академии аграрных наук Украины,
Херсон, Украина

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И ВОДНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ И УДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

Целью исследований являлось изучение влияния различных способов и глубины основной обработки почвы и доз азотных удобрений на плотность сложения почвы, водопотребление и урожайность зерна кукурузы. Заложено пять вариантов основной обработки почвы: вспашка на глубину 28–30 см, чизельная обработка на глубину 12–14 см, вспашка на глубину 20–22 см с одним щелеванием на глубину 38–40 см за ротацию севооборота и вспашка на глубину 28–30 см на фоне мелкой поверхностной обработки (фактор А). Фактор В включает дозы азотных удобрений N_{120} , N_{150} , N_{180} . По результатам экспериментальных исследований установлено, что наиболее благоприятные показатели плотности сложения слоя почвы 0–40 см получены в варианте вспашки под кукурузу на 20–22 см со щелеванием под предшественник на 38–40 см. В начале вегетации плотность сложения в этом варианте составляла $1,31 \text{ т/м}^3$, а к уборке урожая она выросла до $1,32 \text{ т/м}^3$ при $HCP_{05} 0,01$. Наиболее уплотненной почва оказалась при чизельной обработке на 12–14 см на фоне безотвальной одноглубинной, в данном случае показатели в начале вегетации составляли $1,33 \text{ т/м}^3$, а в конце вегетации выросли до $1,36 \text{ т/м}^3$. В среднем за 2012–2014 гг. максимальные показатели суммарного водопотребления ($5455 \text{ м}^3/\text{га}$) наблюдались при использовании вспашки на 28–30 см в системе отвальной разноглубинной обработки. Уменьшение глубины обработки до 20–22 см привело к снижению исследуемого показателя на $94 \text{ м}^3/\text{га}$ при минимальном коэффициенте водопотребления ($428 \text{ м}^3/\text{т}$). В то же время использование чизельной обработки на 12–14 см привело к наименьшим показателям водопотребления ($5210 \text{ м}^3/\text{га}$) при максимальных показателях коэффициента в опыте ($543 \text{ м}^3/\text{т}$). Максимальная урожайность зерна кукурузы ($12,91 \text{ т/га}$) получена в варианте со вспашкой на 20–22 см в системе дифференцированной обработки с одним щелеванием за ротацию севооборота на глубину 38–40 см. Повышение дозы азотных удобрений до N_{150} дало прибавку урожая зерна кукурузы $1,12 \text{ т/га}$, а увеличение дозы до N_{180} обеспечило прибавку $2,09 \text{ т/га}$, или 8 %.

Ключевые слова: обработка почвы, удобрения, плотность сложения, водопотребление, кукуруза.

Введение. В условиях нарастающего дефицита водных и энергетических ресурсов встает вопрос рационального использования поливной воды, удобрений, горюче-смазочных материалов и других агресурсов. Это возможно только благодаря научно обоснованному подходу к технологии выращивания культуры и совершенствованию отдельных ее элементов [1]. На мировом рынке кукурузы долевое участие Украины становится все более весомым. В последние годы наша страна закрепились в пятерке крупнейших мировых производителей этой культуры и каждый год площади посева под кукурузой растут, а спрос на зерно не уменьшается, поэтому очень важно на сегодняшнем этапе обеспечить повышение уровня урожайности [2]. Целью исследований было установление влияния различных способов и глубины основной обработки почвы и доз азотных удобрений на плотность сложения почвы, водопотребление и урожайность зерна кукурузы.

Материал и методы. Кукуруза высевалась в севообороте после сои. Заложено пять вариантов основной обработки почвы (фактор А):

- вспашка на глубину 28–30 см в системе длительного применения разноглубинной отвальной обработки почвы в севообороте (контроль);
- чизельная обработка на 28–30 см в системе длительного применения разноглубинной безотвальной обработки;
- чизельная обработка на глубину 12–14 см в системе мелкой одноглубинной безотвальной обработки почвы;
- вспашка на 20–22 см в системе дифференцированной обработки с одним щелеванием за ротацию севооборота (дифференцированная-1);
- вспашка на 28–30 см в системе дифференцированной обработки на фоне мелкой и поверхностной обработки под предшественники кукурузы (дифференцированная-2).

На фоне пяти обработок заложено три дозы азотных удобрений (фактор В): N₁₂₀; N₁₅₀; N₁₈₀. В опыте высевался гибрид СОВ-329 СВ нормой 80 тыс. шт./га. Технология выращивания была общепринятой для условий орошения юга Украины, кроме исследуемых факторов. В результате исследований было установлено влияние способов основной обработки почвы на фоне различных доз азотных удобрений на плотность сложения почвы, водопотребление и урожайность зерна кукурузы в условиях юга Украины при орошении.

Плотность сложения почвы определялась в шурфах методом А. А. Качинского, водопотребление – по С. М. Алпатьеву [3, 4]. Урожайность кукурузы устанавливалась методом пробных площадок по Б. А. Доспехову [5].

Результаты и обсуждение. Результаты исследований показали, что в среднем за 2012–2014 гг. наименьшие показатели плотности сложения почвы были в верхнем слое 0–10 см. Они находились в пределах 1,27–1,30 т/м³ в начале вегетации и 1,29–1,31 т/м³ в конце. Наиболее уплотненным оказался слой почвы 30–40 см, где показатели плотности сложения находились в пределах 1,34–1,36 т/м³ в начале и 1,36–1,39 т/м³ в конце вегетации, что характеризует почву как сильно уплотненную.

По результатам экспериментальных исследований также установлено, что наиболее благоприятные показатели плотности сложения слоя почвы 0–40 см получены в варианте вспашки под кукурузу на 20–22 см со щелеванием под предшественник на 38–40 см. В начале вегетации плотность сложения в этом варианте составляла 1,31 т/м³, а к уборке урожая она выросла до 1,32 т/м³ при НСР₀₅ 0,01. Наиболее уплотненной почва оказалась при чизельной обработке на 12–14 см на фоне безотвальной одноглубинной, в данном случае показатели в начале вегетации составляли 1,33 т/м³, а в конце вегетации выросли до 1,36 т/м³ (таблица 1).

Таблица 1 – Плотность сложения темно-каштановой почвы при различных способах основной обработки почвы в среднем за 2012–2014 гг.

№ варианта	Система основной обработки почвы	Способ и глубина обработки, см	Слой почвы, см				
			0–10	10–20	20–30	30–40	0–40
1	2	3	4	5	6	7	8
Начало вегетации							
1	Отвальная разноглубинная	28–30 (в)	1,27	1,29	1,32	1,34	1,31
2	Безотвальная разноглубинная	28–30 (ч)	1,28	1,31	1,33	1,36	1,32
3	Безотвальная одноглубинная	12–14 (ч)	1,30	1,32	1,34	1,36	1,33
4	Дифференцированная-1	20–22 (в)	1,27	1,30	1,32	1,33	1,31
5	Дифференцированная-2	28–30 (в)	1,28	1,30	1,34	1,34	1,31
НСР ₀₅ , г/см ³							0,01

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Конец вегетации							
1	Отвальная разноглубинная	28–30 (в)	1,29	1,31	1,34	1,36	1,32
2	Безотвальная разноглубинная	28–30 (ч)	1,29	1,34	1,35	1,37	1,34
3	Безотвальная одноглубинная	12–14 (ч)	1,31	1,36	1,38	1,39	1,36
4	Дифференцированная-1	20–22 (в)	1,28	1,31	1,34	1,36	1,32
5	Дифференцированная-2	28–30 (в)	1,30	1,33	1,35	1,36	1,33
НСР ₀₅ , т/м ³							0,02
Примечание – в – вспашка, ч – чизельная обработка.							

В среднем за 2012–2014 гг. максимальные показатели суммарного водопотребления (5455 м³/га) наблюдались при использовании вспашки на глубину 28–30 см в системе отвальной разноглубинной обработки. Уменьшение глубины обработки до 20–22 см на фоне дифференцированной-1 привело к снижению исследуемого показателя на 94 м³/га при минимальном коэффициенте водопотребления (428 м³/т). В то же время использование чизельной обработки на 12–14 см привело к наименьшим показателям водопотребления (5210 м³/га) при максимальных показателях коэффициента в опыте (543 м³/т).

Результаты оценки урожайности зерна кукурузы представлены в таблице 2. Они показали, что замена вспашки на глубину 28–30 см чизельной обработкой с такой же глубиной рыхления дала снижение урожайности на 0,40 т/га, а уменьшение ее до 12–14 см в системе безотвальной разноглубинной и мелкой одноглубинной обработки почвы в севообороте способствовало снижению урожая на 2,26 т/га, или на 17,8 %.

Таблица 2 – Урожайность кукурузы при различных способах и глубине основной обработки почвы и разных дозах минеральных удобрений (в среднем за 2012–2014 гг.)

№ варианта	Система основной обработки почвы	Способ и глубина обработки, см	Доза минеральных удобрений			Среднее по фактору А
			N ₁₂₀	N ₁₅₀	N ₁₈₀	
1	Отвальная разноглубинная	28–30 (в)	11,55	12,78	13,76	12,70
2	Безотвальная разноглубинная	28–30 (ч)	11,30	12,23	13,37	12,30
3	Безотвальная одноглубинная	12–14 (ч)	9,57	10,43	11,31	10,44
4	Дифференциальная-1	20–22 (в)	11,61	13,01	14,10	12,91
5	Дифференциальная-2	28–30 (в)	11,75	12,94	13,73	12,81
Среднее по фактору В			11,16	12,28	13,25	
НСР ₀₅ , т/га:		А	0,30			
		В	0,72			

Положительно повлияло на данный показатель применение вспашки на глубину 20–22 см в системе дифференцированной обработки почвы в севообороте с одним щелеванием на глубину 38–40 см за ротацию, в этих условиях урожайность в среднем по фактору А была максимальной и составила 12,91 т/га.

Повышение дозы азотных удобрений до N₁₅₀ в среднем по фактору В дало прибавку урожая зерна кукурузы 1,12 т/га, или 9 %, по сравнению с N₁₂₀, а повышение до N₁₈₀ – соответственно 2,09 т/га, или 8 %.

Выводы

1 По результатам экспериментальных исследований установлено, что наиболее

благоприятные показатели плотности сложения слоя почвы 0–40 см получены в варианте вспашки под кукурузу на глубину 20–22 см со щелеванием под предшественник на глубину 38–40 см. В начале вегетации плотность сложения в этом варианте составляла $1,31 \text{ т/м}^3$, а к уборке урожая она выросла до $1,32 \text{ т/м}^3$ при НСР₀₅ 0,01. Наиболее уплотненной почва оказалась при чизельной обработке на 12–14 см на фоне безотвальной одноглубинной, при этом показатели в начале вегетации составляли $1,33 \text{ т/м}^3$, а в конце вегетации выросли до $1,36 \text{ т/м}^3$.

2 Максимальные показатели суммарного водопотребления ($5455 \text{ м}^3/\text{га}$) наблюдались при использовании вспашки на глубину 28–30 см в системе отвальной разноглубинной обработки. Уменьшение глубины обработки до 20–22 см на фоне дифференцированной-1 привело к снижению исследуемого показателя на $94 \text{ м}^3/\text{га}$ при минимальном коэффициенте водопотребления ($428 \text{ м}^3/\text{т}$). В то же время использование чизельной обработки на 12–14 см привело к наименьшим показателям водопотребления ($5210 \text{ м}^3/\text{га}$) при максимальных показателях коэффициента в опыте ($543 \text{ м}^3/\text{т}$).

3 Максимальная урожайность зерна кукурузы ($12,91 \text{ т/га}$) получена в варианте со вспашкой на глубину 20–22 см в системе дифференцированной обработки с одним щелеванием за ротацию севооборота на глубину 38–40 см.

4 Повышение дозы азотных удобрений до N_{150} дало прибавку урожая зерна кукурузы $1,12 \text{ т/га}$, а увеличение дозы до N_{180} обеспечило прибавку $2,09 \text{ т/га}$, или 8 %.

Список использованных источников

1 Глушко, Т. В. Влияние орошения и минеральных удобрений на урожайность гибридов кукурузы в условиях южной Степи Украины / Т. В. Глушко // Орошаемое земледелие: сб. науч. тр. – Херсон: Айлант, 2012. – Вып. 57. – С. 116–118.

2 Левицкий, Я. Рынок кукурузы: состояние и перспективы 2013 [Электронный ресурс] / Я. Левицкий. – Режим доступа: <http://proagro.com.ua/conferences>, 2013.

3 Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 415 с.

4 Алпатьев, С. М. Методика расчета режимов орошения сельскохозяйственных культур на основе биоклиматического метода для Европейской части СССР с применением ЭВМ / С. М. Алпатьев, В. П. Остапчук. – Киев: УкрНИГМИ, 1973. – 9 с.

5 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1968. – 336 с.

УДК 626.823:532.57.001.2

А. А. Чураев, М. В. Вайнберг

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА, РАБОТАЮЩЕГО ПО МЕТОДУ «УКЛОН – ПЛОЩАДЬ» НА ОТКРЫТОМ КАНАЛЕ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Целью работы являлось исследование измерительного комплекса, работающего по методу «уклон – площадь», и сравнение его с основным методом измерения расхода воды на открытых каналах оросительных систем – «скорость – площадь». Для получения опытных данных были произведены замеры гидравлических элементов и рассчитаны уклон и расход воды с помощью трапецеидального водослива с тонкой стенкой и по методам «скорость – площадь» и «уклон – площадь». За эталонный расход воды принимался расход, определяемый с помощью трапецеидального водослива с тонкой стенкой. Значения расходов воды, которые были определены исследуемым измери-

тельным комплексом, работающим по методу «уклон – площадь», сравнивались со значениями, полученными с помощью трапецидального водослива с тонкой стенкой и метода «скорость – площадь». По результатам полевых исследований измерительного комплекса на участке с облицованным дном и откосами канала, максимальная относительная погрешность измерения расхода воды по методу «уклон – площадь» по сравнению с водосливом составила $\delta Q_{max} = 2,6 \%$ против погрешности $\delta Q_{max} = 4,8 \%$, полученной при использовании метода «скорость – площадь».

Ключевые слова: «уклон – площадь», «скорость – площадь», трапецидальный водослив, расход воды, измерительный комплекс, оросительная сеть, канал.

Для организации водоучета выбор методов и средств измерения регламентируется требованиями к точности и достоверности результата измерения, а также возможностями его осуществления. Создание измерительных комплексов на основе серийно выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью контроллеров, датчиков и приборов водоучета и водоизмерения на гидромелиоративных объектах оросительных систем экономически выгодно, а с технической точки зрения наиболее целесообразно в случаях организации автоматизированного водоучета.

Для проведения исследований был выбран облицованный открытый канал Р-3 на ПК 243 + 80, расположенный на границе Республики Калмыкии и Волгоградской области. Гидрометрическое сооружение предназначено для измерения уровня и расхода воды (пункт водоучета). Створ открытого типа, дно и откосы канала в облицовке. Движение воды в створе может быть как установившимся, так и неустановившимся плавно изменяющимся, равномерным и неравномерным в плане и по вертикали.

На канале Р-3 был выбран измерительный участок длиной $L = 100$ м (рисунок 1), имеющий продольный уклон дна $i = 0,00007$, строительную высоту $H_{стр} = 2,2$ м, ширину по дну $b = 18,0$ м, ширину по верху $B = 26,8$ м, коэффициент заложения откосов $m = 2,0$. Максимальная пропускная способность канала в гидрометрическом створе составляет $20 \text{ м}^3/\text{с}$.



Рисунок 1 – Общий вид измерительного участка на канале Р-3

Для получения опытных данных были произведены замеры гидравлических элементов и рассчитаны уклон и расход воды с помощью трапецидального водослива с тонкой стенкой и по методам «скорость – площадь» и «уклон – площадь». За эталонный расход воды принимался расход, определяемый с помощью трапецидального водослива с тонкой стенкой [1–4].

Нами были проведены измерения уровней и расхода воды по методу «уклон – площадь» с помощью измерительного комплекса в составе контроллера SMART

с подключенными к нему двумя датчиками уровня типа Honeywell, один из которых установлен в нижнем гидрометрическом створе, а другой в верхнем створе. Измерительный комплекс предназначен для учета воды на открытых оросительных каналах (на водовыделах, распределительных узлах со свободным либо затопленным режимом истечения) с совмещением функций удаленного или автоматического регулирования водораспределения.

Комплекс базируется на контроллере SMART, исполняющем роль промышленного компьютера. Собирается по принципу модульности в зависимости от поставленной пользователем задачи.

SMART поступает к потребителю с предустановленной операционной системой OS-9 и целевой системой ISaGRAF. Написание и ввод технологических программ пользователя в контроллер производится с помощью пакета ISaGRAF-DEV, установленного на персональный компьютер с операционной системой WIN 95/98/NT.

Для пользователя операционная система контроллера (OS-9) полностью «прозрачна», то есть специалист работает в привычной для нас обстановке Windows со стандартными (IEC 1131-3) языками программирования контроллеров, написанными для специалиста-технолога. По окончании написания и отладки программы на PC (с полной имитацией работы контроллера) промежуточные коды перегружаются на контроллер. После этого также возможна трассировка и пошаговая отладка программы контроллера прямо на объекте в режиме просмотра на подключенном к контроллеру персональном компьютере с пакетом ISaGRAF.

Комплектация измерительного комплекса приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Комплектация измерительного комплекса

Наименование	Назначение	Параметр	Количество
Базовый контроллер Smart I/O	Управление измерительным комплексом		1
Периферийный модуль SM-ADC1	Преобразование сигналов датчиков уровня	От 4 до 20 мА	1
Периферийный модуль SM-DOUT1	Управление охранной сигнализацией	24 В 300 мА	1
Реле типа РЭС 34		24 В	1
Датчик уровня Honeywell	Контроль уровня воды в каналах	Питание датчика от 10 до 30 В	2
Модем TBMOD Fastwel	Согласование сигналов объектов связи		2

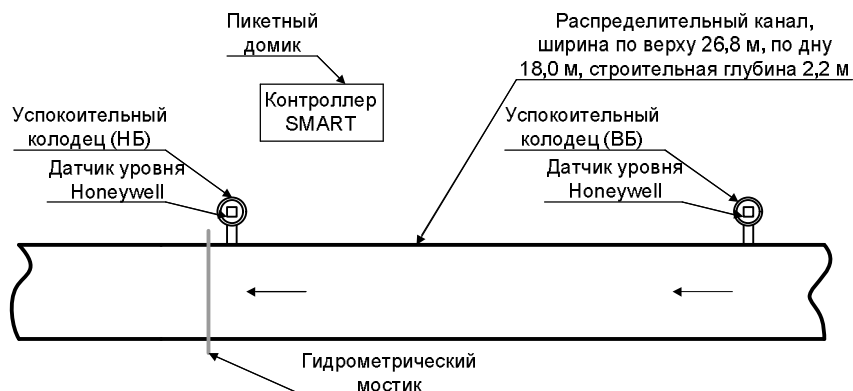
План расположения измерительного комплекса для определения перепада уровней и расхода воды по методу «уклон – площадь» приведен на рисунке 2.

В качестве пульта оператора возможно использование персонального компьютера, подключенного к измерительному комплексу по двухпроводной выделенной линии.

Основными задачами полевых исследований являлись следующие:

- испытать измерительный комплекс на сохранение работоспособности и получение достоверных данных;
- определить основную относительную погрешность определения расхода воды предлагаемым измерительным комплексом;
- произвести сравнение с основным способом измерения расхода воды на открытых каналах методом «скорость – площадь».

Опыты сводились к пропуску различных расходов воды с помощью гидротехнического сооружения (рисунок 3).



Основные технические данные: канал имеет бетонную облицовку; максимальный расход воды $20 \text{ м}^3/\text{с}$; заложение откосов 2,0; максимальное наполнение 2,0 м; максимальную скорость потока до 5 м/с; максимальный гидравлический радиус 1,83 м

Рисунок 2 – План расположения измерительного комплекса для определения расхода воды по методу «уклон – площадь»



Рисунок 3 – Регулирующее гидротехническое сооружение на канале Р-3

Проводились измерения перепада свободной поверхности воды Δh , а также глубины живого потока в верхнем и нижнем гидрометрических створах. Расчеты проводились на компьютере с использованием программы Microsoft Excel.

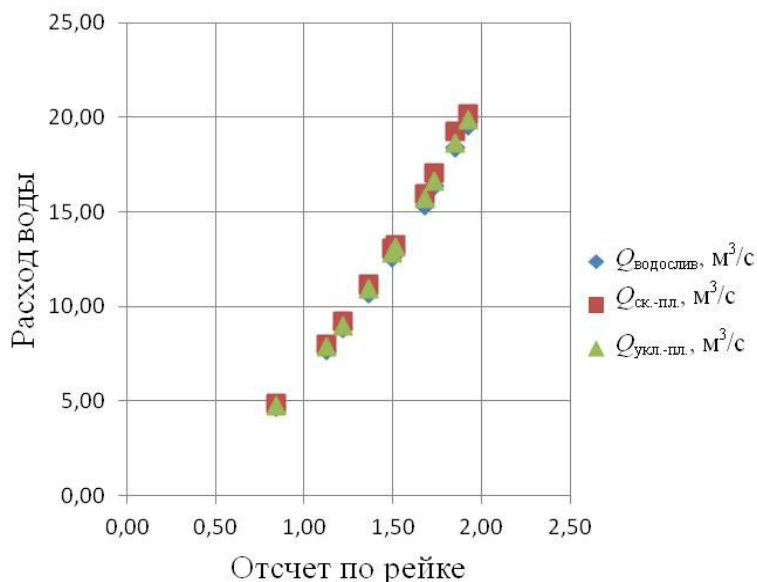
Значения расходов воды, которые были определены исследуемым измерительным комплексом, работающим по методу «уклон – площадь», сравнивались со значениями, полученными с помощью трапецеидального водослива с тонкой стенкой и метода «скорость – площадь». В таблице 2 и на рисунке 4 приведены результаты сравнительного анализа.

Таблица 2 – Расчет гидравлических элементов по данным опыта

Δh , м	h_1 , м	h_2 , м	$Q_{\text{водослив}}$, $\text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{ск.-пл.}}$, $\text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{укл.-пл.}}$, $\text{м}^3/\text{с}$	$\delta Q_{\text{ск.-пл.}}$, %	$\delta Q_{\text{укл.-пл.}}$, %
1	2	3	4	5	6	7	8
0,007	1,678	1,671	15,32	15,95	15,68	4,1	2,3
0,008	1,854	1,846	18,38	19,23	18,66	4,6	1,5
0,006	1,495	1,489	12,57	13,06	12,83	3,9	2,0
0,005	1,128	1,123	7,67	8,01	7,88	4,3	2,6
0,004	0,841	0,837	4,69	4,86	4,75	3,5	1,1
0,005	1,514	1,509	12,91	13,25	13,11	2,7	1,6

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
0,006	1,923	1,917	19,54	20,20	19,89	3,4	1,8
0,008	1,736	1,728	16,39	17,02	16,64	3,8	1,5
0,006	1,217	1,211	8,82	9,23	8,98	4,7	1,7
0,007	1,362	1,355	10,67	11,19	10,91	4,8	2,2



$Q_{\text{водослив}}$ – значения расхода воды, измеренные водосливом;
 $Q_{\text{ск.-пл.}}$ – значения расхода воды, измеренные по методу «скорость – площадь»;
 $Q_{\text{укл.-пл.}}$ – значения расхода воды, измеренные по методу «уклон – площадь»

Рисунок 4 – Расходная характеристика канала Р-3

По результатам полевых исследований измерительного комплекса на участке с облицованным дном и откосами канала, максимальная относительная погрешность измерения расхода воды по методу «уклон – площадь» по сравнению с водосливом составила $\delta Q_{\text{max}} = 2,6 \%$ против погрешности $\delta Q_{\text{max}} = 4,8 \%$, полученной при использовании метода «скорость – площадь».

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

- применение на открытых каналах современных датчиков измерения уровня воды позволяет повысить точность и достоверность измерений;
- измерительный комплекс позволяет повысить точность и достоверность вычисления расхода воды, а также отслеживать в режиме реального времени значение уровней воды в створах, перепад уровней между створами;
- способ измерения расхода воды и перепада уровней по методу «уклон – площадь», выполняемый измерительным комплексом, позволяет значительно уменьшить погрешность измерения уклона свободной поверхности, что в свою очередь позволяет сократить расстояние между гидрометрическими створами с 1000 до 60 м. Сокращение расстояния между створами снижает затраты на эксплуатацию и обслуживание гидрометрического поста;
- метод «уклон – площадь», по сравнению с методом «скорость – площадь», обеспечивает универсальность измерения, заключающуюся в возможности определения расхода воды при наличии подпорно-переменного режима, при интенсивных русловых деформациях, при резко выраженном неустановившемся течении в русле.

Список использованных источников

1 МИ 2406-97 ГСИ. Расход жидкости в открытых каналах систем водоснабжения и канализации. Методика выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков. – М.: ВНИИР, 1997. – 42 с.

2 МИ 1759-87. Расход воды на реках и каналах. Методика выполнения измерений методом «скорость – площадь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://hydraulics.at.ua/load/mi_1759_87_raskhod_vody_na_rekakh_i_kah_alakt_metodika_vypolnenija_izmerenij_metodom_skorostploshad, 2012.

3 Натальчук, М. Ф. Эксплуатация гидромелиоративных систем / М. Ф. Натальчук, В. И. Ольгаренко, В. А. Сурин. – М.: Колос, 1995. – 320 с.

4 Ольгаренко, В. И. Эксплуатация гидромелиоративных систем: учеб. пособие / В. И. Ольгаренко. – В 2 ч. – Ч. 2. – Новочеркасск: МСХ СССР; НИМИ, 1977. – 89 с.

УДК 621.67:626.83

Ш. Р. Рустамов, Н. Р. Насырова

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА
В ВОДОПОДВОДЯЩИХ СООРУЖЕНИЯХ ИРРИГАЦИОННЫХ
НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ**

Целью исследований является выявление гидродинамических закономерностей при ускорении потока и переходе из спокойного состояния в критическое в зависимости от глубины и скорости потока и разработка теории возможного применения этого эффекта для сооружений подвода воды и всасывающих труб насосных станций. Особенностью сельского хозяйства является широкое развитие машинного орошения. Опыт эксплуатации насосных станций на крупных машинных каналах показывает, что в их работе имеется ряд существенных недостатков, обусловленных несовершенством проектных решений основных элементов: водоприемников, сороудерживающих сооружений, всасывающих труб и др. Особенно остро они проявляются в южных районах Узбекистана, где поверхностные источники несут большое количество наносов и плавника, наблюдаются резкие перепады температур воздуха и воды. К 2015 г. мощность основного насосно-энергетического оборудования, отработавшего парковый (заводской) ресурс, составила по крупным насосным станциям более 50 % установленной мощности. Определение «лимитирующих» элементов и внедрение новых эффектов в изменившихся условиях эксплуатации насосных станций является чрезвычайно актуальной задачей в начале XXI века.

Ключевые слова: насосные станции, насосные агрегаты, водоприемник, всасывающая труба, водоподводящие сооружения.

В связи с истощением запасов ископаемого топлива остро стоит вопрос об эффективном использовании энергоресурсов. В Узбекистане уделяется пристальное внимание этим вопросам и осуществляется поддержка со стороны правительства, что подкреплено указами и постановлениями Президента Республики Узбекистан. Большое внимание уделяется повышению качества и надежности эксплуатации насосов, что позволяет экономить энергетические ресурсы и снижать затраты на орошение сельхозкультур.

Весь комплекс мероприятий по эксплуатации насосных станций (НС), связанный с гидравлическими, механическими и электрическими процессами, должен обеспечить улучшение энергетических показателей насосов, т. е. сохранить высокое значе-

ние их КПД. Опыт эксплуатации НС показал, что многие из них осуществляют подачу воды, которая значительно ниже проектной. Главными причинами этого являются неудовлетворительный гидравлический режим водоподводящих гидротехнических сооружений и износ элементов проточной части насосов. Техничко-экономические последствия износа насосов проявляются сложным образом. Во-первых, ухудшаются энергетические показатели насоса и увеличивается связанный с этим расход электроэнергии. Во-вторых, необходимо периодическое проведение ремонтных работ по устранению последствий износа. В-третьих, снижается урожайность сельхозкультур из-за уменьшения водоподдачи насосов и несоблюдения режима орошения.

Авторами для обеспечения гидравлически благоприятного режима работы насосов предложены новые конструкции водоприемника, всасывающих труб (ВТ), установки сороудерживающей решетки во ВТ, которые резко улучшают условия эксплуатации основных гидротехнических элементов, сопрягающихся с насосным агрегатом (НА). Использование новых конструкций насосно-силового оборудования и разработка новых энергосберегающих режимов эксплуатации предусматривают совершенствование режима водоподводящих сооружений НС, что дает значительную экономию [1, 2].

Вертикальные насосы широко применяются в ирригационных системах, на НС 1-го подъема систем водоснабжения, а также в качестве циркуляционных на тепловых и атомных электростанциях.

Зарубежные машиностроительные фирмы имеют большой опыт создания высокопроизводительных вертикальных насосов. Так, НС гидроузла Грэнд-Кули (США) оборудована 12 насосами типа В производства фирмы «Байрон Джексон» мощностью по 49 МВт, обеспечивающими подачу $46 \text{ м}^3/\text{с}$ при напоре 92 м. Диаметр рабочего колеса 4,25 м, частота вращения 200 об/мин.

Крупные НС оснащаются насосами большой быстроходности, в связи с чем к подводным устройствам блоков НС предъявляются требования по обеспечению равномерности потока, поступающего к лопастной системе насоса. В настоящее время для насосов с диаметром рабочего колеса (D_1) до 1 м рекомендуется применять в качестве подводного устройства НС трубу прямоугольного типа, а для крупных насосов – подвод колеччатого типа [1]. Однако высокие значения подачи и напора, равно как и большие габаритные размеры основного оборудования, вызывают усложнение конструкций сооружений (рисунок 1).

Однако конструкции сооружений подвода воды и ВТ запроектированы по традиционным компоновкам, не учитывающим особенности гидравлических условий работы водоподводящего комплекса.

Применение колеччатых ВТ с крупными насосами приводит к значительным габаритам подземной части блока НС. Как показали наши исследования, колеччатая ВТ подводит поток к рабочему колесу насоса с большой неравномерностью осевых скоростей [2].

Для уменьшения неравномерности потока перед рабочим колесом и сокращения габаритов подземной части блока НС предложено осуществить подвод воды к колесу подводным устройством со спиральной камерой с углом охвата $\gamma = 90^\circ$. Схема проточной части предложенного подводного устройства и основные обозначения приведены на рисунке 2.

Длина сопрягающего конфузора $l = 1,5D_1$. Всасывающий конфузор высотой $h_2 = 0,75D_1$ на входе с радиусом $r_1 = 0,25D_1$ обеспечивает минимум потерь энергии и равномерность потока на входе в лопастную систему рабочего колеса насоса. Применение цилиндрического обтекателя с втулочным отношением, равным 0,36, и $R = 0,5D_1$ улучшает равномерность потока перед рабочим колесом. Относительно малое значение $h_0/D_1 = 0,55$ предопределяет малую общую высоту подводного устройства блока НС.

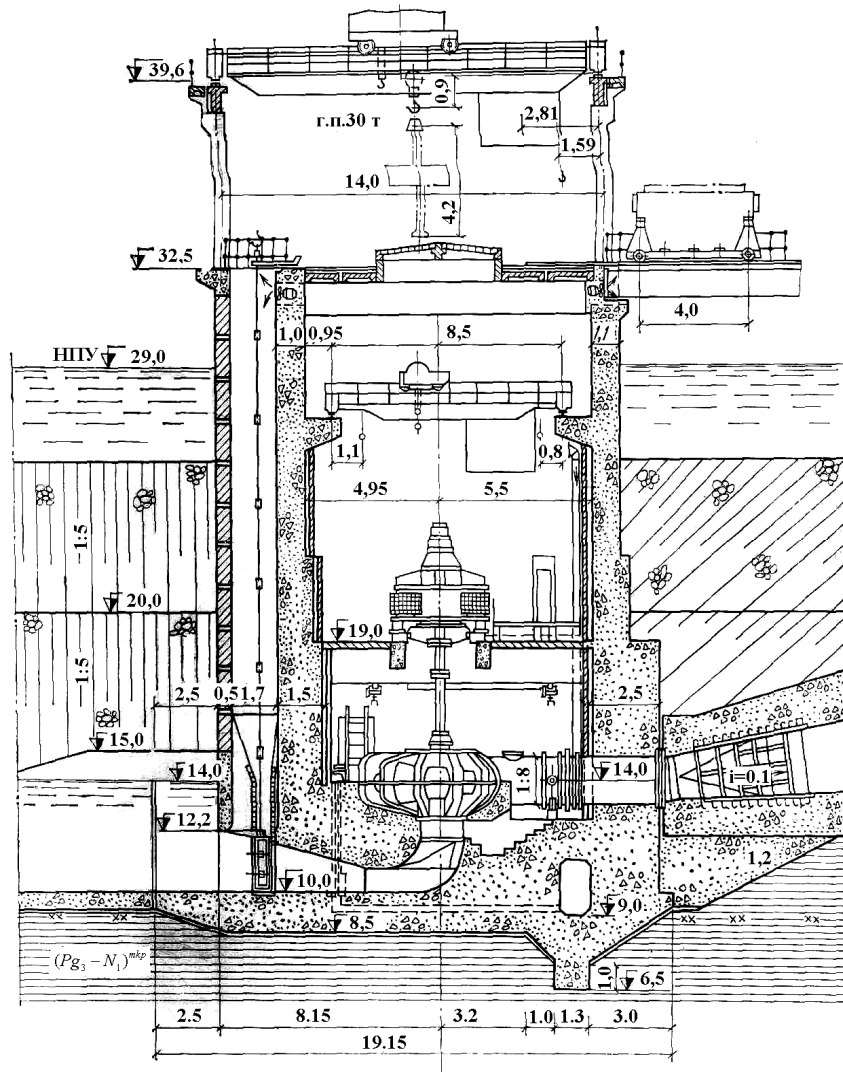
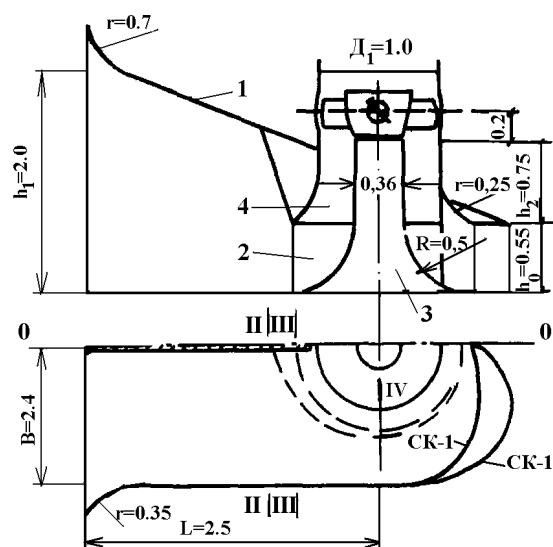


Рисунок 1 – Насосная станция оросительной системы



1 – сопрягающий конфузор; 2 – спиральная камера;
 3 – цилиндрический обтекатель; 4 – всасывающий конфузор

Рисунок 2 – Схема проточной части подводщего устройства

Теоретическому исследованию структуры потока и потери энергии в спиральных камерах гидротурбин посвящены работы О. Гловацкого, Ш. Шарипова [2], J. Rughunathan, J. Kar [3]. Однако из-за принятых допущений результаты этих работ не могут быть использованы при определении скоростей в спиральных камерах подводящего устройства блока НС.

Исследования моделей подводящих устройств проведены в блоке НС на стендах лаборатории кафедры использования водной энергии ТИИМ и лаборатории НС и Э НИИИВП.

При разработке мероприятий, облегчающих условия эксплуатации и повышающих устойчивость работы крупных НС, использовались следующие методы:

- при исследовании состояния вопроса – метод аналитического обобщения известных материалов лабораторных и натуральных исследований;

- при теоретическом обосновании выбора мероприятий – аналитические методы, основанные на теориях основного уравнения лопастного насоса, кинематики движения жидкости в подводящем к насосу тракте НС, допустимой высоты всасывания, местных гидравлических сопротивлений;

- при экспериментальных исследованиях использовался метод, основанный на теории гидродинамического подобия потоков, и планирования научного эксперимента.

Подводящее устройство использовалось с двумя спиральными камерами: СК-1 – спиральная камера, рассчитанная по методу убывающих скоростей, и СК-2 – спиральная камера, рассчитанная по методу средних скоростей.

Для соблюдения условий автомодельности работы модели и природы гидравлические исследования проводились при числах $Re = 4 + 4,5 \cdot 10^5$, определенных в выходном сечении подводящего устройства.

Изменение скоростей перед рабочим колесом выполнялось в шести створах, расположенных на окружности диаметром 250 мм. Мерные сечения в камерах подводящего устройства блока НС показаны на рисунке 2. В каждой исследуемой точке определена величина абсолютной скорости V , ее составляющие: расходная V_z , окружная V_u , радиальная V_r , статическое давление P/γ .

Относительная погрешность изменения абсолютной скорости не превышала 1,0 %. Исходя из равномерности потока и угла охвата спиральной камеры $\gamma = 90^\circ$, исследования структуры потока проводились в одной половине камеры подводящего устройства.

В результате зондирования потока в выходном сечении подводящего устройства блока НС установлено, что СК-2 обеспечивает более равномерное распределение осевой скорости. Коэффициент радиальной неравномерности осевых скоростей b_v при СК-2 равен 6 %, а для СК-1 $b_v = 8$ %. Следует отметить, что отсутствие раздельного бычка в камере подводящего устройства приводит к ухудшению структуры потока перед колесом насоса.

Замена спиральной камеры СК-1 спиральной камерой СК-2 позволила уменьшить коэффициент сопротивления подводящего устройства блока НС с 0,12 до 0,06.

Рекомендации по выбору рациональных конструкций и режимов работы центробежных насосов с минимальным износом позволяют производить технико-экономическое сравнение вариантов на стадии проектирования НС.

Методика выбора эксплуатационных режимов работы насосов, основанных на поддержании средних по сечениям скоростей, позволяет более эффективно использовать агрегаты эксплуатируемых НС.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- обзор работ, посвященных совершенствованию режимов эксплуатации НС

с вертикальными центробежными насосами, показал, что разработанные математические модели описывают отдельные процессы, происходящие в водоподводящих сооружениях НС, и большинство из них непригодны для разработки наиболее выгодных режимов эксплуатации ирригационных НС, до конца не решена проблема неустановившегося движения воды в проточной части всасывающих труб НА;

- из исследованных в данной работе камер лучшей является спиральная камера СК-2, в которой отсутствует зона отрицательных радиальных скоростей. Геометрические размеры спиральной части камеры в исследованных пределах не оказывают значительного влияния на распределение скоростей в ее входном сечении. Замена СК-1 спиральной камерой СК-2 обеспечила равномерный подвод потока к колесу насоса и уменьшила потери энергии в подводящем устройстве.

Список использованных источников

1 Мамажанов, М. Оптимизация эксплуатационных режимов водоподводящих и водоотводящих сооружений крупных насосных станций / М. Мамажанов, О. Я. Гловацкий // Проблемы науки и образования в современных условиях: тр. VI междунар. науч.-практ. конф. – Шымкент, 2009. – С. 280–283.

2 Гловацкий, О. Я. Гидравлические исследования изогнутой всасывающей трубы крупной насосной станции / О. Я. Гловацкий, Ш. Шарипов // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2010. – № 1–2. – С. 65–68.

3 Rughunathan, J. Evaluation of angle to be subtended by the spiral of semipiral cosings / J. Rughunathan, J. Kar // Pap. Amer. Mech. Eng. – 1999. – № WA/FE. – P. 110–118.

УДК 626.83

Р. Р. Эргашев, Ф. А. Бекчанов

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

Н. Р. Насырова

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАСОСОВ

Целью исследований является проведение комплексной диагностики и разработка диагностических систем насосных агрегатов вертикального типа. В статье рассматриваются методы технической диагностики крупных вертикальных насосных агрегатов для обеспечения надежности при их эксплуатации, дается оценка качественных и количественных изменений параметров их режимов работы при износе и предлагается диагностическая система для контроля этих параметров.

Ключевые слова: насосные станции, безопасная эксплуатация, диагностический признак спектра вибрации, насосные агрегаты.

Повышение эффективности орошаемого земледелия во многом зависит от уменьшения эксплуатационных издержек на орошение. В Узбекистане до 50 % площадей орошаемого земледелия являются площадями с машинным водоподъемом. Для обеспечения надежности при эксплуатации насосных станций (НС) авторами рассматриваются методы обслуживания и технической диагностики насосных агрегатов (НА). Разработка новых энергосберегающих режимов эксплуатации НС-1 Каршинского магистрального канала (КМК) предусматривает совершенствование режима работы НС, что дает значительную экономию благодаря устранению перерасхода электроэнергии из-за неблагоприятных режимов работы НС [1, 2].

В рамках контроля состояния НА проводится измерение вибрации на невращающихся частях насоса.

шающихся частях в качестве нормируемого параметра общего уровня вибрации и установление среднеквадратичного значения виброперемещения в рабочей полосе частот 2–1000 Гц при стационарной работе насоса.

С точки зрения вибрационной прочности в агрегатах наиболее опасны колебания периодического характера, которые являются следствием механических, электромагнитных и гидравлических процессов с явно выраженными дискретными составляющими. Подобные опасные колебания в основном являются сильными диагностическими сигналами (то есть хорошо выделяются на фоне вибрационных помех).

В насосе вибрации гидравлической природы проявляются на лопастной частоте, пропорциональной количеству лопастей рабочего колеса (РК). Для нового насоса 300ВО-37/26Ц их 6-лопастная частота равна:

$$f_{л} = 6 \times f_0 = 25,0 \text{ Гц}.$$

Насос ОПВ11-260 имеет четыре лопасти, и лопастная частота равна:

$$f_{л} = 4 \times f_0 = 16,67 \text{ Гц}.$$

Выправляющий аппарат на выходе из РК возбуждает колебания с частотой, пропорциональной количеству собственных лопастей:

$$f_{л} = f_0 \times 12 = 50 \text{ Гц}.$$

Причины вибрационной активности вертикального НА по происхождению подразделяются на механические, гидравлические и электрические [2].

Причиной неоднородности потока является несимметричное обтекание вращающихся лопастей при образовании водоворотных зон [1]. Неоднородность потока приводит к появлению на камере РК вибрации на лопастной частоте $f_{л}$ и ее высших гармониках.

Для изношенных сферических камер и РК при отсутствии технологических возможностей токарной обработки преобладает комбинация указанных выше причин.

На вертикальных агрегатах, в которых электромагнитные и гидродинамические радиальные силы в идеале уравновешены, зазоры в подшипниках скольжения возрастают в случаях, когда имеются другие дефекты, например дисбаланс или расцентровка валов. Эти дефекты возбуждают вибрацию, которая должна привести к обкатыванию вала по окружности подшипника. То есть имеется внешняя сила, которая в определенные фазы вращения будет прижимать вал к вкладышу подшипника или хотя бы на какую-то долю времени разгружать подшипник, вызывая нарушения «масляного клина». Скорость износа подшипников зависит от величины дополнительного дефекта и увеличивается в присутствии абразива в смазке.

Контроль же за такими диагностическими параметрами, как величина зазора в направляющих подшипниках насоса, общий уровень вибрации, сопротивление изоляции обмоток, переходные сопротивления электрических контактов (особенно лобовых соединений) и чистота технической воды, не осуществляется, что зачастую ведет к авариям и отказам.

В настоящее время проводятся работы по созданию диагностических систем для контроля подобных диагностических параметров. В практике эксплуатации насосов ОП10-260 (являющихся головными образцами крупнейших насосов) таких прецедентов не было, поэтому задача создания диагностической системы была разделена на первую и вторую очереди аналогично [3].

Первая очередь предусматривает контроль в процессе эксплуатации ограниченного числа диагностических параметров, изменения которых по статистике вызвали наибольшее число отказов. Остальные диагностические параметры тоже влияют на технический ресурс и срок службы агрегатов. Их контроль предусмотрен второй очередью системы диагностики.

Кроме того, вторая очередь системы технической диагностики предусматривает автоматическое отключение агрегата при недопустимых отклонениях диагностируемого параметра, в то время как первая очередь системы предусматривает в тех же случаях лишь выдачу предупредительного сигнала на пульт управления.

С целью предупреждения аварий агрегатов, связанных с чрезмерным износом подшипников, обеспечения работы подшипников до наступления предельного состояния необходим контроль износа вкладышей подшипников.

Техническое состояние НА обычно определялось путем периодического или дискретного контроля размеров его подвижных сопряжений и рабочего органа (диаметров трущихся пар, размеров лопастей и их геометрии).

На камере РК второго нового насоса (НА № 3) зарегистрирована максимальная среди насосов обоих типов амплитуда вибрации ($17,9 \text{ м/с}^2$) на частоте 989,8 Гц в вертикальном направлении, которая может быть связана с повышенной механической вибрацией РК на низких частотах (рисунок 1).

Подобная картина наблюдалась при обследовании НС-1 в 2012 г., когда на НА № 4 при размахе перемещения на оборотной и лопастной частоте в 32–42 мкм значение пикового виброускорения составило $22,1 \text{ м/с}^2$.

На камере РК насосов основным источником повышенной вибрации являются гидродинамический дисбаланс и неоднородность потока в РК. Природа этих двух дефектов одна – неравномерный зазор между лопастями и камерой, различия по шагу и углу между лопастями, по длине и толщине или их эксплуатационный неравномерный износ, а вибрационное проявление различное.

Рост вибрации на лопастной частоте и ее высших гармониках указывает на неравномерность поля скоростей и давлений в потоке между лопастями РК.

Гидродинамический дисбаланс, как несимметричность сил, действующих на лопасти колес, приводит к росту вибрации на оборотной частоте и первых трех гармониках в зависимости от формы нарушения симметрии.

Так как все лопасти уже заварены, исправить влияние некоторой неравномерности углов наклона лопастей на гидродинамическую неуравновешенность колес и потока в них не представляется возможным.

Гидравлический дисбаланс присутствует и на двух из трех новых насосов 300ВО-37/26Ц, где и лопасти новые и камеры цилиндрические.

На НА № 1 максимальный размах превышает 32–41 мкм, и там же, на НА № 6, размах поднимается до 42–53 мкм, что свидетельствует о неблагоприятных режимах подвода воды к крайним НА.

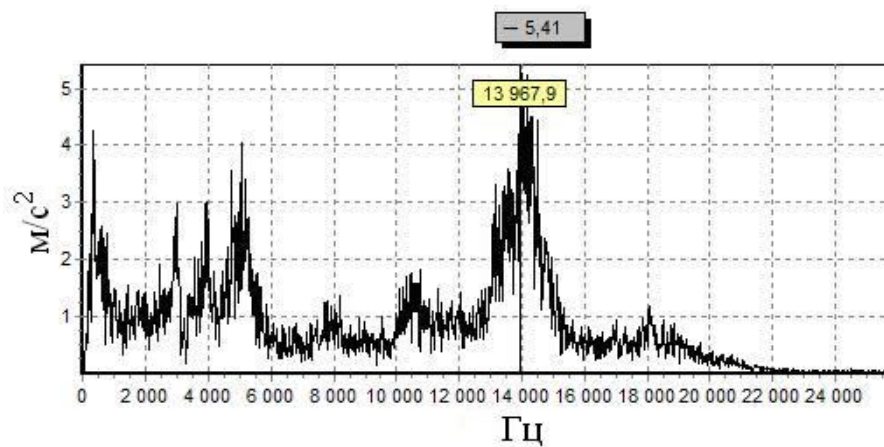
Основные выводы:

- износ отдельных элементов основного гидромеханического оборудования НС приводит к ухудшению режима работы насосов, снижению их КПД и значительным потерям. Применительно к насосам ирригационных НС причиной увеличения вибрации может быть неправильное расположение агрегата по отношению к уровню воды нижнего бьефа, связанное с особенностями их эксплуатации;

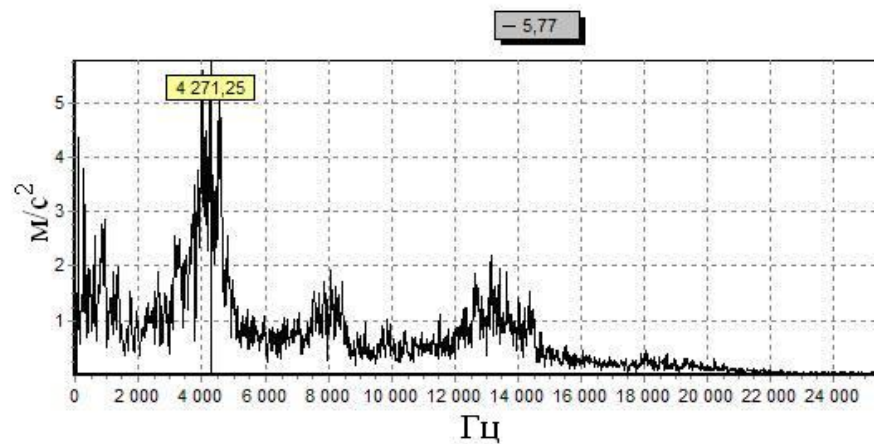
- предложена методика учета гидроабразивного износа лопастей и элементов РК осевого насосов, учитывающая гидродинамические параметры насоса, свойства изнашиваемого материала и характеристики взвесенесущего потока;

- установлены режимы работы насосов с минимальной интенсивностью износа их деталей. Рациональными с точки зрения снижения гидроабразивного износа деталей осевого насоса являются режимы с подачей $Q \geq Q_{\text{опт}}$.

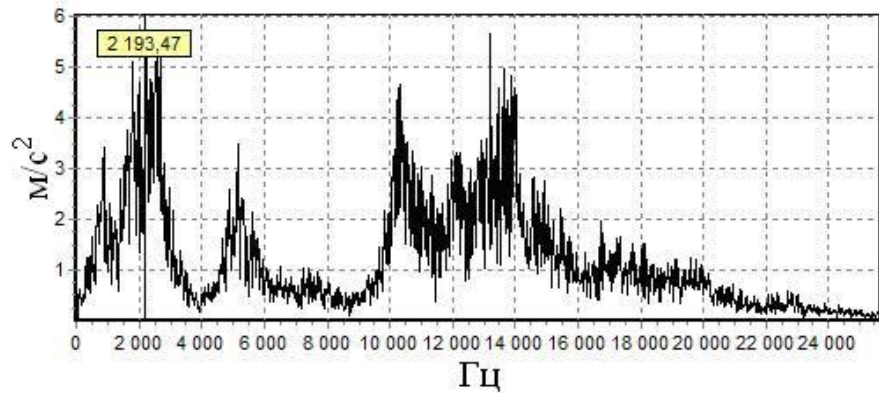
НА № 1



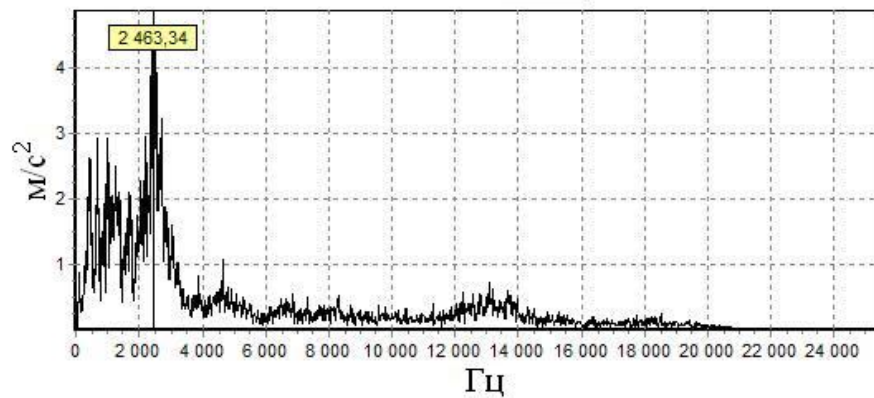
НА № 2



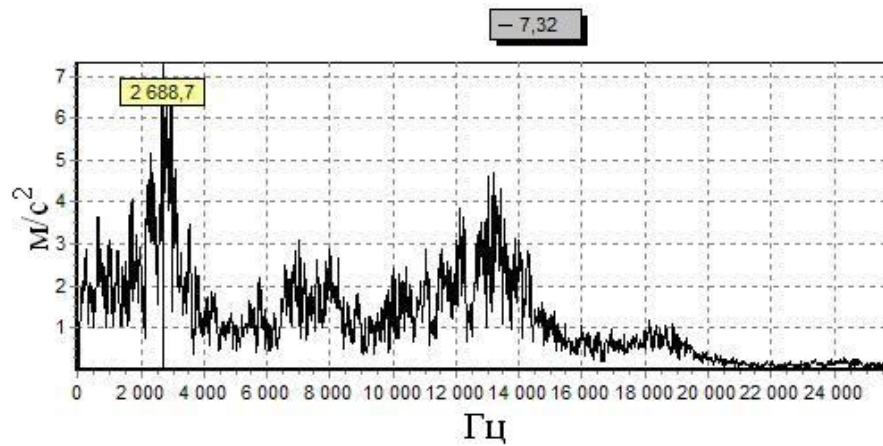
- 6,02



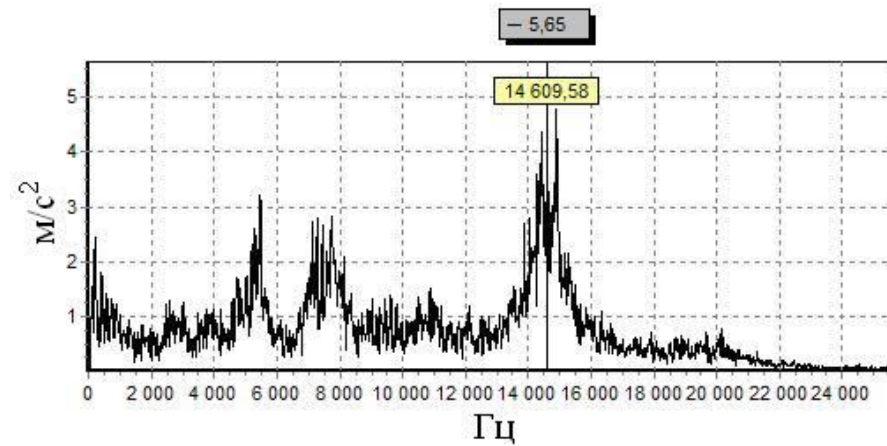
- 4,87



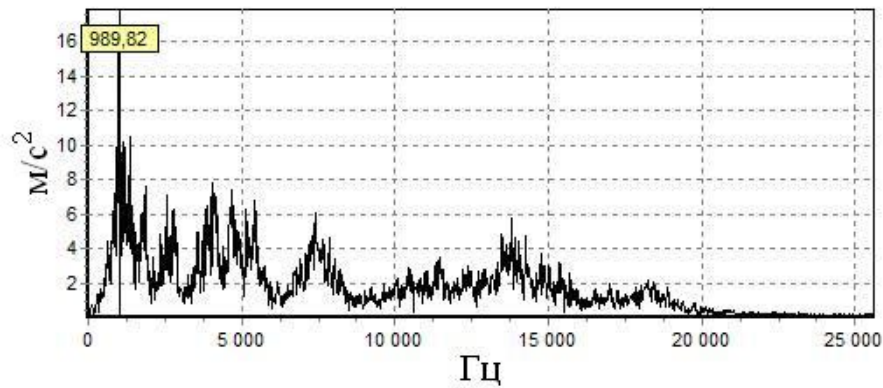
НА № 3



НА № 6



- 17,9



- 4,26

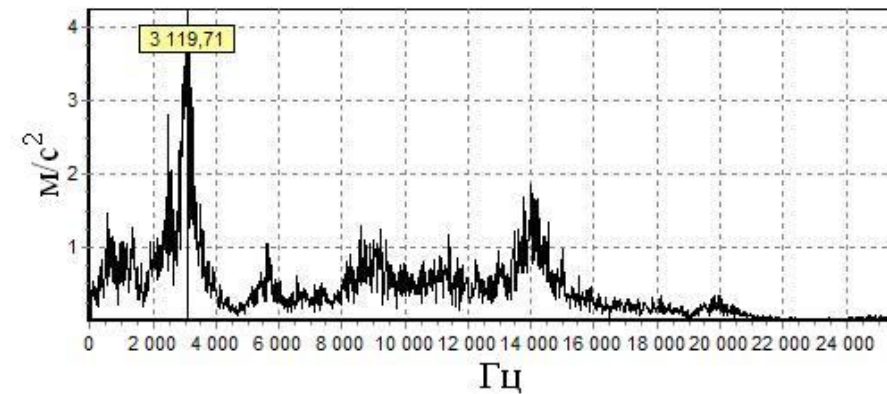


Рисунок 1 – Спектр амплитуды виброускорения на камере РК насосов НС-1

Список использованных источников

1 Динамика изменения характеристик основного оборудования систем машинного водоподъема / О. Я. Гловацкий, Р. Р. Эргашев, Ф. А. Бекчанов, Х. Х. Холматов // Актуальные проблемы водного хозяйства и мелиорации орошаемых земель: материалы Республиканской науч.-практ. конф. – 2011. – С. 138–141.

2 Glovatsky, O. Ya. Reliability assessment and measures for resources-saving on water lifting engine systems in the republic of Uzbekistan / O. Ya. Glovatsky, R. R. Ergashev // Perspectives of Innovations, Economics and Business: Journal. – Prague, 2010. – Vol. 4, Issue 1. – P. 111–113.

3 Гловацкий, О. Я. Повышение надежности эксплуатации и водосбережения ирригационных насосных станций / О. Я. Гловацкий, Р. Р. Эргашев, Ш. Р. Рустамов // Водные ресурсы и водопользование. – Астана, 2015. – № 3. – С. 37–40.

УДК 634.11:581.43:631.445.41

А. Н. Рыжаков, В. Н. Шкура

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ФОРМИРОВАНИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ЯБЛОНЕВЫХ РАСТЕНИЙ НА ЧЕРНОЗЕМАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье рассматриваются результаты аналитических и полевых исследований корневых систем яблонь сорта Айдаред. Цель исследования – выявить основные количественные показатели и их значения, соответствующие условиям формирования корневых систем яблоневых растений на черноземах Ростовской области. В результате проведенных аналитических и опытных исследований было установлено, что рассматриваемые почвенные условия характеризуют следующие показатели и коэффициенты: показатель, характеризующий почвенные и другие природно-климатические условия произрастания растений яблони, – 1,57; коэффициент, характеризующий мощность и плодородность почвенного слоя, – 1,05; коэффициент, характеризующий влияние типа и гранулометрических показателей на заглубленность основной части корней, – 1,1. Сравнение расчетных и опытных значений удаленности основной части корневой системы исследованных яблонь позволяет сделать заключение о приемлемости математических зависимостей (относительная погрешность не превышает $\delta = 12\%$) и показателей, характеризующих почвенные условия Ростовской области.

Ключевые слова: почвенные условия, подвой, привой, корневая система, удаленность корней, штамп растения.

В результате аналитических исследований данных о корневых системах, приведенных в исследовании авторов в соавторстве с Д. Л. Обумаховым (2014) [1], был получен ряд зависимостей для расчета значений геометрических параметров корневых систем яблоневых растений, являющихся биотехническим обоснованием для проектирования и эксплуатации систем (сетей) капельного или инъекционно-капельного орошения яблоневого растения [2]. При этом особое (определяющее) значение имел вопрос выбора расчетных численных значений, соответствующих почвенным условиям. Анализ известных данных и обобщений по удаленности корней яблони от ее штамба позволил выделить приведенные ниже основные количественные показатели, характеризующие вышеуказанные факторы влияния на параметры корней:

- обобщенный показатель $\Pi_{\text{пр/у}}$, характеризующий почвенные и другие природ-

но-климатические условия произрастания растений яблони (параметр природно-климатических условий территории культивирования);

- экспериментально установленные коэффициенты: коэффициент $K_{п/у,1}$, характеризующий мощность и плодородность почвенного слоя, и коэффициент $K_{п/у,2}$, характеризующий влияние типа и гранулометрических показателей на заглубленность основной части корней.

Чтобы определить степень приемлемости предложенных расчетных показателей, были сопоставлены результаты расчета значений удаленности зон основной концентрации (основной части – «основной массы») корней от штамба растения по математическим зависимостям с опытными данными. Для этого были исследованы две яблони сорта Айдаред, произрастающие на бывших землях Персиановской опытно-мелиоративной станции Новочеркасского инженерно-мелиоративного института. Общий вид рассматриваемых растений приведен на рисунке 1.



а)



б)

а – яблоня № 1; б – яблоня № 2

Рисунок 1 – Общий вид яблонь сорта Айдаред

Исходными данными для расчета была следующая информация (таблица 1):

- данные, полученные в результате почвенного исследования, включающие сведения о типе почвы, мощности почвенного слоя, физико-химических показателях почвогрунта (плотности, пористости, влажности), сведения об уровнях стояния грунтовых вод;

- справочные данные, включающие характеристику природно-климатического района произрастания;

- сведения о сорте яблони и привое, виде подвоя, высоте дерева, диаметре кроны, возрасте растения и возрасте вступления яблони в начальное и полное плодоношение [3].

Таблица 1 – Исходные данные для расчетов

Показатель	Значение	
	Яблоня № 1	Яблоня № 2
1	2	3
Возраст растения t , годы	22	18
Возраст вступления растения в период плодоношения $t_{пл}$, годы	5	5
Возраст вступления растения в период полного плодоношения $t_{п/п}$, годы	7	7

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Высота древесного растения H , м	5,4	4,5
Диаметр кроны $D_{кр}$, м	4,1	4,5
Коэффициент, характеризующий рослость прививаемого сорта яблони $K_{пр}$	1,1	1,0
Коэффициент рослости подвоя $K_{под}$	1,1	1,0
Коэффициент, характеризующий мощность и плодородность почвенного слоя $K_{п/у,1}$	1,05	1,05
Коэффициент, характеризующий влияние типа и гранулометрических показателей на заглубленность основной части корней $K_{п/у,2}$	1,1	1,1
Коэффициент климатических условий (позволяющий учитывать климатические условия роста растений) $K_{у/у}$	1,1	1,1
Параметр природных условий зоны произрастания яблоневого растения (по опытным данным И. М. Ващенко и О. Е. Ясониди) $P_{пр/у}$	Ростовская область, 1,57	Ростовская область, 1,57

Результаты расчета геометрических параметров корневых систем по методике, предложенной в исследовании авторов в соавторстве с Д. Л. Обумаховым (2014) [1], представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета геометрических параметров корневых систем

В м

Показатель	Значение		
	Яблоня № 1	Яблоня № 2	
Заглубленность основной части корней $h_{к,о/ч}$	1,10	0,88	
Радиус корневой системы растения $R_{к1}$	4,87	4,47	
Радиус корневой системы растения $R_{к2}$	2,51	2,93	
Осредненное значение радиуса корневой системы (удаленность горизонтальных корней от штамба) $R_{к}$	3,69	3,70	
Средний радиус корневой системы (средняя удаленность корней от штамба растения) $R_{к,ср}$	2,80	2,75	
Радиус зоны расположения основной части корневой системы (удаленности основной части корней от штамба растения) (по измерителю) $R_{к,о/ч}$	по количеству $N_{к}$	2,41	2,28
	по протяженности $L_{к}$	2,24	2,12
	по массе $M_{к}$	1,67	1,58

Опытные исследования корневых систем яблонь проводились по методике В. А. Колесникова посредством раскопок прилегающего к растению почвогрунтового пространства по методу «скелета». Последующая обработка опытных данных о протяженности, количестве и массе корней (о корневой системе) яблони в пределах выделенных секторов осуществлялась с учетом $R_{к,ср}$ по методике, предложенной В. Н. Шкурой, Д. Л. Обумаховым, Е. Н. Луновой (2013) [4].

Раскопки корневой системы яблони № 1 (рисунок 2) проводили осенью 2013 г. по 1/2 части площади круга (сектор 180°). Схема корневой системы этого растения по 180-градусному раскопчному сектору приведена на рисунке 3.



Рисунок 2 – Корневая система 22-летней яблони сорта Айдаред (сектор 180°)
(по А. Н. Рыжакову и Д. Л. Обумахову)

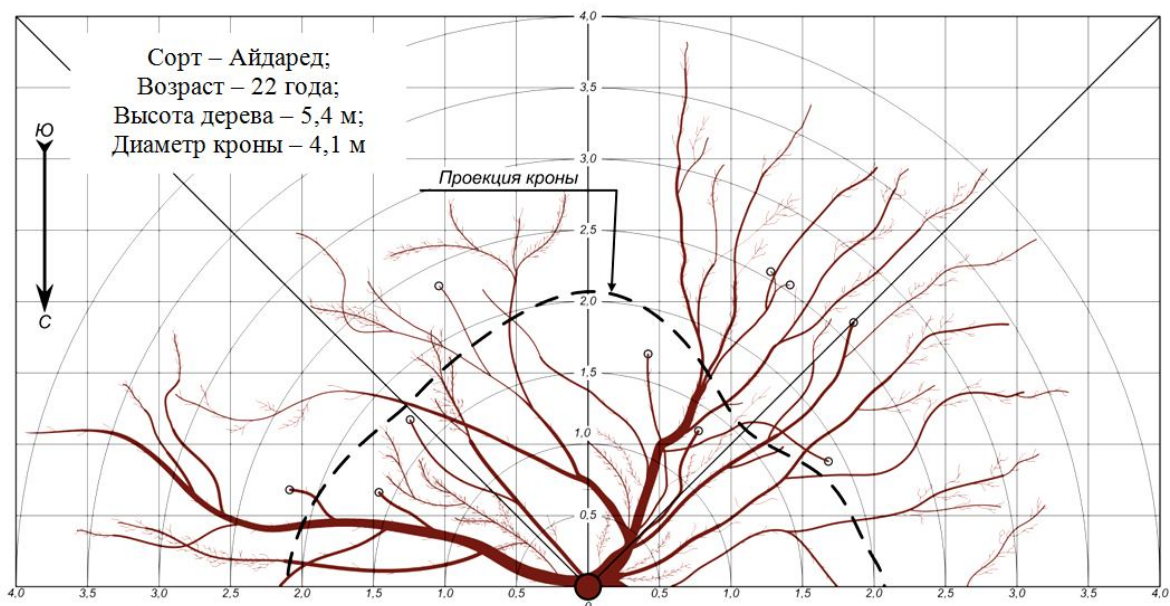


Рисунок 3 – Схема расположения корневой системы яблони № 1
(по данным раскопок А. Н. Рыжакова и Д. Л. Обумахова)

По методике, предложенной А. Н. Рыжаковым, Е. Н. Луновой (2014) [5], было получено значение среднего радиуса корневой системы $R_{к,ср} = 3,0$ м, что составляет 73,17 % от максимальной удаленности корневой системы (4,1 м).

По результатам измерений и учета протяженности, количества и веса корней (по секторам и зонам) по мере их удаленности от штамба строились графические зависимости вида $(N_{к,l})\% = f(R_{к,ср})$, $(L_{к,l})\% = f(R_{к,ср})$ и $(M_{к,l})\% = f(R_{к,ср})$, которые позволяют установить удаленность границы зоны расположения основной части корней корневой системы яблони по разным видам измерителей (критериальных показателей). Таким образом, удаленность границы зоны, содержащей основную массу корней растения, от его штамба в процентном отношении к значению среднего радиуса корневой системы $R_{к,ср}$ составляет: по количеству корней (по измерителю N_k) – 73,8 %; по протяжен-

ности корней (по измерителю L_k) – 71 % от удаленности корневой системы растения от штамба и по массе корней (по измерителю M_k) – 53,3 % от удаленности корней от штамба растения.

В соответствии с вышеприведенными данными получаем опытные значения удаленности основной части корневой системы от штамба яблони:

- по измерителю $N_k - R_{k,о/ч} = 0,738 \cdot 3,0 = 2,21$ м;

- по измерителю $L_k - R_{k,о/ч} = 0,71 \cdot 3,0 = 2,13$ м;

- по измерителю $M_k - R_{k,о/ч} = 0,533 \cdot 3,0 = 1,59$ м.

Раскопки корневой системы яблони № 2 (рисунок 4) проводились весной 2014 г. по всей площади круга. Схема корневой системы этого растения приведена на рисунке 5.



Рисунок 4 – Корневая система 18-летней яблони сорта Айдаред (по данным раскопок А. Н. Рыжакова)

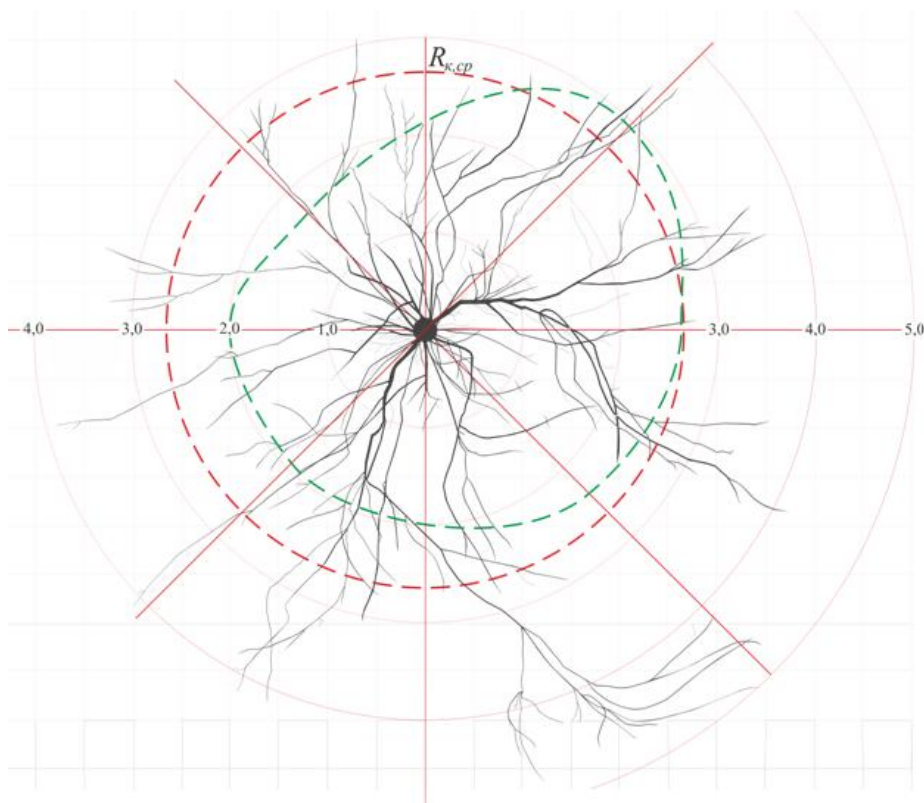


Рисунок 5 – Схема расположения корневой системы яблони № 2 (по данным раскопок А. Н. Рыжакова)

Также по методике, предложенной А. Н. Рыжаковым, Е. Н. Луновой (2014) [5], была определена средняя удаленность корней от штамба растения $R_{к,ср} = 2,66$ м, что составляет 52,88 % от максимальной удаленности корневой системы (5,03 м). Соответственно, удаленность границы зоны, содержащей основную массу корней растения, от его штамба в процентном отношении к значению среднего радиуса корневой системы $R_{к,ср}$ составляет: по количеству (по измерителю N_k) – 83,2 % от $R_{к,ср}$, по протяженности корней (по L_k) – 89,8 % от $R_{к,ср}$, по количеству срезов корней (по $N_{к,срез.}$) – 64,3 % от $R_{к,ср}$, по весу корней (по M_k) – 60,5 % от $R_{к,ср}$.

В соответствии с вышеприведенными данными получаем опытные значения удаленности основной части корневой системы от штамба яблони:

- по измерителю $N_k - (R_{к,о/ч})_{N_k} = 0,832 \cdot 2,66 = 2,21$ м;

- по измерителю $L_k - (R_{к,о/ч})_{L_k} = 0,898 \cdot 2,66 = 2,38$ м;

- по измерителю $M_k - (R_{к,о/ч})_{M_k} = 0,605 \cdot 2,66 = 1,61$ м.

Результаты сопоставления опытных и расчетных данных приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Опытные и расчетные значения параметров корневых систем

В м

Показатель	Показатель параметров корневой системы				
	Средний радиус корневой системы $R_{к,ср}$	Радиус зоны расположения основной части корневой системы (по измерителю) $R_{к,о/ч}$			Заглубленность основной части корней $h_{к,о/ч}$
		по количеству N_k	по протяженности L_k	по массе M_k	
Яблоня № 1					
Расчетные	2,8	2,41	2,24	1,67	1,1
Опытные	3,0	2,21	2,13	1,59	1,2
Отклонение от расчетного	0,2	0,20	0,11	0,08	0,1
Отклонение, %	7	8	5	5	9
Яблоня № 2					
Расчетные	2,75	2,28	2,12	1,58	0,88
Опытные	2,66	2,21	2,38	1,61	0,80
Отклонение от расчетного	0,09	0,07	0,26	0,03	0,18
Отклонение, %	3	3	12	-2	9

Вывод. Сравнение расчетных и опытных значений удаленности основной части корневой системы исследованных яблонь позволяет сделать заключение о приемлемости математических зависимостей (относительная погрешность не превышает $\delta = 12$ %) и показателей, характеризующих почвенные условия Ростовской области. В процессе дальнейших исследований полученные в настоящей работе показатели могут уточняться с учетом региональных природно-климатических и почвенных условий, принятой технологии внесения удобрений, орошения и формирования кроны.

Список использованных источников

- 1 Шкура, В. Н. Капельное орошение яблони: моногр. / В. Н. Шкура, Д. Л. Обухов, А. Н. Рыжаков; под ред. В. Н. Шкуры. – Новочеркасск: «Лик», 2014. – 310 с.
- 2 Обухов, Д. Л. Конструктивное решение мобильного внутрпочвенного

увлажнителя для инъекционно-капельного орошения древесных растений [Электронный ресурс] / Д. Л. Обумахов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – № 4(16). – 19 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=292&id=303>.

3 Лунева, Е. Н. Анализ и синтез данных полевых исследований сложных биологических систем (на примере корневой системы яблони): учеб. пособие / Е. Н. Лунева, Д. Л. Обумахов, В. Н. Шкура; под ред. В. Н. Шкуры; Новочерк. гос. мелиор. акад. – Новочеркасск, 2013. – 117 с.

4 Шкура, В. Н. Геометрия корневых систем яблони: моногр. / В. Н. Шкура, Д. Л. Обумахов, Е. Н. Лунева; под ред. В. Н. Шкуры. – Новочеркасск: «Лик», 2013. – 124 с.

5 Рыжаков, А. Н. Метод расчета среднего радиуса корневой системы плодового дерева для обоснования схемы расположения системы капельного и подкоронового орошения [Электронный ресурс] / А. Н. Рыжаков, Е. Н. Лунева // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – № 2(14). – 12 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=252&id=257>.

УДК 626.82.004:681.3

В. М. Школьная, М. В. Вайнберг, В. Э. Завалюев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ОРОСИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОДОУЧЕТА И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Приведены некоторые особенности оросительных систем как объектов автоматизации технологических процессов, условия, выполнение которых необходимо для осуществления полной автоматизации таких систем. Описаны два различных подхода к осуществлению автоматизированного управления технологическими процессами на оросительных системах, общие черты оросительных систем как объектов автоматизации технологических процессов.

Ключевые слова: оросительная система, автоматизация, водоучет, водораспределение, водопользование, централизованное и децентрализованное автоматическое управление.

К основным функциям оросительной системы относят забор воды из источника орошения, ее транспортирование и распределение между потребителями в соответствии с планами полива и поливными нормами. От качества выполнения данных функций зависит не только эффективность работы оросительной системы в целом, но и эффективность орошения и орошаемого земледелия на системе.

Для выполнения функций транспортирования воды и ее распределения между потребителями должна существовать четкая организация водораспределения на оросительной системе, включающая согласованную работу всех гидротехнических сооружений системы при наличии большого количества технологических, ресурсных и прочих ограничений.

Наиболее оптимальным решением данной задачи является автоматизация процесса управления оросительной системой, которая в свою очередь не может быть представлена без современных приборов, оборудования и средств вычислительной техники.

Автоматизация управления оросительными системами помогает решить следующие вопросы:

- обеспечение сельскохозяйственных культур водой в соответствии с их потребностью (планом водопользования), что способствует повышению урожайности, предотвращению подъема уровня грунтовых вод и вторичного засоления почв;
- экономия воды и возможность орошения дополнительных площадей, что особенно актуально при ограниченных водных ресурсах в засушливых районах;
- сокращение времени на выполнение технологических операций и повышение производительности труда обслуживающего персонала.

Вопросам совершенствования и оптимизации водораспределения на оросительных системах посвятили свои исследования известные ученые, такие как Я. В. Бочкарев, М. З. Ганкин, Ю. Г. Иваненко, А. Л. Ильмер, О. П. Кисаров, П. И. Коваленко, В. И. Коржов, Э. Э. Маковский, М. Ф. Натальчук, Е. Е. Овчаров, В. И. Ольгаренко, В. Н. Щедрин [1–9] и другие. Их научные работы посвящены исследованиям рационального распределения и комплексного использования водных ресурсов, начиная с теоретического обоснования целесообразности создания оросительной системы и заканчивая внедрением в производство современных и усовершенствованных технологий управления водораспределением с учетом принципов автоматизации и телемеханизации.

Независимо от конструктивного решения, исполнения и размеров по площади, к особенностям оросительных систем как объектов автоматизации технологических процессов можно отнести ряд общих черт [10]:

- единство функционирования всех звеньев оросительной системы, составляющих целостный технологический цикл;
- однотипность транспортирующих водоводов (каналов, трубопроводов) большой протяженности и различной конфигурации;
- однотипность управляемых (регулируемых) сооружений и их узлов, гидромеханических установок, сооружений и устройств водоучета и контроля на водоводах;
- волновой характер движения воды при ее транспортировании и распределении;
- недостаточность изученности процессов неустановившегося движения воды в каналах, осложняющих водоучет и установление функциональных зависимостей расхода и уровня от времени в контролируемых створах и т. п.;
- наличие прямой (при некоторых условиях и обратной) гидравлической связи между управляемыми объектами, что делает их взаимозависимыми через водную среду;
- расположенность объектов автоматизации на открытом воздухе и подверженность их непосредственному воздействию окружающей среды;
- редкое изменение режима работы управляемых сооружений (может оставаться постоянным в течение нескольких суток согласно плану водопользования);
- необходимость непрерывного обмена информацией между объектом управления (водозаборным узлом, распределительными сооружениями и т. п.) и диспетчерским пунктом (системой управления);
- усложненность работы водомерных сооружений, приборов и устройств водоучета (запыленность, влажность, волновые процессы, размыв русла водовода, отложение наносов или зарастание русла, неравномерность режима течения воды);
- отсутствие близости источников электроснабжения к объектам автоматизации (вдоль водоводов).

На существующих оросительных системах как в нашей стране, так и за рубежом еще недостаточно внедрено автоматическое управление водораспределением. Это объясняется тем, что многие вопросы, связанные с внедрением автоматизации водораспределения и водорегулирования, не решены не только в практическом, но и в теоретическом плане. Построенные в 60–70-х гг. прошлого столетия оросительные системы рассчитывались на ручное управление объектами. Процесс управления водораспределением осуществлялся централизованно с диспетчерского пункта при помощи телефонной

связи. Перевод таких систем на автоматическое управление сопряжен с определенными трудностями, которые связаны с большой разветвленностью объектов управления, инерционностью переходных процессов, действием большого количества случайных факторов, влияющих на формирование урожая, недостаточностью научно-исследовательской и нормативно-методической информации.

На современном этапе ведутся работы в направлении автоматизации проектируемых, существующих и подлежащих реконструкции оросительных систем. К главным задачам автоматизации мелиоративных систем относится автоматизация водозабора, водораспределения, регулирования уровня грунтовых вод, учета воды. Исходя из того, что технологический процесс на оросительной системе рассматривается как единая система, предусматривается автоматизация всех составных частей с постепенным выводом их к одному уровню.

Для осуществления полной автоматизации необходимы наличие разработанного и проверенного в производственных условиях алгоритма управления; создание необходимых средств автоматизации; применение компьютерных программ и блоков управления; накопление опыта эксплуатации средств автоматизации; наличие квалифицированного обслуживающего персонала, персонала по профилактике и ремонту всех средств автоматики.

В мелиоративной практике сложилось два различных подхода к осуществлению автоматизированного управления технологическими процессами на системах:

- централизованное управление всеми объектами на системе (гидротехническими водовыпускными и регулируемыми сооружениями, насосными станциями перекачки и подкачки, работающими на закрытую сеть) с центрального диспетчерского пункта по схеме «сверху вниз»;

- децентрализованное управление по схеме «снизу вверх» с помощью устройств местной автоматизации в сочетании с обратной гидравлической и электрической связью в сети каналов и трубопроводов с проведением централизованного контроля.

В некоторых случаях возникает необходимость создания на системе отдельных регулирующих емкостей, чтобы обеспечить оперативную и бесперебойную работу системы при непрерывной водоподаче и прерывистом водозаборе, исключая технологические сбросы.

Особенности оросительных систем как объектов автоматизации и режимов их работы определили следующие основные виды водораспределения [10]:

- пропорциональное распределение всего стока (расхода) воды, поступающего в канал, между водопотребителями в заданном соотношении;
- нормированное водораспределение по плану водопользования;
- водораспределение по требованию или ненормированное.

В системах пропорционального водораспределения управляющие воздействия обеспечивают распределение между потребителями возмущений водоподачи, стохастически поступающих с вышерасположенных объектов. Такое водораспределение применяют преимущественно как межсистемное, но нередко используют в целом на оросительных системах или ее звеньях как межхозяйственное.

Нормированное водораспределение применяется при остром дефиците водных ресурсов. Управляющие воздействия в системах нормированного водораспределения компенсируют и локализуют возмущения водоподачи, поступающие стохастически от источника орошения и вышерасположенных объектов и детерминированно – от потребителей.

Водораспределение по требованию применяют на рисовых оросительных системах при программном орошении. Управляющие воздействия в системах водораспределения по требованию компенсируют и локализуют возмущения водоподачи, поступающие стохастически как сверху (со стороны источника орошения и вышерасположенных объектов), так и снизу (со стороны потребителей).

На оросительной системе могут одновременно использоваться различные виды водораспределения даже в пределах одного канала [10].

Выводы. Автоматизация процесса управления оросительной системой решает задачу по транспортированию воды и ее распределению между потребителями, при этом должна существовать четкая организация водораспределения на оросительной системе, включающая согласованную работу всех гидротехнических сооружений системы при наличии большого количества технологических, ресурсных и прочих ограничений. Наличие разработанного и проверенного в производственных условиях алгоритма управления; создание необходимых средств автоматизации; применение компьютерных программ и блоков управления; накопление опыта эксплуатации средств автоматизации; наличие квалифицированного обслуживающего персонала, персонала по профилактике и ремонту всех средств автоматики необходимы для осуществления полной автоматизации системы водочета и водораспределения.

Список использованных источников

1 Бочкарев, Я. В. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов в гидромелиорации: учеб. для вузов / Я. В. Бочкарев, Е. Е. Овчаров. – М.: Колос, 1981. – 335 с.

2 Ганкин, М. З. Автоматизация и телемеханизация производственных процессов / М. З. Ганкин. – М.: Колос, 1977. – 336 с.

3 Коваленко, П. И. Автоматизация мелиоративных систем / П. И. Коваленко. – М.: Колос, 1983. – 304 с.

4 Коржов, В. И. Совершенствование технологических приемов и средств управления водораспределением в открытых оросительных системах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Коржов Виктор Иванович. – Новочеркасск, 1994. – 20 с.

5 Маковский, Э. Э. Автоматизированные автономные системы трансформации неравномерного стока / Э. Э. Маковский, В. В. Волчкова. – Фрунзе: Илим, 1981. – 380 с.

6 Натальчук, М. Ф. Эксплуатация гидромелиоративных систем / М. Ф. Натальчук, В. И. Ольгаренко, В. А. Сурин. – М.: Колос, 1995. – 320 с.

7 Системные принципы водочета и управления водораспределением на оросительной сети / В. Н. Щедрин [и др.]. – Новочеркасск: Новочерк. гос. техн. ун-т, 1994. – 235 с.

8 Щедрин, В. Н. Повышение эффективности управления водораспределением и совершенствование конструкций открытых оросительных систем: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.02 / Щедрин Вячеслав Николаевич. – М., 1995. – 56 с.

9 Щедрин, В. Н. Совершенствование технологии управления водораспределением на открытых оросительных системах / В. Н. Щедрин, В. И. Коржов. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 1995. – 80 с.

10 Бочкарев, Я. В. Эксплуатационная гидрометрия и автоматизация оросительных систем / Я. В. Бочкарев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 175 с.

УДК 626.823.916–192

О. А. Баев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭКРАНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА БАЙЕСА

В статье проведена сравнительная оценка надежности конструкций противофильтрационных экранов из геокомпозитивов, геомембран и полиэтиленовой пленки

с использованием метода Байеса. Данный метод является одним из основных в теории вероятности, который позволяет определить вероятность возникновения того или иного события. Расчетную оценку надежности современных конструкций экранов выполним для следующих типов противofильтрационных экранов: тип 1 – традиционный пленочный (толщиной 0,2–0,4 мм); тип 2 – из геомембраны (толщиной 1,0 мм); тип 3 – из геомембраны с одним слоем защитной прокладки из геотекстиля сверху с плотностью 450 г/м²; тип 4 – из геомембраны с двумя слоями геотекстиля (геокомполита) плотностью 450 г/м² сверху и снизу. При определении вероятности каждого диагноза $P(D_j)$ учитывались статистические данные о повреждаемости противofильтрационных экранов за период наблюдений с 1971 по 2015 г. Проведенная оценка надежности показала, что при наличии признаков K_1 и K_2 наиболее вероятным является диагноз D_1 – образование сквозных повреждений в пленочном экране с вероятностью 0,723. В свою очередь, для разработанных высоконадежных конструкций экранов с защитными прокладками из геотекстиля вероятность нормального (работоспособного) состояния экрана D_4 составляет от 0,80 и более, а для экрана из геомембраны с двумя слоями геотекстиля (геокомполита) вероятность этого состояния возрастает до 0,9999.

Ключевые слова: противofильтрационный экран, пленка, геомембрана, геокомпозит, надежность, метод Байеса.

В настоящее время в гидротехническом строительстве для противofильтрационной защиты различных сооружений (оросительных каналов, водоемов, накопителей, грунтовых и бетонных плотин) уже нашли широкое применение такие геосинтетические материалы (ГСМ), как геомембраны, геокомпозиты, геотекстили, геосетки, георешетки и другие полимерные материалы, обладающие различными свойствами и физико-механическими характеристиками [1–3].

Для получения расчетной оценки эксплуатационной надежности гибких конструкций противofильтрационных экранов (ПФЭ) [4], а также разработанных высоконадежных конструкций из геокомпозитных материалов [5] используем известный в теории надежности метод Байеса [6]. Данный метод – один из наиболее надежных и эффективных, он основан на простой формуле Байеса [7–9].

Надежность конструкции ПФЭ – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Если имеется диагноз D_i и простой признак K_j , встречающийся при этом диагнозе, то вероятность совместного появления событий (наличие у объекта состояния D_i и признака K_j) выражается как [6]

$$P(D_i/K_j) = P(D_i) \frac{P(K_j/D_i)}{P(K_j)}, \quad (1)$$

где $P(D_i)$ – априорная вероятность диагноза D_j , определяемая по статическим данным (априорная вероятность диагноза). Так, если предварительно обследовано N объектов и у N_i объектов имелось состояние D_i , то

$$P(D_i) = N_i / N;$$

$P(K_j/D_i)$ – условная вероятность появления признака K_j у объектов с состоянием D_i .

В этом случае, если среди N_i объектов, имеющих диагноз D_i , у N_{ij} появляется признак K_j , то

$$P(K_j D_i) = \frac{N_{ij}}{N_i};$$

$P(K_j)$ – вероятность появления признака K_j во всех объектах независимо от состояния (диагноза объекта). Если из общего числа N объектов признак K_j был обнаружен у N_j объектов, то

$$P(K_j) = N_j / N.$$

Для установления диагноза специальное вычисление $P(K_j)$ не требуется.

На основе формулы (1) получено следующее выражение:

$$P(D_j / K_i) = \frac{P(D_j)P(K_i / D_j)}{\sum_{s=1}^n P(D_s)P(K_i / D_s)}, \quad (2)$$

где $P(D_i K)$ – вероятность диагноза D_i после того, как стали известны результаты обследования по комплексу признаков K ;

$P(D_i)$ – предварительная вероятность диагноза D_i , $S = 1, 2, \dots, n$; $i \neq S$.

Данная формула (2) относится к случаю, когда обследование проводится по комплексу признаков K , включающему признаки K_1, K_2, \dots, K_n . Каждый из признаков K_1 имеет m_i разрядов ($K_{j1}, K_{j2}, \dots, K_{js}, \dots, K_{jm_j}$).

Из выражения (2) расчетные формулы для оценки вероятности диагноза (состояния) различных конструкций полимерных экранов в зависимости от априорного диагноза и диагностических признаков K_1 и K_2 получают следующий вид:

$$P(D_1 / K_1 K_2) = \frac{P(D_1) \cdot P(K_1 / D_1) P(K_2 / D_1)}{P(D_1)P(K_1 / D_1)P(K_2 / D_1) + P(D_2)P(K_1 / D_2)P(K_2 / D_2) + \dots + P(D_3)P(K_1 / D_3)P(K_2 / D_3) + P(D_4)P(K_1 / D_4)P(K_2 / D_4)}, \quad (3)$$

$$P(D_2 / K_1 K_2) = \frac{P(D_2) \cdot P(K_1 / D_2) P(K_2 / D_2)}{P(D_1)P(K_1 / D_1)P(K_2 / D_1) + P(D_2)P(K_1 / D_2)P(K_2 / D_2) + \dots + P(D_3)P(K_1 / D_3)P(K_2 / D_3) + P(D_4)P(K_1 / D_4)P(K_2 / D_4)}, \quad (4)$$

$$P(D_3 / K_1 K_2) = \frac{P(D_3) \cdot P(K_1 / D_3) P(K_2 / D_3)}{P(D_1)P(K_1 / D_1)P(K_2 / D_1) + P(D_2)P(K_1 / D_2)P(K_2 / D_2) + \dots + P(D_3)P(K_1 / D_3)P(K_2 / D_3) + P(D_4)P(K_1 / D_4)P(K_2 / D_4)}, \quad (5)$$

$$P(D_4 / K_1 K_2) = \frac{P(D_4) \cdot P(K_1 / D_4) P(K_2 / D_4)}{P(D_1)P(K_1 / D_1)P(K_2 / D_1) + P(D_2)P(K_1 / D_2)P(K_2 / D_2) + \dots + P(D_3)P(K_1 / D_3)P(K_2 / D_3) + P(D_4)P(K_1 / D_4)P(K_2 / D_4)}. \quad (6)$$

При оценке надежности полимерных экранов рассмотрим следующие их диагнозы (состояния): D_1 – образование сквозных механических повреждений в экране; D_2 – деформации основания экрана; D_3 – повреждения экрана при изменении свойств

вследствие старения материала; D_4 – нормальное (безотказное) состояние экрана.

При наблюдении за ПФЭ проверяются два диагностических признака: K_1 – показатель водонепроницаемости экрана (осредненный коэффициент фильтрации); K_2 – деформации основания экрана.

Расчетную оценку надежности современных конструкций экранов выполним для следующих типов ПФЭ: тип 1 – традиционный пленочный из полиэтиленовой пленки толщиной 0,2–0,4 мм; тип 2 – из геомембраны толщиной 1,0 мм; тип 3 – из геомембраны с одним слоем защитной прокладки из геотекстиля сверху с плотностью 450 г/м²; тип 4 – из геомембраны с двумя слоями геотекстиля (геокомпозита) плотностью 450 г/м² сверху и снизу.

Результаты расчетов по формулам (3–6) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оценки эксплуатационной надежности конструкций ПФЭ с учетом их диагностических признаков и состояний

D_j	Тип экрана	Вероятность признаков и априорных состояний			Вероятность появления диагноза (состояния) $P(D_j / K_1 K_2)$
		$P(K_1 / D_j)$	$P(K_2 / D_j)$	$P(D_j)$	
D_1	1	0,80	0,70	$0,535 \cdot 10^{-2}$	0,723
	2	0,30	0,20	$0,381 \cdot 10^{-3}$	0,0125
	3	0,25	0,20	$0,106 \cdot 10^{-3}$	0,00266
	4	0,20	0,15	$0,027 \cdot 10^{-3}$	0,000324
D_2	1	0,70	0,60	$0,375 \cdot 10^{-2}$	0,380
	2	0,30	0,25	$0,200 \cdot 10^{-3}$	0,00975
	3	0,20	0,15	$0,025 \cdot 10^{-3}$	0,000375
	4	0,15	0,10	$0,075 \cdot 10^{-3}$	0,000045
D_3	1	0,80	0,70	$0,075 \cdot 10^{-2}$	0,101
	2	0,35	0,25	$0,050 \cdot 10^{-3}$	0,00284
	3	0,30	0,15	$0,013 \cdot 10^{-3}$	0,000282
	4	0,05	0,00	$0,003 \cdot 10^{-3}$	0
D_4	1	0,02	0,02	0,9901	0,158
	2	0,05	0,03	0,9994	0,600
	3	0,04	0,05	0,9998	0,800
	4	0,05	0,05	0,9999	0,9999

При определении вероятности каждого диагноза $P(D_j)$ учитывались имеющиеся статистические данные о повреждаемости пленочных ПФЭ [10] за период наблюдений с 1971 г., а также дополненные автором совместно с Ю. М. Косиченко (таблица 2) данные по экранам из геосинтетических и геокомпозитных материалов.

Таблица 2 – Статистические данные о повреждаемости ПФЭ за период наблюдений с 1971 по 2015 г.

Объект	Обследованная площадь, га (м ²)	Количество обнаруженных повреждений	Количество повреждений на 1 м ² (1 га)	Повреждаемость противочленистого элемента, %	Радиус условного отверстия, приведенного к 1 м ² , см	Данные об организации, годе обследования
1	2	3	4	5	6	7
Бетонопленочные экраны						
Канал ЮР-18-1 в Голодной степи	20 м ²	1	0,05 на 1 м ²	0,0153	0,698	Средазгипроводхлопок, 1971–1972 гг.
Каршинский магистральный канал	8–12 м ²	1	0,10 на 1 м ²	0,0275	0,936	Средазгипроводхлопок, 1971–1972 гг.
Большой Ставропольский канал III очередь, ПК 268	36 м ²	51	1,42 на 1 м ²	0,0319	1,007	ЮжНИИГиМ, 1984 г.
II очередь, ПК 85	-	-	-	0,0447	1,193	То же
IV очередь, ПК 23	-	-	-	0,00015	0,069	"
Каналы Багаевско-Садковской ОС Бг-Р-7, ПК 25	-	-	-	0,040	1,128	РосНИИПМ, 2007 г.
Бг-Р-5, ПК 17	-	-	-	0,025	0,892	То же
Бг-Р-8, ПК 19	-	-	-	0,011	0,592	"
Александровский распределитель на БСК-3	12 м ²	57	4,75 на 1 м ²	0,0450	1,197	ЮжНИИГиМ, 1984 г.
Канал Р-2-2 Каховской ОС	17,4 м ²	124	7,13 на 1 м ²	0,0168	0,733	Укргипроводхоз, 1983 г.
Красногвардейский канал, ПК 6 1-й участок	1 м ²	3	3,0	0,0356	1,065	Укргипроводхоз, 1983 г.
2-й участок	1 м ²	2	2,0	0,0225	0,846	То же
Ново-Маньчский канал	25 м ²	12	0,48 на 1 м ²	0,0372	1,088	РосНИИПМ, 2009 г.
Грунтопленочные экраны						
Куйбышевский обводнительный канал	-	-	-	0,200	2,520	ВНИИГиМ, 1971 г.
Хранилище фосфогипса комбината «Фосфорит», г. Кингисепп	10,5 га	34	3,24 на 1 га	0,173	2,347	Союзгипроводхоз, 1980 г.

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Аварийный солеотвал 4-го Березниковского калийного завода	6,5 га	34	5,23 на 1 га	0,150	2,185	Союзгипроводхоз, 1980 г.
Накопитель МИС, пос. Калитино Ленинградской области	1,5 га	16	10,67 на 1 га	0,0154	0,700	Союзгипроводхоз, 1980 г.
Хранилище фосфогипса комбината «Фосфорит» (карта № 4)	7,6 га	75	9,87 на 1 га	0,0330	1,025	Союзгипроводхоз, 1980 г.
Пруд-накопитель «Губкинский», Белгородская область	10,0 га	45	4,50 на 1 га	0,250	2,851	ЮжНИИГиМ, 1980 г.
Экраны из геомембраны						
Пруд-накопитель, Ставропольский край, г. Пятигорск	-	-	-	-	-	«Ростехнология», 2011 г.
Искусственные водоемы, Краснодарский край, Тимашевский район	1,00 га	2	2,00 на 1 га			ООО «СК «Гидрокор»*, 2009 г.
Накопитель отходов, г. Ростов-на-Дону	1,32 га	-	-	-	-	Naue, 2014 г.
Искусственные водоемы, объекты мелиорации, г. Волоколамск	2,2 га	4	1,81	-	0,300	ООО «СК «Гидрокор»*
Экраны из геокомпозитных материалов						
Пруд – накопитель отходов, Краснодарский край, г. Тихорецк	1,5 га	2	1,33 на 1 га	-	1,430	РосНИИПМ, 2013 г.
Донской магистральный канал, Ростовская область	1,6 га	-	-	-	-	РосНИИПМ, 2014 г.
Накопитель отходов, Краснодарский край, г. Адлер	13,6 га	-	-	-	-	ООО «СК «Гидрокор», 2013 г.
* Компания «СК «Гидрокор» и Международный институт геосинтетиков устанавливают следующие требования: 1–2 малых отверстия диаметром 1–3 мм в геомембране на 10000 м ² площади. В связи с этим на объектах, выполненных компанией «СК «Гидрокор», автором для проведения оценки надежности приближенно задавалось по два повреждения на 10000 м ² .						

Проведенные расчеты вероятности появления диагнозов различных конструкций экранов свидетельствуют о том, что при наличии признаков K_1 и K_2 наиболее вероятным является диагноз D_1 – образование сквозных повреждений в пленочном экране с вероятностью 0,723. Для высоконадежных конструкций экранов с защитными прокладками из геотекстиля вероятность нормального (работоспособного) состояния экрана D_4 составляет от 0,80 м и более, а для экрана из геомембраны с двумя слоями геотекстиля вероятность этого состояния возрастает до 0,9999. В то же время другие конструкции экранов без защитных покрытий имеют аналогичный показатель не более $P = 0,60$.

Список использованных источников

1 Гладштейн, О. И. Особенности применения геосинтетических материалов в гидротехническом строительстве / О. И. Гладштейн // Гидротехника. – 2009. – № 1. – С. 69–70.

2 Минчукова, М. Е. Использование геосинтетических материалов при строительстве земляных сооружений различного назначения / М. Е. Минчукова // Наука и техника. – 2006. – № 3. – С. 25–29.

3 Шлее, Ю. Современные технологии строительства полигонов для захоронения отходов с использованием геосинтетических материалов / Ю. Шлее, Х. Н. Никогосов, А. А. Ткачев // Экология и промышленность России. – 2003. – № 1. – С. 18–22.

4 Косиченко, Ю. М. Гибкие конструкции противofильтрационных и берегоукрепительных покрытий с применением геосинтетических материалов / Ю. М. Косиченко, А. В. Ломакин // Известия высших учебных заведений. Технические науки. – 2012. – № 2. – С. 73–79.

5 Косиченко, Ю. М. Рекомендации по применению геосинтетических материалов для противofильтрационных экранов каналов, водоемов и накопителей / Ю. М. Косиченко, О. А. Баев. – Новочеркасск, 2014. – Деп. в ВИНТИ 12.01.15, № 1-B2015.

6 Биргер, И. В. Техническая диагностика / И. В. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.

7 Косиченко, Ю. М. Оценка надежности работы резервного водосброса с размываемой вставкой / Ю. М. Косиченко, Е. Д. Михайлов // Вестник МГСУ. – 2015. – № 2. – С. 130–140.

8 Вероятностные методы оценки надежности грунтовых гидротехнических сооружений. Т. 1 / Е. Н. Беллендир, Д. А. Ивашинцов, Д. В. Стефанишин, О. М. Финагенов, С. Г. Шульман. – СПб.: Изд-во «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», 2003. – 547 с.

9 Мирцхулава, Ц. Е. О надежности крупных каналов / Ц. Е. Мирцхулава. – М.: Колос, 1981. – 318 с.

10 Чернов, М. А. Противofильтрационные конструкции каналов и водоемов с применением геомембран из полиэтилена высокого и низкого давления: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.07 / Чернов Михаил Александрович. – Новочеркасск, 2011. – 24 с.

УДК 633.511:631.587/675

Г. Ахмеджанов, Д. Г. Ахмеджонов, Х. Холматова

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

ПОЛИВ ХЛОПЧАТНИКА ЧЕРЕЗ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫЙ ЭКРАН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕР-ПОЛИМЕРНОГО КОМПЛЕКСА

В данной работе приведены результаты исследований по снижению поливных норм хлопчатника в условиях близкого залегания грунтовых вод с применением поли-

мерных комплексов. В результате полевых исследований по изучению равномерности увлажнения почвы определены коэффициенты равномерности увлажнения на опытном и контрольном участках. Нормы добегаания составили $482 \text{ м}^3/\text{га}$ на опытном участке и $586 \text{ м}^3/\text{га}$ на контрольном, а коэффициенты равномерности увлажнения – соответственно $0,75-0,81$ и $0,59-0,66$. Урожайность на опытном участке была на $5,8 \text{ ц/га}$ выше, чем на контрольном.

Ключевые слова: полимер, поликомплекс, полив, почва, борозда, полиакриловая кислота, полиэтиленимин, карбамидная смола, поливная норма, расход воды.

Материалы и методы исследований. Известно, что значительная часть орошаемых земель Чирчик-Ангренской долины в Ташкентской области Республики Узбекистан характеризуется близко залегающими пресными грунтовыми водами ($0,5-2,5 \text{ м}$), которые составляют большую долю в водопотреблении растений [1]. Однако хозяйства долины осуществляют полив хлопчатника нормами, в $5-6$ раз превышающими установленные. Вследствие подъема уровней грунтовых вод за сезон на $1,2-1,5 \text{ м}$ хлопчатник большую часть вегетационного периода подтоплен и испытывает дефицит почвенного воздуха.

На хорошо проницаемых луговых почвах при близком залегании грунтовых вод и поливах по бороздам нормы поливов хлопчатника достигают $1200 \text{ м}^3/\text{га}$ и более. Равномерность полива по длине борозд очень низкая.

С целью повышения качества полива хлопчатника и снижения поливных норм проведены полевые опыты с применением поликомплексов из полиэтиленимина или полиакриловой кислоты с мочевино-формальдегидной смолой [2].

В период $2009-2010$ гг. проведены полевые исследования в фермерском хозяйстве «Омад» Уртачирчикского района Ташкентского вилоята. На верхнюю часть борозд наносились водные растворы полимерных комплексов, которые при высыхании образовывали водоустойчивую композицию в виде корочки из частиц, окутанных макромолекулами. Компоненты полимерного комплекса водорастворимы и образуют водорастворимые полимерные тонкие пленки. Концентрация растворов полимерного комплекса составляет от 1 до 5% , расход – $0,5-1,0 \text{ л/м}^2$ обрабатываемой поверхности.

Полевые исследования по изучению равномерности добегаания струй в бороздах с нанесенными на поверхность поликомплексами и равномерности увлажнения поля по длине борозд проводились с четырехкратной повторяемостью на опытном участке площадью $2,0 \text{ га}$. Участок был разделен на четыре части, делянки имели по девять борозд длиной 155 м и шириной $0,9 \text{ м}$, из них пять борозд, по которым колеса трактора не проходили, две борозды, по которым колеса проходили один раз, и две борозды, по которым колеса проходили два раза.

Раствор поликомплекса наносился на дно борозд, по которым проходили колеса трактора. При изучении равномерности увлажнения поля поликомплекс наносился на одну треть длины в начале борозд каждой делянки. Во всех вариантах равномерность увлажнения почвы оценивалась по значениям поливных норм по замерам влажности почвогрунтов. Расходы воды при поливах из шлангов регулировались с помощью водослизов, установленных в каждой борозде. Сбросы воды из борозд учитывались также водосливами, установленными в конце борозд.

Коэффициент равномерности увлажнения характеризуется следующим уравнением [3]:

$$K_p = \frac{m_k}{m_n},$$

где m_k , m_n – поливная норма, впитавшаяся соответственно в конце и начале поливных борозд.

Результаты исследований. На слабоуклонных землях, характерных для Чирчик-Ангренской долины, поливы хлопчатника проводили по коротким (155 м) бороздам, без сброса.

На контрольном поле при поливных струях 0,7–0,9 л/с время добегаания до конца борозды составляло 3–4 ч. По мере передвижения воды по длине борозд происходило снижение скорости добегаания. На первых 52 м борозды скорость продвижения струи составляла 1,22–1,94 м/мин, в целом по длине борозды (0–155 м) скорость составляла 0,70–0,76 м/мин. Норма добегаания на первых 52 м борозды составляла 386–484 м³/га, а на всей длине борозды она возросла до 484–586 м³/га.

По результатам исследований на контрольном поле установлено, что за период добегаания воды до конца борозды было израсходовано 53 % от заданной поливной нормы при первом поливе и 46 % – при втором, норма доувлажнения соответственно составила 560 и 608 м³/га, для подачи воды потребовалось 4,5 и 6,0 ч.

Для подачи поливной нормы 1100–1200 м³/га продолжительность полива составляла 8–10 ч. Как в период добегаания, так и в период доувлажнения количество впитавшейся воды убывает к хвосту борозды. Смоченные периметры борозд в верхней и нижней части составили соответственно 35 и 27 см. В верхней части борозды поливная норма была выше, чем в средней и нижней части.

На опытном участке в вариантах полива по бороздам, в которых на дно наносили поликомплекс, применялись расходы 0,60–0,70 л/с в период добегаания и 0,45–0,40 л/с в период доувлажнения.

По результатам исследований установлено, что время добегаания воды до конца борозды составило 3,0–3,5 ч, скорость продвижения струи по длине борозды (0–115 м) – 0,81–0,74 м/мин, что больше скорости продвижения струи на контрольном поле. По замерам влажности почвы перед каждым поливом и после него установлено, что норма добегаания мало изменяется. Время подачи нормы полива при доувлажнении на опытном участке несколько меньше, чем на контрольном поле.

В таблице 1 приведены опытные данные по контрольному и опытному участкам.

Таблица 1 – Параметры элементов техники полива на опытном и контрольном участках

Поливная струя, л/с*	Время добегаания, мин	Скорость добегаания, м/мин	Норма добегаания, м ³ /га	Время доувлажнения, мин	Норма доувлажнения м ³ /га	Продолжительность полива, мин	Поливная норма, м ³ /га
Контрольный участок							
0,85/0,46	196	0,76	484	274	560	470	1054
0,74/0,40	213	0,70	586	350	608	563	1194
0,70/0,35	227	0,72	594	372	636	591	1230
Опытный участок							
0,60/0,45	183	0,81	435	266	540	449	975
0,60/0,40	202	0,74	482	338	584	540	1066
0,55/0,40	205	0,73	492	354	596	532	1088
* В числителе – в период добегаания, в знаменателе – при доувлажнении.							

Из таблицы 1 следует, что при первом и втором поливах нормы добегаания составили соответственно 435 и 482 м³/га, что меньше соответственно на 49 и 104 м³/га, чем на контрольном поле; продолжительность поливов составила 7,5 и 9,0 ч. Оросительная норма при трех поливах опытного участка на 349 м³/га меньше, чем при поливе контрольного поля. В результате исследований обнаружено, что при поливах по бороздам, покрытым поликомплексом, на промежуточном участке глубина увлажнения значи-

тельно меньше, чем на начальном и конечном участках борозды. Поэтому коэффициент равномерности увлажнения, как выше сказано, рекомендуется определять как отношение объема впитанной воды в конечном створе к объему впитанной воды в начальном створе.

В результате вычисления значений коэффициента равномерности увлажнения установлено, что они колеблются на контрольном участке в среднем от 0,59 до 0,66, а на опытном – от 0,75 до 0,81.

По данным фенологических наблюдений, урожайность на опытном участке составила 31,8 ц/га, а на контрольном – 26,0 ц/га.

Выводы

1 При близком залегании пресных грунтовых вод для снижения объемов их подпитывания необходимо применять пониженные поливные нормы до 1000 м³/га, что достигается использованием поликомплексов в бороздах.

2 Применение поликомплексов в бороздах дает экономию поливной воды 80–140 м³/га за один полив. Улучшается равномерность полива по длине борозд, сокращается продолжительность одного полива на 1,5–2,5 ч, увеличиваются межполивные периоды на 5–6 дней. При использовании поликомплексов коэффициент равномерности увлажнения по длине борозды колеблется в среднем от 0,75 до 0,81, тогда как на контрольном участке он составил 0,59–0,66.

3 Затраты на применение поликомплексов в бороздах составляют 110 тыс. сумов/га в валюте Республики Узбекистан, что оправдано повышением качества полива, экономией оросительной воды и подъемом урожайности.

Список использованных источников

1 Беспалов, Н. Ф. Особенности водопотребления и режима орошения культур хлопкового севооборота / Н. Ф. Беспалов // Труды СоюзНИХИ. – Ташкент, 1976. – Вып. 34. – С. 13–18.

2 Рекомендации по применению ИПК и созданию противодиффузионного экрана с целью экономии оросительной воды / Г. И. Мухамедов, З. Каримов, Д. Г. Ахмеджонов, М. М. Хафизов, Г. А. Ахмеджанов. – Ташкент, 2008. – 17 с.

3 Лактаев, Н. Т. Полив хлопчатника / Н. Т. Лактаев. – М.: Колос, 1978. – 47 с.

УДК 631.674:541.64

Д. Г. Ахмеджонов, Ф. У. Жураев, Г. Ахмеджанов

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕР-ПОЛИМЕРНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПОЧВЫ В КРОВОМ ДРЕНАЖЕ

В статье описывается дренажно-котовое орудие с опрыскивателем, предназначенное для создания котового дренажа на глубине 60 см, среди недостатков которого отмечено превышение тяговой возможности трактора, что приводит к увеличению эксплуатационных затрат, затруднительное его использование вследствие большого удельного сопротивления почвы на орошаемых участках, а также быстрая потеря целостности дрен в процессе эксплуатации. Предложено переоборудование блок-схемы его работы с целью устранения выявленных недостатков за счет оснащения электрическими приборами на солнечной батарее и установкой опрыскивателя, осуществляющего обработку полимер-полимерного комплексом.

Ключевые слова: полимер-полимерный комплекс, котовый дренаж, орудие, опрыскивание почвы, рабочий орган, насос.

Введение. Как известно, кротовый дренаж устраивают путем выдавливания в грунте полостей обычно круглого сечения. Такие дрены обладают высокой водоприемной и хорошей водоотводящей способностью, но они неустойчивы и быстро разрушаются. Кротовые дрены обычно устраиваются в глинах и суглинках.

Для повышения устойчивости кротовых и щелевых дрен необходимо соблюдать следующие условия [1]:

- указанные виды дренажа закладывать только в кротоустойчивых грунтах, которые не размокают при увлажнении, не осыпаются при высыхании;
- кротовый дренаж закладывать при оптимальной влажности почвы (21–27 % по массе);
- линии кротовых дрен проектировать с постоянным положительным уклоном 0,003–0,020 в глинах, 0,005–0,015 в суглинках;
- при выводе в открытый коллектор предохранять от закупорки грунтом устья кротовых дрен, для чего оформлять их гончарными, асбестоцементными или пластмассовыми трубами длиной 30–60 см;
- ножевые щели закрывать почвой сразу после заложения кротового дренажа, иначе обильные осадки могут замыть полости дрен разжиженной почвой;
- своевременно закладывать кротовые дрены и обновлять их в процессе эксплуатации.

Кротовый дренаж применяют преимущественно для улучшения водных свойств тяжелых глинистых почв. Также кротовые дрены способствуют растрескиванию грунта, что повышает его водопроницаемость, понижают избыточную влажность верхних слоев почвы и не позволяют в дождливые периоды скапливаться воде на более плотном нижнем слое.

Таким образом, кротовый дренаж улучшает не только водные свойства почв, но и их структуру. Кротовые дренажные ходы играют роль регулирующих дрен и выпускаются либо в закрытые трубчатые горизонтальные дрены, либо в открытые канавы.

Необходимо отметить, что существует ряд орудий для прокладки кротовых дрен в условиях засоленных почв на глубине 60–80 см, но они имеют некоторые недостатки [2].

Материалы и методы исследований. Предлагаемое дренажно-кротовое орудие (ДКО) содержит опорное колесо, включающее сварную раму из швеллера, на которой установлен рабочий орган в виде массивных ножей из полосной стали.

Рабочий орган снабжен волнообразным долотом, состоящим из полосного ножа, к которому шарнирно присоединены сменные уширители и наконечники для формирования кротовых дрен. Для прокладки кротового дренажа в подпочвенном слое к рабочему органу с помощью стальной трости присоединены сменные кротователи в виде круглого заостренного цилиндра с различными диаметрами [3]. В нижней части рабочего органа установлено долото с волнообразным выступом, которое деформирует почву и улучшает качество прокладки кротового дренажа в глубине почвы с наименьшим тяговым сопротивлением.

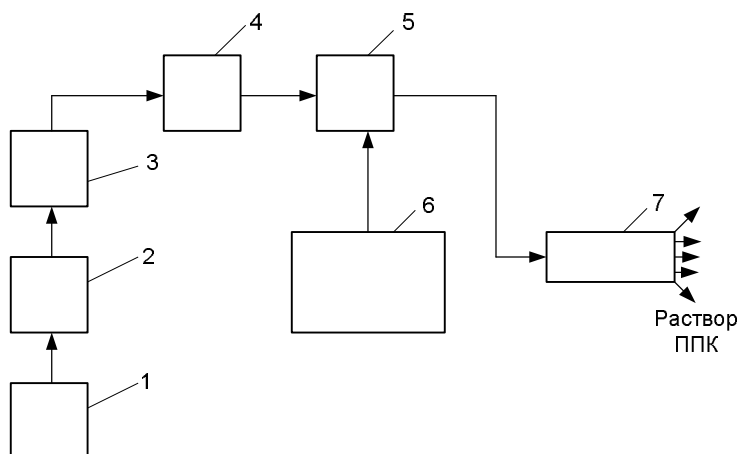
Нужно отметить, что тяговое сопротивление орудий превышает тяговые возможности трактора, что приводит к увеличению эксплуатационных затрат.

Также использование ДКО на почвах поливного земледелия затруднительно из-за большого удельного сопротивления почвы, кроме того, после орошаемого сезона качество дренажа теряется, т. к. он быстро забивается почвой. В результате возникают препятствия проникновению засоленной воды в кротовый дренаж и ее протеканию в коллекторный дренаж.

Исходя из этих недостатков, нами поставлена задача по снижению тягового сопротивления и улучшению качества работы ДКО с одновременным опрыскиванием

раствором полимер-полимерного комплекса (ППК) [4], что обеспечивает закрепление верхней половины кротового дренажа, предотвращая ее от обвалов почвы.

Результаты исследований. Для обеспечения нормальной работы ДКО с опрыскивателем в полевых условиях предлагается переоборудование блок-схемы его работы (рисунок 1).



1 – панель; 2 – контроллер; 3 – аккумуляторная батарея (АКБ); 4 – инвертор (фотоэлектрический преобразователь); 5 – 1В-0,9М насосы вихревые, горизонтальные; 6 – 100-литровая емкость для раствора; 7 – опрыскиватель

Рисунок 1 – Схема работы опрыскивателя на ДКО

Электрическими приборами на рисунке 1 служат солнечная батарея с размерами $1,0 \times 0,5 \text{ м}^2$ и напряжением 6–60 В (панель 1); контроллер 2 на 12 В; аккумуляторная батарея 3 на 12 В; инвертор 4 или фотоэлектрический преобразователь для преобразования напряжения с 12 до 220 В для работы насоса 5; опрыскиватель 7, приваренный к трубе изолированной сеткой, и установленное сзади него полусферическое сглаживающее устройство (валик).

Нужно отметить, что насос 1В-0,9М, погруженный в емкость с раствором ППК на основе Na-КМЦ и мочевино-формальдегидной смолы, создает всасывающий напор жидкости, подавая под давлением раствор к трубе с опрыскивателем. В результате производится опрыскивание почвы и образуется экран в виде тонкой пленки.

ДКО работает следующим образом. Благодаря небольшому углу крошения долота рабочий орган при внедрении его в почву создает концентрацию напряжений, и возникает опережающая трещина. После, при движении рабочего органа с постоянным увеличением угла крошения и переменной знака напряжений, почва интенсивно крошится, и в зоне работы кротователя, в глубине, создаются хорошие условия для прокладывания кротового дренажа.

Таким образом, предлагаемый рабочий орган обеспечивает качественное образование кротового дренажа в подпочвенном слое при минимальных затратах энергии с одновременным опрыскиванием раствором ППК, который является закрепителем почвы, обеспечивая тем самым прочное сохранение верхней половины дренажа от обвалов в течение 2–3 вегетационных периодов на орошаемых землях. После опрыскивания верхней части кротового дренажа поверхность почвы данной части сглаживается специальным устройством (валиком) полусферической формы для предотвращения подтеканий раствора ППК.

Орудия во время работы устанавливаются на трактор с помощью шарнирного соединения, гидроцилиндр 6 на рисунке 1 служит для подъема и опускания рабочих органов при работе и транспортировке.

Емкость с раствором ППК также устанавливается на трактор. Расход раствора ППК в зависимости от диаметра заостренного конуса-цилиндра в условиях среднесуглинистых почв приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные расходы ППК на 1 га

Вариант рабочих органов	Диаметр заостренного конуса-цилиндра (стандартные)	Распределение расхода раствора ППК на 1 га			
		Ортофосфорная кислота, л	Количество карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), кг	Мочевинформальдегидная смола (МФС), кг	Количество добавляемой жидкости (воды), л
1	0,076	0,085125	1,816	0,908	45,6
2	0,089	0,10875	2,32	1,16	58,0
3	0,100	0,14720	3,14	1,57	78,5
4	0,114	0,19125	4,08	2,04	102,0

Выводы

1 Предлагаемое дренажно-кротовое орудие предназначено для прокладывания кротового дренажа в условиях засоленных почв.

2 За счет большого удельного сопротивления почвы качество дренажа со временем теряется, т. е. дренаж быстро забивается почвой, что требует закрепления почвы в дренаже.

3 Закрепление верхней части полусферической формы кротового дренажа производится опрыскиванием раствором ППК.

Список использованных источников

1 Астапов, С. В. Устойчивость кротовых дрен при закладке кротового дренажа / С. В. Астапов // Кротовый дренаж. – М., 1973. – С. 79–97.

2 Пат. № FAP 00832. Навесное приспособление дренажно-кротовой машины / Жураев Ф. У. – Ташкент, 2013.

3 Сельскохозяйственная техника: справ. – М.: Изд-во с.-х. лит., журн. и плакатов, 1963.

4 Хафизов, М. М. Улучшение водопроницаемости почв при помощи пленок из полимер-полимерных комплексов / М. М. Хафизов, Д. Г. Ахмеджанов, Г. И. Мухамедов // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2010. – № 1. – С. 30–32.

УДК 631.53.04:626.844.001.2

С. Г. Балакай

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ВНУТРИПОЧВЕННЫЙ СТРУЙНЫЙ ПОЛИВ СЕМЯН ПРИ ПОСЕВЕ

Целью исследований является изучение почвенных условий и разработка устройства для струйного внутрипочвенного полива семян при посеве, обеспечивающего создание контура увлажнения вокруг семян и получение дружных всходов, сокращение периода всходов, увеличение процента полевой всхожести семян, ускорение темпов роста растений, повышение урожайности, сокращение количества поливов и оросительной нормы. Предложены схема устройства и расчетные данные контура увлажнения вокруг высеянных семян. Получена математическая зависимость для расчета поливной нормы.

Ключевые слова: внутрипочвенный полив, режим орошения, урожайность, почва, струйный полив, семена, семенное ложе, устройство.

В условиях засушливого климата юга России орошаемые земли являются гарантом получения высокого урожая большинства сельскохозяйственных культур. Орошение способствует созданию более благоприятных условий увлажнения почвы и приземного слоя, роста и развития растений. При орошении увеличивается масса корней и надземной части растений, листовая поверхность. Это способствует формированию более высокой урожайности растений, в два-три раза превышающей урожайность в богарных условиях.

В настоящее время в достаточной мере разработаны режимы орошения и способы полива большинства сельскохозяйственных культур; подобраны системы капельного орошения, дождевальная и другая техника и отработаны технологии орошения. Однако все эти мероприятия можно проводить при наличии поливной воды в оросительных каналах. Производственный опыт возделывания овощных культур посевом семян в грунт показывает, что оптимальные сроки посева семян на орошаемых полях и сроки подачи оросительной воды в инженерные оросительные сети не совпадают. Например, в условиях Ростовской области оптимальные сроки посева семян приходятся на вторую декаду апреля, а воду в оросительную сеть Донского магистрального канала начинают подавать в первой декаде мая. В случае отсутствия осадков невозможно получить полноценные всходы, так как отсутствует влага в верхнем слое почвы 0–5 см, и невозможно провести предпосевные и довсходовые увлажнительные поливы в связи с отсутствием оросительной воды в каналах [1, 2].

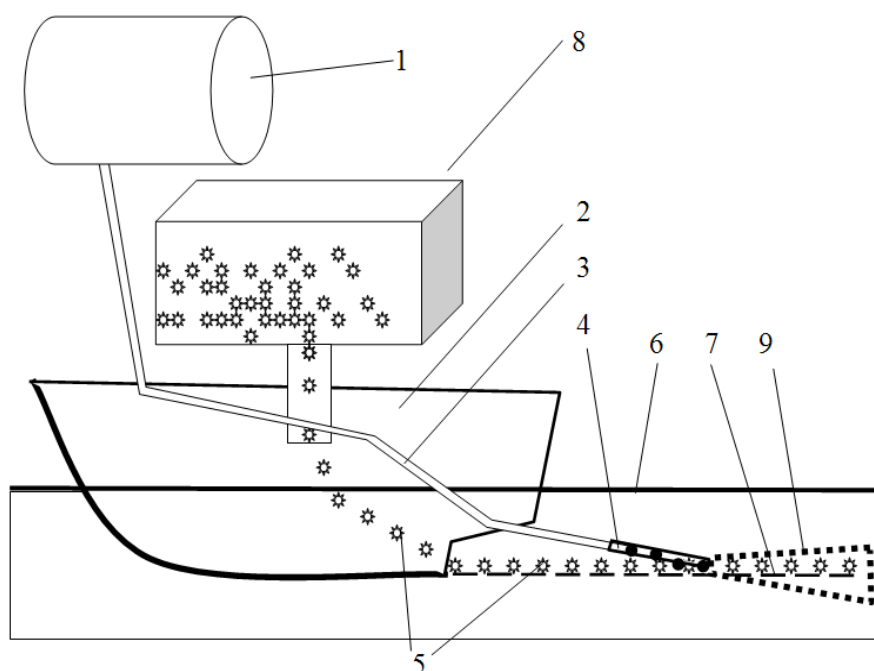
Такие условия создаются каждые два-три года из пяти. Поэтому сельхозтоваропроизводителям приходится изыскивать возможность забора воды для орошения из других водных источников (местного стока, если он имеется), сдвигать сроки посева на две-три недели или рисковать и сеять семена в надежде на будущие дожди.

Но и при наличии оросительной воды возникает другая проблема. При проведении послепосевных (или довсходовых) поливов необходимо при поливе дождеванием давать малые поливные нормы 100–150 м³/га. При этом распространенные дождевальные машины отечественного и зарубежного производства имеют высокую интенсивность дождя более 0,2 мм/мин, что приводит в большинстве случаев к образованию почвенной корки, особенно на слитых заплывающих почвах. Устранить вредное влияние почвенной корки можно только следующими поливами, которые увлажняют верхний слой почвы и дают возможность проросткам пройти этот слой и дать всходы. Если учесть, что семена некоторых культур прорастают и дают всходы только на 15–20-й день (например, баклажаны), то поливы приходится повторять каждые 3–5 дней, т. е. количество довсходовых поливов достигает 3–4 и более.

Вместе с тем даже при наличии оросительной воды необходимость проведения предпосевных поливов приводит к задержке сроков посева до 10–15 суток и соответственно сокращается продолжительность вегетации сельскохозяйственных культур, сдвигаются сроки уборки, что особенно важно для ранних овощных культур, выращиваемых с целью ранней реализации. В связи с этим актуальной становится разработка ресурсо- и энергосберегающих способов и режимов орошения сельскохозяйственных культур в период посева.

Струйный внутрипочвенный полив высеваемых семян при посеве обеспечивает создание вокруг семян контура увлажнения с запасами влаги, достаточными для прорастания семян и получения дружных всходов.

Устройство применяется, если в оптимальные сроки посева сельскохозяйственных культур наблюдается иссушение верхнего слоя почвы 0–5 см ниже 80 % НВ из-за сухой ветреной погоды без осадков, а также отсутствия возможности проведения предпосевных и довсходовых поливов (рисунок 1).



1 – емкость с водой; 2 – сошник сеялки, семена в семенном ящике; 3 – водопровод для подачи воды к семенам; 4 – наконечник для подачи воды к семенам; 5 – семена; 6 – поверхность почвы; 7 – семенное ложе; 8 – ящик для семян; 9 – контур увлажнения почвы

Рисунок 1 – Схема устройства для внутрипочвенного струйного полива семян одновременно с посевом

Устройство позволяет проводить струйный полив семян чистой водой или раствором (смесью питательных веществ и пестицидов) при посеве. За счет того, что семена, уложенные на семенное ложе в верхний сухой слой почвы, поливаются водой (или раствором питательных веществ и пестицидов определенной концентрации) одновременно с посевом, обеспечиваются увлажнение почвы и создание запасов влаги вокруг семян; лучший контакт влажной почвы с семенами; стартовый запас питательных веществ и средств защиты проростков от вредителей, болезней и сорняков; экономия оросительной воды, так как отпадает необходимость в проведении дождевых увлажнительных поливов.

Размеры контура увлажнения почвы вокруг семени регулируют в зависимости от размера семян, глубины посева, вида культуры, продолжительности прорастания семян, наличия влаги в почве и прогноза метеоусловий на период получения всходов. Полив должен производиться такой нормой, чтобы не увлажнялся самый верхний слой почвы и на поверхности не образовывалась почвенная корка, поэтому в каждом конкретном случае необходимо рассчитывать поливную норму и концентрацию веществ в воде при использовании раствора удобрений или гербицидов [3].

Нами предложена методика расчета поливной нормы при струйном внутрипочвенном поливе. Расчеты показывают, что с увеличением радиуса контура увлажнения необходимый объем воды для струйного полива увеличивается и составляет от 0,38 м³/га при радиусе контура увлажнения 0,01 м до 8,60 м³/га при радиусе 0,05 м. Исследования показали, что на практике радиус контура увлажнения составляет 0,015–0,020 м, при этом созданного запаса влаги в контуре увлажнения достаточно для получения дружных всходов даже при влажности почвы в слое 0–0,5 см 60 % НВ или близкой к влажности завядания. Пример заполнения данных в табличной форме для расчетов поливной нормы приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет поливной нормы при струйном внутрпочвенном поливе на примере лугово-черноземных почв ГНУ «Бирючукская овощная селекционная опытная станция»

Радиус контура увлажнения R^2 , м	Поливная норма при струйном поливе m_c , м ³ /га	Показатель для расчета поливной нормы									
		Ширина участка B , м	Ширина междурядий a , м	Длина участка L , м	Длина контура на этой площади D , м	Объем смачиваемой почвы V , м ³	Коэффициент π	Объемная масса почвы α , т/м ³	Масса промачиваемой почвы P , т	НВ $W_{НВ}$, в % от массы сухой почвы	Влажность почвы перед посевом $W_{нач.}$, в % от массы сухой почвы
0,005	0,086	100	0,7	100	14286	0,561	3,14	1,2	0,673	32	19,2
0,010	0,345	100	0,7	100	14286	2,243	3,14	1,2	2,691	32	19,2
0,015	0,775	100	0,7	100	14286	5,046	3,14	1,2	6,056	32	19,2
0,020	1,378	100	0,7	100	14286	8,971	3,14	1,2	10,77	32	19,2
0,025	2,153	100	0,7	100	14286	14,02	3,14	1,2	16,82	32	19,2
0,030	3,101	100	0,7	100	14286	20,19	3,14	1,2	24,22	32	19,2
0,035	4,220	100	0,7	100	14286	27,48	3,14	1,2	32,97	32	19,2
0,040	5,512	100	0,7	100	14286	35,89	3,14	1,2	43,06	32	19,2
0,045	6,976	100	0,7	100	14286	45,42	3,14	1,2	54,50	32	19,2
0,050	8,613	100	0,7	100	14286	56,07	3,14	1,2	67,29	32	19,2

Расчет поливной нормы производится для конкретных условий и состояния поля, а именно: типа почвы, от которого зависят ее водно-физические свойства (наименьшая влагоемкость, объемная масса); условий увлажнения (влажности почвы в слоях 0–0,05 и 0,05–0,10 м), от которых зависит необходимость использования устройства и расчета поливной нормы.

Для условий полевых исследований, проводимых на лугово-черноземных почвах Доно-Аксайской поймы Ростовской области, получены уравнения, позволяющие рассчитать поливную норму в зависимости от радиуса контура увлажнения (рисунок 2).

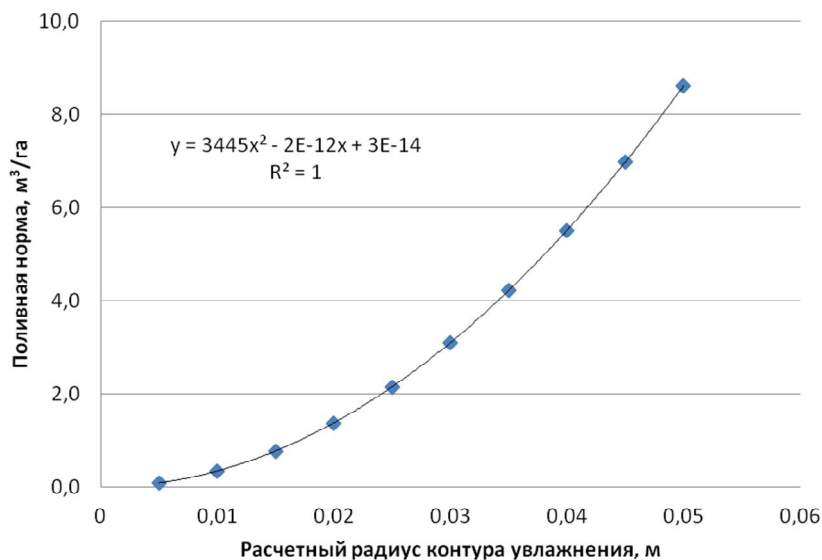


Рисунок 2 – Влияние радиуса контура увлажнения на объем воды (раствора), необходимый для струйного внутрпочвенного полива

Таким образом, внутрпочвенный струйный полив при посеве позволяет создать контур увлажнения вокруг семян, получить дружные всходы, более высокую урожайность, сократить количество поливов и оросительные нормы, снизить затраты на возделывание сельскохозяйственных культур.

Список использованных источников

1 Устройство и технология внутрпочвенного полива высеваемых семян [Электронный ресурс] / Г. Т. Балакай, Н. И. Балакай, А. Н. Бабичев, С. Г. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. – № 3(03). – 11 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=37&id=47>.

2 Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы: в 3 ч. – Ростов н/Д.: Донской издательский дом, 2013. – 896 с.

3 Технология посева овощных культур с одновременным поливом / Г. Т. Балакай, А. Н. Бабичев, Н. И. Балакай, С. Г. Балакай // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф., г. Минск, 16–17 октября 2013 г. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2014. – Т. 1. – С. 150–154.

УДК 626.82:532.614.2

А. Л. Кожанов, О. В. Воеводин

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Целью исследований являлось изучение использования энергии водного потока в самонапорной системе водоподачи для разработки энергоэффективных оросительных систем нового поколения с минимизацией применения насосно-силового оборудования и внешних источников электроэнергии. Представлено понятие об энергии водного потока для использования ее в самонапорной системе водоподачи. Проведен анализ самонапорных оросительных систем, применяемых в горных и предгорных районах, где есть естественный уклон местности для создания необходимого напора воды в трубопроводной сети. Предложены пути совершенствования конструкций данных систем.

Ключевые слова: энергоэффективность, оросительная система, энергия водного потока, самонапорная система, уклон местности.

В последнее время большое внимание стали уделять вопросам эффективности орошения при условии снижения энергопотребления и непроизводительных потерь оросительной воды. Повышение цен на энергоносители и основные материалы потребовало пересмотра ряда принципиальных положений и подхода к оценке эффективности орошения. Магистральная система водоподачи и водораспределения, а также передача воды на дальние расстояния требует нового методического обоснования проектных решений. Немаловажное место занимают вопросы применения низконапорных систем водоподачи; исключения аварийных, непроизводительных и технологических сбросов; разработки эксплуатационных мероприятий, направленных на экономию электроэнергии за счет использования кинетической энергии водного потока. Так, в горной и предгорной зонах РФ имеются земли, пригодные к орошению с использованием энергоэффективных оросительных систем с самонапорной системой водоподачи за счет использования энергии водного потока.

Жидкость, находящаяся в покое или движении, обладает определенным запасом механической энергии E , т. е. способностью производить работу. Механическую энергию можно представить в виде:

$$E = E_{\text{пот}} + E_{\text{кин}},$$

где E – полная энергия потока жидкости, Н·м;

$E_{\text{пот}}$ – потенциальная энергия, Н·м;

$E_{\text{кин}}$ – кинетическая энергия, Н·м.

Если покоящаяся жидкость обладает только потенциальной энергией, то движущаяся – двумя видами энергии: потенциальной и кинетической.

Различают следующие виды потенциальной энергии: потенциальная энергия положения $E_{\text{пол}}$ и потенциальная энергия давления $E_{\text{давл}}$.

Отсюда механическую энергию потока жидкости в общем случае можно представить как сумму

$$E = E_{\text{пол}} + E_{\text{давл}} + E_{\text{кин}}.$$

В гидравлике принято относить механическую энергию потока жидкости к единице веса объема и называть ее удельной энергией жидкости, обозначая буквой e :

$$e = \frac{E}{G},$$

где e – удельная энергия жидкости, м.

Отсюда

$$e = e_{\text{пол}} + e_{\text{давл}} + e_{\text{кин}},$$

где e – полная удельная энергия потока жидкости, м;

$e_{\text{пол}}$ – удельная энергия положения, м;

$e_{\text{давл}}$ – удельная энергия давления, м;

$e_{\text{кин}}$ – удельная кинетическая энергия, м.

В технической литературе по гидравлике и гидравлическим машинам вместо выражения «удельная энергия» часто употребляют выражение «напор», его обозначают буквой H :

$$e = H,$$

где H – напор гидродинамический, м.

Отсюда напор H представляет собой механическую энергию потока жидкости, протекающей через живое сечение потока в единицу времени, отнесенную к единице веса объема жидкости. Иначе, напор – это мера механической энергии, принадлежащей единице веса жидкости [1].

Удельную мощность самонапорной системы (кВт) можно определить по формуле:

$$P_T = 9,81 \cdot Q \cdot H.$$

Количество работы (энергии) (кВт·ч), которую совершит поток воды за время T , можно записать так:

$$\mathcal{E} = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot T.$$

Абсолютное значение удельной мощности колеблется от нуля у водозабора до некоторого максимума у концевой точки потребления. Таким образом, самонапорным дождеванием нельзя охватить всю площадь орошаемого массива до точки водозабора, самонапорная система должна иметь холостой (транзитный) участок, в конце которого можно получить удельную мощность, достаточную для применения многоопорной дождевальной техники. Холостую часть трубопровода следует направлять по наибольшему уклону местности.

В связи с этим самонапорные энергоэффективные оросительные системы можно применять в предгорных и горных районах страны там, где есть естественный уклон местности для создания необходимого напора воды в трубопроводной сети. Эти системы строят в местностях с уклонами, превышающими 0,002–0,003. Минимальный уклон, при котором можно проектировать самонапорные системы, зависит от расхода воды, напора в рабочий период и условий работы трубопровода. При проектировании самонапорной сети необходимо предусмотреть свободный напор на гидранте, обеспечивающий нормальную работу поливной техники:

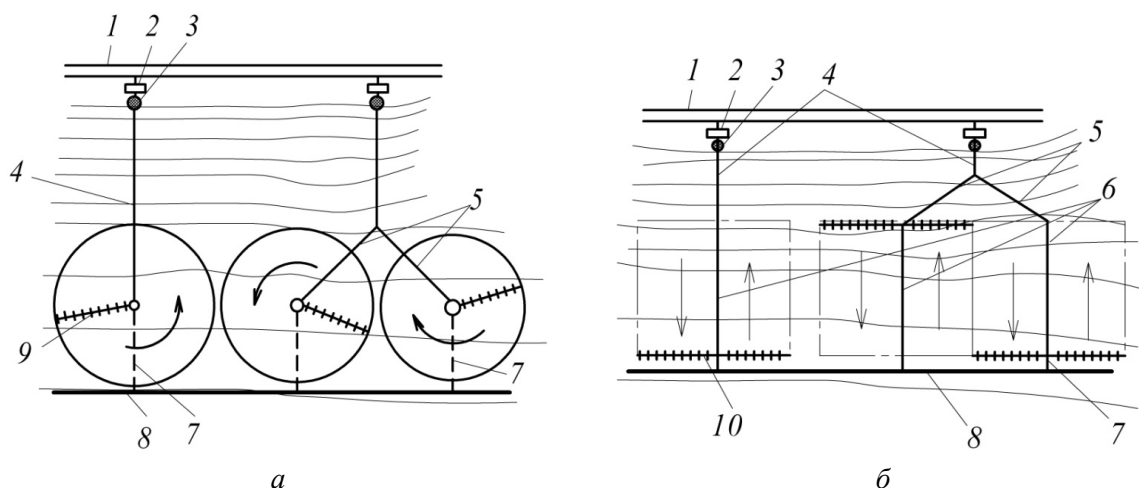
$$H_0 = H_{st} - \sum H,$$

где H_0 – свободный напор на гидранте, м;

H_{st} – статический напор на гидранте, м;

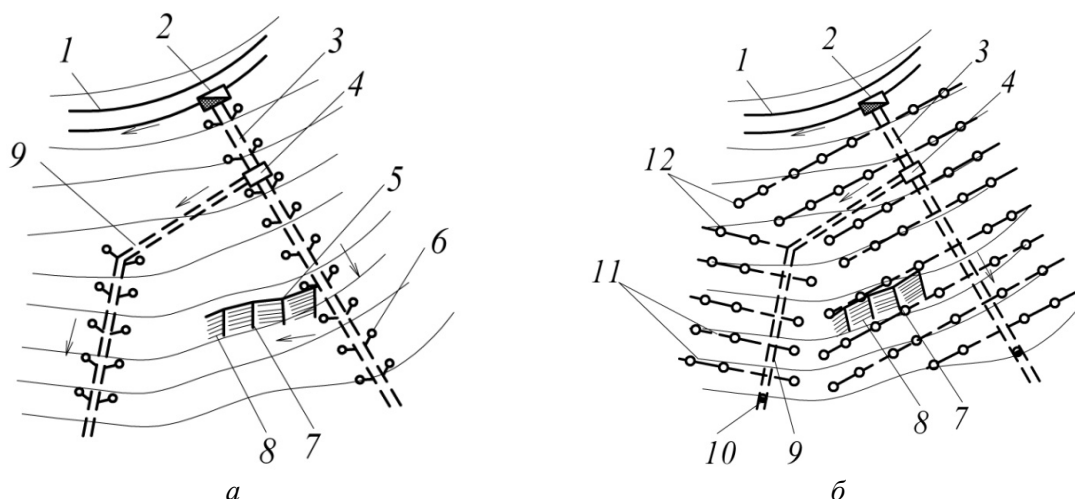
$\sum H$ – сумма всех гидравлических потерь до гидранта, м.

Принципиальные схемы самонапорных оросительных систем, согласно Ф. С. Салахову, С. Х. Гусейну-заде [2–3], Ш. С. Бобохидзе [4], приведены на рисунках 1–2.



a, б – системы соответственно кругового и фронтального действия; 1 – канал; 2 – бассейн суточного регулирования; 3 – воздушная труба; 4–7 – трубопроводы соответственно транзитный, распределительный, оросительный, сбросной; 8 – канал сбросной; 9, 10 – дождевальные машины соответственно кругового и фронтального действия

Рисунок 1 – Схемы самонапорных оросительных систем согласно Ф. С. Салахову, С. Х. Гусейну-заде



a – закрытая безнапорная; *б* – закрытая напорная; 1 – магистральный канал; 2 – шлюз-регулятор; 3 – распределитель I; 4 – вододельитель; 5 – временный ороситель; 6 – водовыпуск во временный ороситель; 7 – выводные борозды; 8 – поливные борозды; 9 – распределитель II; 10 – напороразгрузочное устройство; 11 – закрытый ороситель; 12 – водовыпуск в выводную борозду и гибкий шланг

Рисунок 2 – Конструкции оросительной сети для горных условий согласно Ш. С. Бобохидзе

Распределители всех порядков устраивают в первом варианте (рисунок 2, *a*) из труб, рассчитанных на безнапорный режим течения воды, а во втором (рисунок 2, *б*) – из труб, работающих под напором.

Каждый из этих вариантов имеет положительные и отрицательные стороны. В первом неизбежно появление определенного сбросного расхода в конце распределительных трубопроводов, что снижает КПД системы. Во втором варианте холостой сброс воды доведен до минимума, обеспечена обратная гидравлическая связь, возможно использование естественных напорov для полива дождеванием, но КПД ороситель-

ной системы при напорной сети в ряде случаев может оказаться ниже, чем при закрытой безнапорной сети.

Таким образом, применение напорной оросительной сети может оказаться более экономичным по сравнению с безнапорной только при больших уклонах местности, при которых напор в сети обеспечивает дождевание дальнеструйными аппаратами, а также выработку электрической энергии для нужд оросительной системы с использованием мини- и микроГЭС.

Первый вариант устройства оросительной сети необходимо улучшить, устранив основной недостаток – холостой непроизводительный сброс воды.

В связи с этим при разработке энергоэффективных оросительных систем нового поколения необходимо устранять недостатки ранее применяемых конструкций оросительных систем, а также использовать потенциал предгорной и горной местности для создания необходимого напора в трубопроводной сети с минимизацией применения насосно-силового оборудования и внешних источников электроэнергии, с этой целью предлагается:

- применение кольцевых схем устройства сети распределительных трубопроводов с использованием сбросного расхода для орошения нижних участков и наполнения хозяйственных прудов;

- зональное расположение магистральных или межхозяйственных трубопроводов для использования их в качестве приемников сбросных расходов воды из верхних зон;

- устройство водохранилища сезонного регулирования (при рельефных возможностях) внутри оросительной системы с использованием его и для других нужд, например для рыбного хозяйства;

- устройство бассейнов суточного регулирования в составе оросительной системы, которые можно будет использовать и для других нужд, например для рыбного хозяйства;

- устройство на самом нижнем участке небольшого сборного бассейна сбросных вод нижней зоны и соответствующего участка со стационарной системой дождевания (требуемый напор создается при помощи насоса).

Список использованных источников

1 Механическая энергия потока жидкости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://studopedia.ru/3_171342_mehanicheckaya-energiya-potoka-zhidkosti.html, 2015.

2 Салахов, Ф. С. Самонапорная система орошения дождеванием / Ф. С. Салахов, С. Х. Гусейн-заде. – М.: Колос, 1964. – 128 с.

3 Многоопорные дождевальные машины / С. Х. Гусейн-заде [и др.]; под ред. С. Х. Гусейн-заде. – М.: Колос, 1984. – 191 с.

4 Бобохидзе, Ш. С. Гидравлическая автоматизация водораспределения на оросительных системах / Ш. С. Бобохидзе. – М.: Колос, 1973. – 248 с.

УДК 626.8.001.63:631.6.006(083.74)

А. Л. Кожанов, О. В. Воеводин

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ

Целью исследований являлось изучение обеспечения документацией в области стандартизации по проектированию мелиоративных объектов. Проанализированы отраслевые перечни нормативно-методических документов, установлена принадлеж-

ность документов к проектной деятельности в количестве 171 единицы, произведена сортировка документов по их виду. Деятельность в области проектирования мелиоративных объектов регулируется федеральными законами «Градостроительный кодекс», «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», «О безопасности гидротехнических сооружений», «О мелиорации земель» и другими, однако новая, актуальная, специализированная документация в области стандартизации в виде методических указаний, рекомендаций, стандартов, в результате применения которой обеспечиваются требования законодательства Российской Федерации, практически отсутствует.

Ключевые слова: проектирование, стандартизация, документация в области стандартизации, мелиоративный комплекс, нормативно-технические документы, законодательство.

На данный момент введено в действие Постановление Правительства РФ от 19 апреля 2012 г. № 350 «О федеральной целевой программе «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах». В результате реализации программы в целях развития водохозяйственного комплекса Российской Федерации будет обеспечено строительство и реконструкция порядка 2,7 тыс. единиц объектов мелиоративного назначения, что в свою очередь потребует проведения большого объема проектных работ.

В конце 2009 г. в Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» были внесены поправки, разрешающие применение в российской практике (в том числе в проектной отрасли) международных стандартов. Почти одновременно с этим был принят Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», под юрисдикцию которого, в соответствии с принципиальной внесенной в № 184-ФЗ поправкой (в статье 5.1), перешло техрегулирование в области проектирования. В связи с этим необходимо сформировать новый перечень документальной базы в области стандартизации, который требует переработки в соответствии с современными требованиями.

Создание базы документов в области проектирования мелиоративных объектов позволит оперативно отвечать на непрерывно совершенствующиеся методы проектирования, внедрять инновационные технологии в проектную практику. При включении разработанных (актуализированных) нормативных документов в техническое задание на проектирование данные документы могут рассматриваться как доказательная база выполнения требований Федерального закона № 384-ФЗ.

На основании перечня нормативно-методических документов, используемых в мелиорации земель и сельхозводоснабжении [1], СК-1 «Нормативные, методические документы и другие информационные издания по строительству» [2] и Перечня отраслевых документов по проектированию и строительству объектов АПК [3] проведен предварительный анализ наличия нормативно-технических документов (НТД) в области проектирования мелиоративных объектов. Общее количество НТД составляет 171 шт. (рисунок 1).

Предварительно анализируемый перечень нормативных документов позволяет сделать вывод об отсутствии единой системы при их разработке и формировании комплекса, часть из них можно объединить, часть отменить и перевести в другую категорию, в частности в своды правил или национальные стандарты (согласно составу документации Федерального закона № 184-ФЗ). Кроме того, в связи с тем, что данные нормативные документы разрабатывались более 15 лет назад, стоит вопрос о необходимости их приведения в соответствие с законодательством РФ.

Так, при практическом применении сводов правил, утвержденных приказами Минрегиона России в декабре 2010 г. № 778–786 и введенных в действие с 20 мая 2011 г.,

выявлен ряд нормативных положений, которые либо не могут быть выполнены, либо допускают двойное толкование, либо предоставляют определенное конкурентное преимущество отдельным организациям.

Необходимо отметить, что в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 1047-р, а также приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 июня 2010 г. № 2079 сформированы перечни национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной и добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона № 384-ФЗ. В настоящие перечни не вошел специализированный перечень нормативно-методических документов в области проектирования мелиоративных систем и сооружений, то есть СНиП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения».

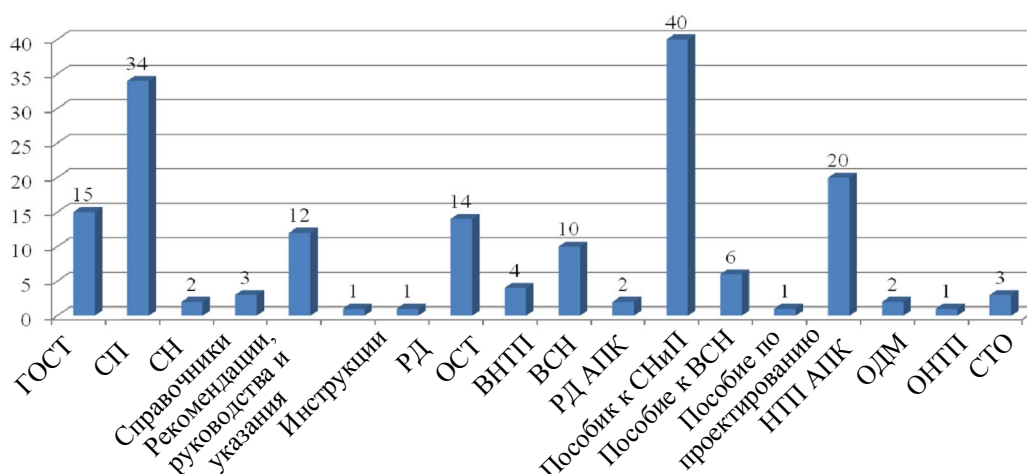


Рисунок 1 – Количество и состав нормативных документов в области проектирования мелиоративных объектов

В настоящее время многие организации, в частности саморегулируемые организации (СРО) по проектированию, имеют или разрабатывают свои собственные стандарты (СТО), что на практике может привести к разобщенности и дезориентации проектных организаций. При проектировании головная организация, которая привлекает на основе субподряда организации, входящие в разные СРО, для выполнения одних и тех же работ, может столкнуться с тем, что в каждой из этих СРО будут существовать различные стандарты на аналогичные виды работ. Соблюдение требований стандарта будет контролироваться в каждой СРО, при этом одновременное соблюдение их на объектах, где работы осуществляют несколько СРО, будет невыполнимо на практике. По аналогичным причинам возникнут проблемы согласования проектной и рабочей документации с заказчиком, проведения экспертизы проектной документации, осуществления строительного надзора. Поэтому централизованная разработка, то есть с учетом выполняемых работ по программе стандартизации в области проектирования мелиоративных объектов, нормативных документов по наиболее важным направлениям проектных работ в области мелиорации является необходимой.

Вывод. Деятельность в области проектирования регулируется федеральными законами «Градостроительный кодекс», «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», «О безопасности гидротехнических сооружений», «О мелиорации земель» и другими, однако новая, актуальная, специализированная документация в области стандартизации в виде методических указаний, рекомендаций, стандартов, в результате применения которой обеспечиваются требования законодательства Российской Федерации, практически отсутствует.

Список использованных источников

1 Перечень действующих ведомственных нормативно-технических документов в области мелиорации и сельхозводоснабжения: по состоянию на 1 августа 2014 г. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2015. – 135 с.

2 Нормативные методические документы и другие информационные издания по строительству. Перечень-2015: СК-1: утв. ЦИПТ им. Г. К. Орджоникидзе. – М., 2015. – 418 с.

3 Перечень отраслевых документов по проектированию и строительству объектов АПК: по состоянию на 1 января 2010 г. – М.: Росинформагротех, 2010. – 48 с.

УДК 631.115:571

Ю. И. Васильев, С. Ю. Турко

Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации, Волгоград, Российская Федерация

**К ВОПРОСУ О ПРИБАВКЕ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
НА ЛЕСОМЕЛИОРИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ И
ВОЗНИКНОВЕНИИ ОПРЕДЕЛЕННЫХ РИСКОВ**

Целью исследований явилась статистическая обработка прибавок урожайности на лесомелиорированной территории (в сравнении с уровнем урожайности на открытом пространстве) с учетом производящей способности почв и условий произрастания сельскохозяйственных растений. Показывается возможность появления рисков в отдельные годы, приводится их процентное выражение.

Ключевые слова: урожайность, прибавки, статистика, риски, бонитет почв, лесомелиорация.

Методика исследований. Использовалась стандартная методика статистической обработки материалов полевых исследований.

Результаты и обсуждение. Одним из эффективных средств повышения продуктивности пашни является лесная мелиорация. Считается, что за счет нее можно получать до 20–25 % прибавки продукции сельского хозяйства [1, 2]. Вместе с тем, как показывает произведенная нами по специальной методике обработка собранного бывшим отделом экономики ВНИАЛМИ материала, соотношение урожайности озимой пшеницы в зоне мелиоративного влияния лесных полос и на открытом пространстве с увеличением уровня урожайности сельскохозяйственных культур (с улучшением условий роста) уменьшается по величине [3]. Причем это уменьшение происходит с переменным градиентом. Сначала оно идет более интенсивно, а затем замедляется и, достигнув определенного предела, стабилизируется (рисунок 1). Для озимой пшеницы таким пределом является урожайность (Y_0) порядка 16–20 ц/га.

Обращает на себя внимание достаточно большая вариабельность данных, что говорит о влиянии на формирование урожая организационных, хозяйственных, климатических и других факторов [4, 5].

Следует отметить еще один момент, о котором ранее в литературе практически ничего не говорилось. Это то, что даже на лесомелиорированной территории иногда могут создаваться условия, при которых возникнет риск получения отрицательных по отношению к открытому пространству результатов, когда имеет место не прибавка, а убавка урожайности. Этот эффект к тому же очевидно зависит еще и от возраста лесонасаждений, их параметров.

Проведенная статистическая обработка малых выборок в интервалах урожайности

> 3 ≤ 6; > 6 ≤ 12; > 12 ≤ 18; > 18 ≤ 24 и > 24 ≤ 30 ц/га (таблица 1) показала, что значение σ равно 14,8 %. В вариантах урожайности > 12 ≤ 18; > 18 ≤ 24 и > 24 ≤ 30 ц/га величины σ соответственно равны 10,00; 5,70 и 4,45 %.

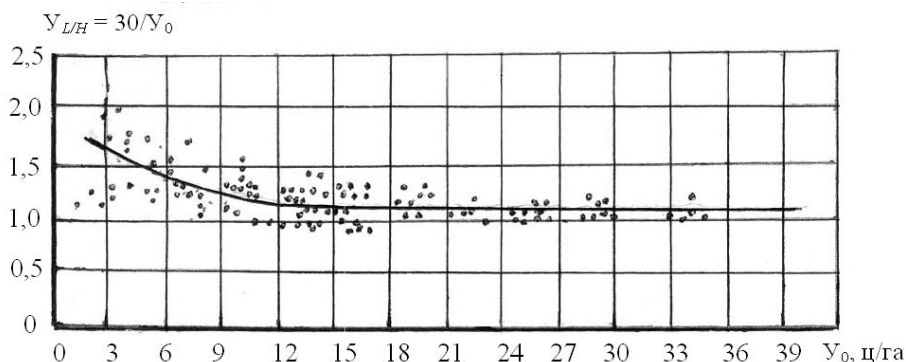


Рисунок 1 – Зависимость соотношения урожайности озимой пшеницы на лесомелиорируемой и открытой территориях от уровня урожайности ее на открытом пространстве

Таблица 1 – Результаты статистической обработки данных по прибавкам урожайности зерновой культуры на облесенной территории

Уровень урожайности	Интервал	Среднее значение процента прибавки	Число случаев	$(x_{i.c.p} - x)$	$(x_{i.c.p} - x)^2$	$x_{i.c.p} \cdot N$	$(x_{i.c.p} - x)^2 N$
1	2	3	4	5	6	7	8
> 3 ≤ 6	0–19,6	+9,8	4	-33,8	1142,4	+39,2	4569,4
	19,6–39,2	+29,4	5	-14,2	201,6	+147,0	1008,0
	39,2–58,8	+49,0	3	+5,4	27,0	+147,0	81,0
	58,8–78,4	+68,6	4	+25,0	625,0	+274,4	2500,0
	78,4–98,0	+88,2	2	+44,6	1989,2	+176,4	3478,4
			∑18			∑784 $x = 43,6 \%$	∑12136,8 $\sigma = 26,7 \%$
> 6 ≤ 12	0–13	+6,5	4	-19	3,6	+2,6	1444
	13–26	+19,5	12	-6	36,0	+234,0	432
	26–39	+32,5	2	+7	49	+65,0	98
	39–52	+45,5	5	+20	400	+227,5	2000
	52–65	+58,5	1	+33	1089	+58,5	1089
			∑24			∑611 $x = 25,5 \%$	∑5063 $\sigma = 14,8 \%$
> 12 ≤ 18	-10...0	-5	2	-20	400	-10	800
	0–10	+5	8	-10	100	+40	800
	10–20	+15	11	0	0	+165	0
	20–30	+25	9	+10	100	+225	900
	30–40	+35	2	+20	400	+70	800
			∑32			∑490 $x = 15 \%$	∑3300 $\sigma = 10 \%$

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
> 18 ≤ 24	0–5,2	2,6	2	–9,9	98,0	5,2	196
	5,2–10,4	7,8	4	–4,7	22,0	31,2	88
	10,4–15,6	13,0	9	+0,5	0,25	117,0	2,25
	15,6–20,8	18,2	2	+5,7	32,5	36,4	65
	20,8–26,0	23,4	2	+10,9	118,8	46,8	237,6
			∑19			∑236,6 x = 12,45 %	∑589 σ = 5,7 %
> 24 ≤ 30	0–4,0	2,0	1	–9,0	81	2,0	81
	4,0–8,0	6,0	5	–5,0	25	30,0	125
	8,0–12,0	10	7	–1,0	1,0	70,0	7
	12–16	14	4	+3,0	9,0	64,0	36
	16–20	18	3	+7,0	49,0	54,0	147
			∑20			∑220 x = 11 %	∑396 σ = 4,45 %

Средняя величина прибавки урожайности, выраженная в процентах, тем больше, чем хуже условия произрастания (меньше урожайность сельскохозяйственной культуры на открытом пространстве). При урожайности озимой пшеницы > 3 ≤ 6 ц/га прибавка составляет 43,6 %, при урожайности > 6 ≤ 12 ц/га она снижается до 25,5 %. Что же касается условий, когда урожайность озимой пшеницы составляет > 12 ≤ 18; > 18 ≤ 24 и > 24 ≤ 30 ц/га, то здесь прибавка от лесомелиорации не превышает соответственно 15,0; 12,5 и 11,0 %.

Меняется по отмеченным вариантам и стандартное отклонение. Наибольшее оно в варианте урожайности на открытом пространстве (урожайность находится в пределах от 3 до 6 ц/га). Здесь σ = 26,7 %.

Все отмеченное говорит о том, что размах вариации значений прибавок урожайности от лесомелиорации с ухудшением условий произрастания сельскохозяйственных культур на лесомелиорированной территории растет. Это легко показать, если воспользоваться уравнением нормального распределения случайных величин (законом Гауса), которое представляется в нормированном виде следующим образом:

$$\frac{n_j}{n_{\text{ср}}} = \exp[-x_j^2 / (2 \cdot \sigma^2)],$$

где n_j , $n_{\text{ср}}$ – текущее и среднее значения вероятности проявления фактора;

x_j – отклонение текущего значения факторного от среднего его значения;

σ – стандартное отклонение.

Как видно из данных рисунка 2, на котором приведены графики распределения случайных величин прибавок урожайности от лесомелиорации, с учетом полученных значений стандартных отклонений (σ) при урожайности озимой пшеницы > 3 ≤ 6 ц/га размах области вариации составляет от минус 30 до плюс 120 %. В случае же урожайности озимой пшеницы > 6 ≤ 12; > 12 ≤ 18; > 18 ≤ 24 и > 24 ≤ 30 ц/га этот показатель соответственно равен 0...74, –15...45, –5...30 и –2...17 %.

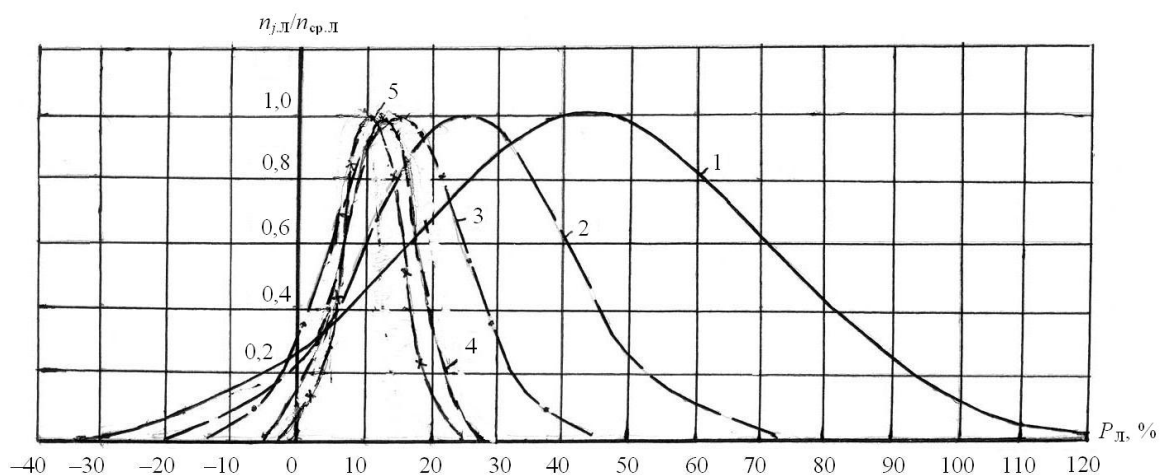
Следует отметить и еще один очень важный момент, а именно то, что на лесомелиорированной территории во всех случаях, кроме интервала урожайности > 24 ≤ 30 ц/га, в графиках нормального распределения прибавок урожайности могут формироваться заметные по величине рискованные области, когда наблюдается не прибавка, а убавка

урожайности. Такая область при урожайности $> 3 \leq 6$ ц/га (на открытом пространстве) составляет 5,8 % и с увеличением ее уменьшается по параболическому закону (рисунок 3). Математически величину рискованной области можно определить с помощью уравнения вида:

$$R_{об} = 6 - 0,01Y_0^2, \quad (1)$$

где $R_{об}$ – рискованная область, %;

Y_0 – урожайность озимой пшеницы на открытом пространстве, ц/га.



1 – урожайность на открытом пространстве ($> 3 \leq 6$ ц/га); 2, 3, 4, 5 – урожайность в интервалах соответственно $> 6 \leq 12$; $> 12 \leq 18$; $> 18 \leq 24$ и $> 24 \leq 30$ ц/га; $P_{л}$, ц/га – прибавка на лесомелиорированной площади; $n_{jл}$ – повторяемость случайной величины прибавки урожайности озимой пшеницы на лесомелиорированной площади

Рисунок 2 – Нормированная величина распределения случайных величин прибавок урожайности озимой пшеницы от лесомелиорации

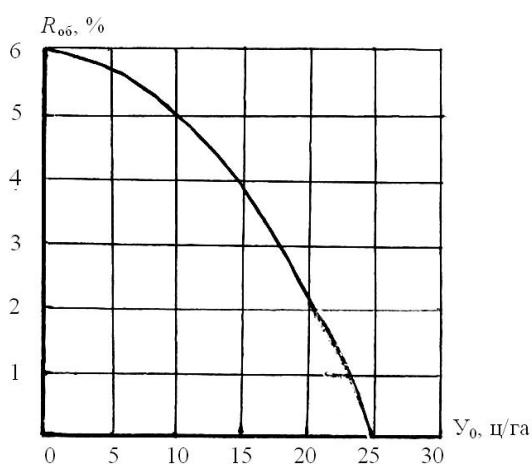


Рисунок 3 – Зависимость области рисков $R_{об}$ (%) от уровня урожайности озимой пшеницы на открытом пространстве Y_0 (ц/га)

Из данных рисунка 3 видно, что при урожайности озимой пшеницы порядка 24,5 ц/га (т. е. при достаточно хороших условиях произрастания) рискованная зона уже практически отсутствует. Это говорит о том, что в этом случае даже в экстремальные годы лесная мелиорация срабатывает всегда положительно.

Отмеченные закономерности важны не только в научном плане, их, по-

видимому, необходимо учитывать также в практической деятельности. В частности, они полезны, например, страховым компаниям, которые должны учитывать степень рисков при страховании сельскохозяйственных посевов в разных климатических и почвенных условиях, как на открытых, так и на лесомелиорированных территориях, и другим службам.

В сельскохозяйственной практике за критерий земельной оценки отдельных участков, кроме их местонахождения по отношению к рынку сбыта, иногда берут бонитет почв [6]. В связи с этим мы попытались учесть и эту характеристику в рискованной проблеме для прибавок урожайности на лесомелиорированной территории. Ранее нами была получена следующая зависимость для соотношения урожайности озимой пшеницы (Y_0) и бонитета почв (B) [3]:

$$Y_0 = K \cdot B^{0,5},$$

где K – коэффициент пропорциональности для озимой пшеницы, равный 2,22.

Учитывая это, а также зависимость (1), будем иметь:

$$R_{об} = 6 - 0,01(K \cdot B^{0,5})^2 = 6 - 0,0493B.$$

Рассматривая данные о бонитировке различных по типу и разновидности почв Ставропольского края, приведенные в таблице 2, можно отметить, что на светло-каштановых почвах рискованная область прибавок урожайности на лесомелиорированной территории составляет 4,96–5,16 %, на каштановых – 3,63–4,37 %, на темно-каштановых – 3,20–3,88 %, на черноземах южных – 2,00–3,14 %, на черноземах предкавказских – 0–1,76 %, на черноземах предгорных – 0–2,8 %; на горных луговых черноземах всегда риск нулевой.

Таблица 2 – Усредненные данные об урожайности и бонитете почв Ставропольского края на открытой территории

Тип почв (с вариацией разновидности)	Урожайность на открытой территории, ц/га	Бонитет почв	Рискованная область, %
Горные луговые черноземы	25–26	128–137	0
Черноземы предгорные	18–27	65–149	0–2,8
Черноземы предкавказские	20,6–26,0	86–137	0–1,76
Черноземы южные	16,9–20,0	58–81	2,00–3,14
Темно-каштановые почвы	14,7–16,7	43–57	3,20–3,88
Каштановые почвы	14,2–15,4	33–48	3,63–4,37
Светло-каштановые почвы	9,1–10,1	17–21	4,96–5,16

Выводы. Даже при использовании такого мощного приема, как лесомелиорация, в отдельных случаях имеется вероятность, хотя и небольшая, получать урожайность на лесомелиорированной площади даже ниже, чем на открытом пространстве, и это, несомненно, нужно всегда учитывать. При страховании сельскохозяйственных посевов, в налогообложении и других случаях даже на лесомелиорированной пашне нужно обязательно учитывать производящую способность почв, так как от этого зависят отмеченные выше риски. Что же касается роли возрастных параметров лесных полос в формировании отмеченных характеристик, то это в данной статье не рассматривается. Она будет предметом обсуждения в дальнейшем.

Список использованных источников

1 Нормативы прибавок урожая важнейших сельскохозяйственных культур от лесомелиоративного влияния ползащитных лесных полос / В. М. Трибунская, Т. С. Кузьмина, Е. Е. Жигульская [и др.]. – М.: Министерство сельского хозяйства СССР, 1984.

2 Васильев, Ю. И. Моделирование агрономического влияния лесных полос в их сис-

темах с разными параметрами / Ю. И. Васильев, С. Ю. Турко, А. Н. Сарычев // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 56. – Ч. 2. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – С. 5–14.

3 Павловский, Е. С. Агроресомелиорация и плодородие почв / Е. С. Павловский, Ю. И. Васильев, К. И. Зайченко. – М.: Агропромиздат, 1991. – 287 с.

4 Васильев, Ю. И. Общие положения планирования фермерского хозяйства / Ю. И. Васильев, С. Ю. Турко // Вестник РАСХН. – 2015. – № 3. – С. 12–13.

5 Власенко, М. В. Продуктивность и флористическое разнообразие пастбищ Сарпинской низменности под влиянием фитомелиорации: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Власенко Марина Владимировна. – Волгоград, 2014. – 22 с.

6 Ракутин, М. Н. Земельный кадастр Волгоградской области / М. Н. Ракутин. – Волгоград: Нижне-Волжское книж. изд-во, 1977. – 160 с.

УДК 556.18.08

Н. Н. Бакбергенов

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, Тараз,
Республика Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК НА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Обоснована необходимость мониторинга состояния ирригационных систем и гидротехнических сооружений на них. Оценены преимущества и недостатки методов космических исследований различных объектов. Описан опыт применения спутниковых технологий для мониторинга за рубежом. В качестве меры предупреждения аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях Казахстана предложен комплексный анализ их состояния с использованием данных космического и наземного мониторинга.

Ключевые слова: космическая съемка, мониторинг водохозяйственных объектов, спутниковые измерения, техническое состояние водохозяйственных объектов.

Орошаемые земли Казахстана в 7–8 раз продуктивнее, чем неполивные. В настоящее время из 2075 тыс. га орошаемых земель (с потенциальной продуктивностью до 600 млрд тенге в год), имеющих в наличии, используются 1420 тыс. га, или 68 % (62 % от ранее освоенных земель), на которых ирригационные и дренажные системы изношены более чем на 70 %. Сооружения на них из-за изношенности и выхода из строя не обеспечивают нормированную водоподачу. В результате снижается уровень полезного использования сельскохозяйственных земель и наносится экологический ущерб окружающей среде [1].

По данным Комитета по чрезвычайным ситуациям Министерства внутренних дел Республики Казахстан, в настоящее время из имеющихся 643 гидротехнических сооружений (ГТС) 268 гидросооружений, в том числе 28 крупных, нуждаются в срочном ремонте. В республиканской собственности находится 24 % крупных ГТС (61 водохранилище, 91 гидроузел и магистральный канал), остальные находятся на балансе коммунальных, промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Серьезной проблемой являются малые ГТС, часть которых заброшена, не имеет владельцев или эксплуатационной службы. Их техническое состояние крайне неудовлетворительно. Ежегодный ущерб от неудовлетворительного состояния регулирующих и защитных сооружений в результате воздействия паводков, наводнений, подтоплений оценивается в целом по стране в десятки миллионов долларов США. Кроме того, примерно во столько же оценивается ущерб самим водным ресурсам.

В этих условиях оценка технического состояния ирригационных систем с использованием технологий дистанционного зондирования представляет первостепенный инте-

рес и является основополагающей в решении задач продовольственной безопасности страны. Использование средств дистанционного зондирования позволяет получать полную и достоверную информацию о состоянии ирригационных систем и о хозяйственной деятельности на них. Современные средства космической съемки дают однородную и сравнимую по качеству информацию одновременно для обширных территорий, что практически недостижимо при любых наземных обследованиях. Важным свойством сведений, получаемых с космических снимков, являются их независимость от попыток сокрытия информации или ограничения доступа к ней, поэтому при решении поставленной задачи использование данных космической съемки наиболее эффективно и актуально.

Спутниковые технологии, основанные на применении радионавигационных систем GPS и ГЛОНАСС, прочно вошли в геодезическое производство [2, 3]. По сравнению с классическими геодезическими технологиями они обладают рядом преимуществ [4]:

- широкий диапазон точностей практически в глобальном масштабе от десятков метров до единиц миллиметров;
- высокая производительность труда (в 5–10 раз выше, чем в классических технологиях);
- экономическая эффективность вследствие отсутствия необходимости обеспечивать прямую видимость между наблюдаемыми пунктами и строительства геодезических знаков;
- независимость от погодных условий;
- высокая степень автоматизации;
- возможность выполнения наблюдений в движении и др.

Эти преимущества существенно перекрывают недостатки спутниковых технологий, из которых главными являются сравнительно высокая стоимость оборудования, зависимость от препятствий вблизи антенны, необходимость достаточно сложных преобразований координат (среди них на особом месте находится проблема получения нормальных высот) и другие.

Первоначальное назначение спутниковых радионавигационных систем (СРНС) – координатно-временное обеспечение. Наличие общедоступного сигнала стандартного дальномерного кода дало мощный толчок для разработки применения СРНС в различных сферах деятельности. Область применения существенно расширилась после того, как были разработаны теория и аппаратура для измерений фазы несущей волны. При этом была достигнута точность миллиметрового уровня на расстояниях до нескольких километров.

С развитием спутниковых технологий стала неуклонно расширяться область их применения. Если первые наблюдения выполнялись исключительно для построения небольших опорных геодезических сетей (сетей сгущения и инженерных сетей в середине 80-х гг. прошлого столетия), то, постепенно доказывая превосходство новых технологий в точности, геодезисты перешли к построению государственных сетей (типа известной высокоточной сети NARN в США) и сверхточных геодинимических сетей. Из последних наиболее известна глобальная сеть Международной геодинимической службы, начавшая функционировать в 1994 г. [5]. Эта служба не только отслеживает динамику тектонических плит и совместно с Международной службой вращения Земли (МСВЗ) поддерживает общеземные системы ITRF, но и обеспечивает геодезистов данными измерений, полученными на станциях мировой сети, точными эфемеридами и другой информацией, крайне необходимой при выполнении работ самой высокой точности.

Одной из особенностей спутникового метода наблюдений является его способность определять местоположения как мгновенно, так и в течение очень длительного периода времени. Этот фактор делает спутниковый метод незаменимым в задачах мониторинга объектов с самой разнообразной динамикой. Метод пригоден как для мони-

торинга движений тектонических плит, имеющих скорости несколько сантиметров в год, так и для мониторинга космических объектов, имеющих скорости десятки километров в секунду.

Мониторинг среды (атмосферы) с применением GPS может выполняться в двух вариантах:

- спутниковый метод выступает только как средство геодезической привязки измерений параметров среды;

- сигналы от спутников GPS используются как носители информации о среде, через которую они прошли, то есть как средство дистанционного зондирования.

Как средство зондирования GPS успешно применяется для мониторинга состояния ионосферы и для определения осаждаемого количества паров воды. Последний вид мониторинга предопределил появление GPS-метеорологии.

Навигационные системы GPS и ГЛОНАСС создавались для целей навигации, то есть мониторинга передвижения мобильных объектов, поэтому они быстро нашли применение и во многих других областях. Мониторинг объектов можно разделить на две категории: мониторинг состояний (например, деформаций) и мониторинг положений. Мониторинг можно характеризовать по оперативности получения результата: от долей секунды до нескольких часов, суток и более. В первом случае подходит только кинематика реального времени, во втором случае возможны как статические, так и кинематические наблюдения.

Одна из первых работ по мониторингу деформаций проводилась в 1986–1987 гг. в провинции Альберта (Канада). Здесь были проведены работы по мониторингу деформаций газопровода. Для наблюдений использовался одночастотный пятиканальный фазовый GPS-приемник 4000SX (фирмы Trimble Navigation, США). Следует отметить трудности первых наблюдений: навигационная система еще полностью не развернута, недостаток спутников позволял делать лишь короткие сеансы (в пределах одного часа). Из-за неуверенности в объективности данных GPS-наблюдений работы были дополнены измерениями направлений, расстояний и превышений классическими методами геодезии с использованием теодолитов, электронных дальномеров и нивелиров. Уравнивание спутниковой сети продемонстрировало точность в базовых линиях $(5 \pm 15) \cdot 10^{-6}$ мм. Точность обычных наблюдений составляет от 3 до 6 мм, а на тех же линиях для GPS – от 5 до 20 мм. Авторы сделали вывод о том, что с использованием GPS достижимая точность составила 1–2 см и этого вполне достаточно для мониторинга газопровода [6].

Мониторинг деформаций инженерных сооружений (мостов, башен, труб и т. д.) с применением спутниковых технологий становится обычным явлением. В США появились компании, специализирующиеся на работах по мониторингу сооружений (например, Orion Monitoring Systems в г. Солт-Лейк-Сити, штат Юта, Condor Earth Technologies в г. Сонора, штат Калифорния), которые применяют те или иные технологии в зависимости от выбора заказчика. При этом точность спутникового метода (единицы миллиметров) на небольших расстояниях (до 1–2 км) часто уступает классическим методам. Главное преимущество GPS-мониторинга состоит в его непрерывном характере, что возможно и в реальном масштабе времени, и с последующей обработкой. Это особенно важно, когда альтернативой является ручная съемка, выполняемая с интервалом в год, полгода или ежемесячно. Тот факт, что GPS является очень точным средством, дает непрерывные измерения и не требует частой калибровки, обеспечивает большую степень доверия к фактически полученным деформациям.

В зависимости от типа сооружения и требований его владельцев используются множество приемников на исследуемом сооружении, а также множество базовых станций. Множество приемников на намеченном сооружении дают большую уверенность в том, что они точно контролируют его движение. Установка двух или более базовых станций вне сооружения, а затем наблюдение множества базовых линий до намеченно-

го сооружения, как и между базовыми станциями, гарантирует, что движение намеченного сооружения будет выявлено.

Весьма важным считается темп записи данных. Для зданий темп наблюдений должен быть очень высоким (до 20 Гц), но для плотин он может быть намного ниже (5 мин). Высокие частоты лучше подходят для захвата начала динамических деформаций у сооружений типа высоких зданий и мостов с длинным пролетами при их длительном мониторинге, в то время как низкие частоты больше подходят для медленно или импульсивно деформирующихся сооружений типа дамб с земляным заполнением и оползневых явлений [7].

GPS-измерения позволяют осуществлять контроль положения точек на теле плотины (на открытых участках) в режиме постоянного слежения с максимально доступной скоростью измерения положения до 20 раз в секунду [8]. Такие стационарно установленные в ответственных местах плотин GPS-приемники без дополнительных затрат трудовых ресурсов могут сократить объем обязательных геодезических наблюдений в разы и при этом осуществлять контроль положения контрольных точек практически в непрерывном режиме (рисунок 1). Возможности такой геодезической системы настолько широки, что позволяют регистрировать динамические нагрузки высокой частоты.



Рисунок 1 – Структурная схема наземной спутниковой системы GPS-мониторинга объекта

Организация и аппаратное оснащение гидротехнических объектов геодинамического мониторинга:

- глобальные навигационные спутниковые системы (GNSS);
- наземные или локальные системы позиционирования (LPS: роботизированные тахеометры, нивелиры, гидроуровни);
- датчики или сенсоры (LS: инклинометры, тензометры);
- сейсмометрические станции;
- программное обеспечение для анализа деформаций и управления аппаратными средствами.

Особенности спутниковой системы:

- возможность эксплуатации в режиме онлайн и офлайн;
- модульность исполнения, открытый интерфейс (к системе могут быть подключены практически любые аппаратные средства и измерительные комплексы, в т. ч. GeoMoS);
- коммуникация с помощью радиомодемов, GSM или соединительных кабелей;
- возможность удаленного технического обслуживания;
- возможность использования в любых климатических и топографических условиях.

Для комплексного автоматизированного мониторинга ГТС в режиме реального времени с успехом используются системы производства фирмы TOPCON (Япония), которые включают как GPS-системы, так и набор разнообразных датчиков, измеряющих вибрации, наклоны и другие виды деформаций [9].

Измеренные параметры передаются по системе сбора и передачи информации в центр автоматизированной обработки, где накапливаются и обрабатываются в режиме реального времени. В случае опасного развития деформационных процессов система дает предупреждение. Такими системами оснащаются наиболее ответственные ГТС, аварии на которых могут повлечь большие человеческие жертвы и материальные убытки [8].

В процессе мониторинга деформаций система обеспечивает [8]:

- моделирование классической геодезической сети и преобразование координат в систему пользователя;
- проверку стабильности опорных пунктов;
- фильтрацию и анализ данных (в т. ч. фильтрацию Кальмана, FEM);
- запись и графическое отображение информации (координат подвижных точек, результатов фильтрации, оценки дальнейшего поведения точек);
- обработку сейсмических материалов;
- подготовку прогноза развития деформаций;
- оповещение пользователей о достижении критических величин деформаций.

Обеспечение безопасности ирригационных систем и ГТС с учетом международного опыта представляется как системный процесс, который включает ряд взаимосвязанных процедур, ориентированных на предотвращение аварийных ситуаций, локализацию аварий при их возникновении, а также устранение их последствий. Меры предупреждения аварийных ситуаций на ГТС должны рассматриваться как непрерывная совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых этапов от проектирования, строительства и эксплуатации до эффективного управления этими объектами. Основой этому могут служить комплексные методы анализа состояния ГТС с использованием данных космического и наземного мониторинга.

Наземный мониторинг ГТС несколько шире, чем космический, и он наряду с результатами, получение которых возможно дистанционными методами, позволяет осуществлять более широкий спектр наблюдений, который касается в значительной степени непосредственно плотин (рисунок 2) [9]. Однако методы наземного мониторинга и состав инструментов контроля состояния ГТС, используемые в Казахстане, не учитывают сегодняшнее состояние и развитие систем измерения.



Рисунок 2 – Элементы системы DC3 (Deformation Control) наземно-космического мониторинга ГТС

В заключение следует отметить, что мониторинг технического состояния водохозяйственных объектов на основе спутниковых данных обладает рядом преимуществ: широким диапазоном точностей практически в глобальном масштабе от десятков метров до нескольких миллиметров; высокой производительностью труда (в 5–10 раз выше, чем в классических технологиях); экономической эффективностью вследствие отсутствия необходимости обеспечения прямой видимости между наблюдаемыми пунктами и строительства геодезических знаков; независимостью от погодных условий; высокой степенью автоматизации; возможностью выполнять наблюдения в движении и др. При внедрении подобных технологий для осуществления мониторинга ГТС в будущем необходимо будет учесть и недостатки: сравнительно высокую стоимость оборудования; более низкую точность при мониторинге сооружений в сравнении с наземной съемкой и др.

Список использованных источников

1 Кененбаев, Т. Требуется комплексная модернизация ирригации и дренажа в Казахстане. Орошение ждет кардинальных мер [Электронный ресурс] / Т. Кененбаев // АгроЖаршы. – 2012, сентябрь. – № 38(216). – Режим доступа: agrozharsky.kz/index.php?option=com...view.

2 Генике, А. А. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и ее применение в геодезии / А. А. Генике, Г. Г. Побединский. – М.: Картоцентр; Геодезиздат, 1999. – 272 с.

3 Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС / под ред. В. Н. Харисова, А. И. Перова, В. А. Болдина. – 2-е изд. – М.: ИПРЖР, 1999. – 560 с.

4 Антонович, К. М. Мониторинг объектов с применением GPS-технологий / К. М. Антонович, А. П. Карпик // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2004. – № 1. – С. 53–66.

5 GPS for geodesy / P. J. G. Teunissen, A. Kleusberg [eds.]. – Berlin: Springer, 1998. – 650 p.

6 Карпик, А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: моногр. / А. П. Карпик. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 260 с.

7 Жуков, Б. Н. Геодезический контроль инженерных объектов промышленных предприятий и гражданских комплексов / Б. Н. Жуков, А. П. Карпик. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 136 с.

8 Система мониторинга деформаций DC3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.cbgnnews.ru/.../sistema-monito...aczij-dc3.html, 2014.

9 Антонович, К. М. Спутниковый мониторинг земной поверхности / К. М. Антонович, А. П. Карпик, А. Н. Клепиков // Геодезия и картография. – 2004. – № 1. – С. 4–11.

УДК 631.1:631.5:628.1

О. И. Дементьева

Институт агроэкологии и природопользования Национальной академии аграрных наук Украины, Киев, Украина

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ РИСА ПРИ ПОЛИВАХ ВОДОЙ РАЗНОГО КАЧЕСТВА НА ЮГЕ УКРАИНЫ

Цель исследований – изучение вопроса о возможности использования для полива риса дренажно-сбросных вод рисовой системы, минерализация которых выше минерализации днепровской воды. Разбавление поливной воды Краснознаменской ороситель-

ной системы (днепровская вода – 75 %) дренажно-сбросными водами (25 %), по результатам трехлетних исследований, снизило качество и урожайность зерна риса всех изучаемых сортов всего лишь на 5,2–5,6 %, что математически несущественно. Таким образом, использование дренажно-сбросных вод путем смешивания их с днепровской водой способствует охране окружающей среды в рекреационной зоне и снижает себестоимость выращенного зерна.

Ключевые слова: орошение, плодородие почвы, минерализация воды, дренажно-сбросные воды, урожайность зерна, качество урожая.

Введение. На засоленных почвах рекреационной зоны юга Украины в недалеком прошлом была запроектирована и построена рисовая система. Многолетний опыт выращивания риса, как высокоэффективной мелиоративной культуры, демонстрирует целесообразность его выращивания и подтверждает его высокие потенциальные возможности [1, 2].

В течение 2012–2014 гг. нами совместно с учеными Института риса НААН Украины изучалась возможность выращивания раннеспелых и среднеспелых сортов риса при затоплении днепровской и смешанной водами. Раннеспелые представлены сортами Престиж, Серпневый, а среднеспелые – Виконт и Онтарио.

Материалы и методы. Опыты проводились на Краснознаменной оросительной системе. Почва опытных участков темно-каштановая слабосолонцеватая. Содержание гумуса в слое 0–30 см, по нашим наблюдениям, изменяется в пределах 2,0–2,2 %, в слое 30–50 см – 1,5–1,6 %. Реакция почвенного раствора в верхних слоях колеблется от слабощелочной (рН – 7,0–7,5) до щелочной (рН – 7,7–8,5). Количество подвижных форм азота составляло 30,7–37,0 мг/кг, фосфора – 18–24 мг/кг, калия – 265–330 мг/кг почвы.

Из минеральных удобрений под рис на изучаемых фонах орошения вносили сульфат аммония и сульфоаммофос. Орошение осуществлялось методом затопления, оросительная норма в годы исследований находилась в пределах 14,5–15,8 тыс. м³/га.

Опыты проводились на двух фонах: фон 1 – днепровская вода; фон 2 – смешанная вода. Днепровскую воду разбавляли дренажно-сбросными водами: днепровская вода – 75 %, дренажно-сбросные – 25 %, то есть в соотношении 3:1.

Результаты исследований. Днепровская вода имеет следующие показатели качества: рН – 8,2; минерализация – 294 мг/дм³ воды; содержание гидрокарбонатов – 173,8 мг/дм³, хлора – 38,9 мг/дм³, SO₄ – 73,3 мг/дм³, кальция – 46,8 мг/дм³, магния – 20,0 мг/дм³, Na + К – 43,7 мг/дм³. Кроме перечисленных анионов и катионов в днепровской воде содержится 0,22–0,32 мг/дм³ аммония, 1,7–2,2 мг/дм³ нитратов, 0,13–0,20 мг/дм³ фосфатов, которые обеспечивают питательную ценность поливной воды, однако в ней содержатся и нежелательные элементы, такие как железо, цинк, марганец, никель, медь. Но их количество значительно ниже величин предельно допустимой концентрации (ПДК) [3].

В дренажно-сбросных водах по сравнению с днепровской водой, как показали результаты наших исследований, минерализация значительно выше (520–800 мг/дм³), содержание хлора достигает 150–180 мг/дм³, Na + Ка – 60,0–70,0 мг/дм³.

Разбавление днепровской воды дренажно-сбросными водами обеспечивает допустимое качество оросительной воды для риса, о чем свидетельствуют результаты подсчета урожайности выращиваемой культуры в опытах (таблица 1).

По трехлетним экспериментальным данным, в условиях полива днепровской водой из исследуемых раннеспелых сортов (Престиж, Серпневый) (таблица 1) более урожайным оказался сорт Серпневый (9,41 т/га), а из среднеспелых – сорт Виконт (9,78 т/га). В условиях полива смешанной водой урожайность зерна раннеспелых и среднеспелых сортов была ниже всего на 0,5 т/га (5,2–5,6 %), что является математически несущественным.

Таблица 1 – Урожайность зерна сортов риса разных групп спелости в зависимости от качества поливной воды

Группа спелости	Исследуемый сорт, фактор В	Урожайность зерна в годы исследований			Средняя урожайность
		2012	2013	2014	
Полив днепровской водой, фактор А					
Раннеспелые	Престиж	6,37	7,40	9,38	7,72
	Серпневый	7,75	9,77	10,71	9,41
Среднеспелые	Виконт	9,21	11,30	8,83	9,78
	Онтарио	7,82	10,88	5,99	8,23
Полив смешанной водой, фактор А					
Раннеспелые	Престиж	6,10	7,04	8,94	7,36
	Серпневый	7,21	9,28	10,18	8,89
Среднеспелые	Виконт	8,66	10,75	8,40	9,27
	Онтарио	7,39	10,35	5,71	7,82
НСР ₀₅ , т/га, для фактора А		0,91	1,08	0,64	-
НСР ₀₅ , т/га, для фактора В		1,29	1,53	0,89	-
Взаимодействие факторов А, В		1,84	2,16	1,29	-

Разница в показателях качества зерна риса между сортами разных групп спелости и фонами орошения была несущественной (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели качества зерна риса разных групп спелости в зависимости от качества поливной воды

Группа спелости	Исследуемый сорт	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Пленчатость, %	Выход крупы, %
Полив днепровской водой					
Раннеспелые	Престиж	28,7	98,7	18,1	67,6
	Серпневый	25,7	94,0	20,4	66,6
Среднеспелые	Виконт	31,5	97,3	18,9	67,4
	Онтарио	33,3	92,3	17,6	67,6
Полив смешанной водой					
Раннеспелые	Престиж	28,2	98,2	17,8	67,4
	Серпневый	25,5	94,0	20,1	66,4
Среднеспелые	Виконт	30,9	96,8	18,6	67,1
	Онтарио	32,8	92,0	17,3	67,4

Выводы

1 Трехлетние исследования показали, что при использовании днепровской воды наилучшая урожайность риса была получена при возделывании раннеспелого сорта Серпневый (9,41 т/га) и среднеспелого сорта Виконт (8,83 т/га). При использовании смешанной воды урожайность составила соответственно 8,89 и 9,27 т/га. Различия в урожайности в вариантах полива днепровской и смешанной водой находились в пределах наименьшей существенной разницы.

2 Разница в показателях качества зерна риса различных сортов и на разных фонах орошения была несущественной.

3 Данные свидетельствуют о возможности выращивания культуры не только в условиях использования днепровской воды (Краснознаменская оросительная система), но и при ее смешивании с дренажно-сбросными водами в указанном соотношении (днепровская вода – 75 %, дренажно-сбросные воды – 25 %).

Список использованных источников

1 Родючість, продуктивність та ефективність використання ґрунтів рисових зрошувальних систем України: монографія / В. О. Ушкаренко, В. В. Морозов, О. В. Морозов [та ін.]. – Херсон, 2012. – 138 с.

2 Рис в Україні: колективна монографія / за ред. В. А. Сташука, А. М. Рокочинського, Л. М. Грановської. – Херсон: Грінь Д. С., 2014. – 976 с.

3 Якість зрошувальної води Краснознам'янського зрошувального масиву / О. В. Морозов, В. Г. Корнбергер, В. В. Морозов [та ін.]. – Херсон, 2013.

УДК 551.571

А. К. Кулик, М. В. Власенко

Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации, Волгоград, Российская Федерация

ВОДНЫЙ РЕЖИМ И БАЛАНС ВЛАГИ АРЧЕДИНСКО-ДОНСКИХ ПЕСКОВ¹

Целью исследований явилась количественная оценка площадей основных типов почв на ключевом участке Арчединско-Донского песчаного массива (балка Паницкая): дерново-степных средне- и маломощных, примитивных почв бугристых песков, лугово-дерново-степных почв; установление водно-балансовых характеристик на различных типах песчаных почв; изучение состояния и особенностей роста лесных культур, а также определение оптимальных форм хозяйственного использования песков. Проводилось изучение грунтовых вод и определение их роли в водопитании биогеоценозов, описание почвенных разрезов. При однозначном увлажнении атмосферными осадками формирование водного режима Арчединско-Донских песков зависит в основном от состояния растительного покрова и влагоемкости почвогрунтов. На востоке границы песчаного массива максимальный сток отмечен в роднике Чернополянский (100 л/с). Обследованные водотоки дают в сутки 103,7 тыс. м³, или в течение месяца 3,1 млн м³. Величина вытекания грунтового потока по западной границе Арчединско-Донских песков составляет 2,2 млн м³, что дает суммарный месячный сток 5,3 млн м³.

Ключевые слова: песчаный массив, типы песчаных почв, пресные грунтовые воды, сток, годовой водный баланс.

Введение. В связи с возрастающей потребностью населения в продуктах питания перед сельским хозяйством страны стоит одна из важнейших задач – вовлечение в хозяйственный оборот всех земельных ресурсов. Такими ресурсами в Волгоградской области являются песчаные земли. Они включают в себя комплексные почвы, особенностью которых является легкий гранулометрический состав, а также рыхлые песчаные накопления в виде бугров, барханов и гряд, лишенных напочвенного покрова. Эти песчаные ландшафты часто именуются просто песками.

Арчединско-Донские пески расположены в междуречье рек Арчеды, Медведицы и Дон на площади 310 тыс. га, из которых пески различных типов занимают 160 тыс. га, распахиваемые супеси – 74 тыс. га и пойменные земли – 76 тыс. га. Доминантными формами использования песчаных земель остаются пастбищное хозяйство и лесоразведение. Однако уменьшение выпасаемого на песках скота привело к интенсивному росту травостоя, масса которого на гумусированных песках достигла 2,5–3,0 т/га, что повлекло за собой увеличение транспирационного расхода фитоценозами и, соответст-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда и правительства Волгоградской области в рамках проекта научных исследований № 14-16-34-012.

венно, уменьшило поступление осадков к грунтовым водам. Травостои на песках часто выгорают и влекут за собой лесные пожары.

Для песков Арчединско-Донского массива промывной тип водного режима является преобладающим. Среднегодовая фильтрация осадков на землях Арчединско-Донского песчаного массива составляет 100 мм, что дает на весь массив 160,0 млн м³ воды. Одна треть этой воды (53,3 млн м³) проходит в первые два весенних месяца. В оставшийся период года средний месячный сток равен 10,3 млн м³ воды.

В последние годы возросла рекреационная, природоохранная и социальная роль песчаных земель как резерваций биоразнообразия степных ландшафтов и территорий, способных опреснять реки путем стабильного круглогодичного сброса пресных грунтовых вод. Объем такого стока при равновеликом увлажнении атмосферными осадками всецело зависит от вида угодий и форм хозяйственного освоения территорий. Зная водно-балансовые показатели лесных, сельскохозяйственных угодий, интегральные объемы сброса воды с территории массива, можно предложить адекватные схемы их агролесомелиоративного обустройства, которые обеспечат неистощительное водопитание речных систем и повышение рекреационного и санитарно-эстетического качества степных ландшафтов.

Цель исследований заключается в получении интегральной оценки Арчединско-Донского песчаного массива как наиболее крупного в Волгоградской области объекта стабильного, неистощительного водопитания речных систем, а также в разработке концептуальной модели его агролесомелиоративного освоения.

Материал и методы. Для определения объема внутрпочвенного стока с Арчединско-Донского песчаного массива был обследован ключевой участок на 7 км северо-западнее поселка Лог Фроловского района (балка Паницкая), заложенный в южной части арены на второй надпойменной террасе Дона с грядовыми и бугристыми песками в разной стадии зарастания. Общая площадь 5200 га.

Климат района исследований континентальный, умеренно аридный. Сумма годовых осадков 370 мм, среднегодовая температура плюс 7 °С, продолжительность безморозного периода 170 дней. Для данных песков характерен промывной тип водного режима. Ежегодно на территорию ключевого участка выпадает с осадками 19 млн м³ пресной воды.

Методика работ предусматривает определение площади основных типов почв и годового водного баланса ключевого участка. Для этого применялись общепринятые агролесомелиоративные и почвенно-гидрологические методики [1–5].

Для территориального выделения, определения типов песков Арчединско-Донского массива и занимаемых ими площадей были использованы космофотоснимки (КФС) М 1:1000000, выполненные в весенне-летне-осенние периоды; картографические материалы и литературные источники. Для дешифрирования КФС проведено маршрутное обследование территории с закладкой ландшафтно-экологических профилей и ключевых участков. Определялись рельеф местности, состояние почвенного покрова и растительности, уровень и уклоны грунтовых вод. Для определения площадей отдельных типов песков по космическим снимкам использовалась программа SAS Planet.

Наблюдения за уровнем грунтовых вод осуществлялись в смотровых скважинах диаметром 8–12 см на всех воднорегимных площадках. Глубина грунтовых вод измерялась хлопущкой с точностью до 0,5 см.

Расчет водного баланса осуществлялся по формуле:

$$\Delta B = (O_c + П_{пр}) - (И_{ф} + Г_{р} + Г_{рО}),$$

где ΔB – изменение запаса воды в почвогрунтах за определенное время:

- приходная часть:

O_c – вертикальные осадки (по данным метеостанций);

Ппр – поверхностный приток влаги на массив с площади водораздела по расчетным данным (с контролем объема стока в устьевой части балок);

- расходная часть:

Иф – испарение физическое в летний период [5];

Тр – транспирация растений, в том числе лесонасаждений; определялась методом расчета водного баланса, а также путем использования транспирационных коэффициентов и годичного прироста фитомассы на метровых площадках в пятикратной повторности. Транспирационный коэффициент, или удельный расход воды на формирование воздушно-сухой надземной растительной массы, взят равным 600 единицам [5];

ГрО – отток влаги в грунтовые воды (инфильтрация, гравитационный, внутрпочвенный сток); вычислялся водно-балансовым методом, а также на основе определения влажности почвогрунта и собранных материалов на гидрологическом комплексе ВНИАЛМИ.

Результаты и обсуждение. Рекогносцировочные обследования выявили современное состояние Арчединско-Донского песчаного массива, который является резервацией животного и растительного мира и выполняет природоохранную роль. Большие территории песков являются заросшими, их лесорастительные условия пестрые в зависимости от типов почв, глубины залегания грунтовых вод [6, 7]. Наиболее производительными участками являются низины с близкими грунтовыми водами. Древостои, произрастающие в этих местах, дают в год 3–4 т/га опада.

При однозначном увлажнении атмосферными осадками формирование водного режима зависит в основном от состояния растительного покрова и влагоемкости почвогрунтов.

В октябре были обследованы открытые водотоки по западной границе массива, где идет разгрузка грунтового потока, и по р. Арчедо, которая дренирует примерно половину площади песчаного массива.

Установлено, что в межень начало постоянного стока по реке фиксируется на восточной границе песчаного массива в районе усадьбы Арчединского лесничества. Выше по течению река представлена цепочкой небольших озер. В устье р. Арчеды в октябре дебит составил $1 \text{ м}^3/\text{с}$. Суммарный сток в родниках, общее число которых 15, равен 200 л/с. Максимальный сток отмечен в роднике х. Чернополянского (100 л/с). Обследованные водотоки дают в сутки 103,7 тыс. м^3 , или в течение месяца 3,1 млн м^3 . На всем протяжении западной границы массива имеются мочажины (понижения, находящиеся в более обводненном состоянии, чем другие элементы рельефа), образованные стоком грунтовой воды со стороны песков.

На ключевом участке Усть-Кундрюченских песков соотношение между количеством воды, вытекающей из родников, и воды с грунтовым потоком составило 1:0,7. По аналогии величина вытекания грунтового потока по западной границе Арчединско-Донских песков должна составить 2,2 млн м^3 , что дает суммарный месячный сток 5,3 млн м^3 . Это меньше расчетной среднемесячной величины, полученной с использованием величины фильтрации осадков. Связано это с расходами воды культурами сосны и колковыми лесами, которые занимают на песчаном массиве около 20 % площади.

Родниковая вода песчаного массива имеет превосходные питьевые качества, ультрапресная (0,08–0,10 г/л). В одном случае зафиксирована минерализация 1 г/л. Можно констатировать, что Арчединско-Донские пески способны обеспечить водой полумиллионный город. В настоящее время эта вода улучшает питьевые качества донской воды. Однако значительная часть ее расходуется пойменными ольховыми лесами.

Из-за малого количества скота пески покрываются плотной дерниной. Высота травостоя 40–60 см, а годовой прирост надземной фитомассы достигает 2,0–2,5 т/га,

что сокращает поступление атмосферных осадков в грунтовые воды и увеличивает число степных пожаров [8]. Фиксируется обмеление озер и сокращение дебита родников. Отмечается уменьшение дебита р. Арчеды на 0,5 м³/с с начала 1990-х гг. по настоящее время.

Почвы Арчединско-Донского массива промыты от солей. На открытых песках в котловинах выдувания фиксируемое количество водорастворимых солей снижается до 0,001 %. В большинстве случаев поверхностные горизонты, где аккумулируется растительный опад, имеют засоление 0,05–0,07 %. Незначительное накопление солей фиксируется в понижениях на лугово-болотных почвах. Связано оно с конденсацией (сгущением) почвенного раствора под действием растительности.

Плодородие песчаных почв с однозначными климатическими показателями имеет ведущее значение в формировании растительного покрова [9]. Песчаные земли обладают специфическими водно-физическими свойствами и в определенной степени подвижностью субстрата, что обусловило появление здесь растений-псаммофитов.

В результате анализа КФС были выделены и определены площади основных типов почв (таблица 1).

Таблица 1 – Типы песчаных почв и их площади

Тип песчаных почв	Площадь
Дерново-степные среднemocные (серопески)	1800
Дерново-степные маломocные	1200
Примитивные почвы бугристых песков	1680
Лугово-дерново-степные почвы (почвы древних водотоков)	520

В га

На КФС четко фиксируются контуры почвенных разностей и ландшафтных комплексов, а также водоток со стороны балки Паницкой, который пересекает ключевой участок в широтном направлении и представлен комплексным почвенным покровом древних водотоков. По трассе водотока имеются пятна темноцветного глинистого аллювия с хорошо развитой растительностью, представленной ольхой (*Alnus glutinosa*), тополем белым (*Populus alba L.*), кленом татарским (*Acer tataricum L.*).

Дерново-степные среднemocные почвы (серопески). Имеют полого-бугристый рельеф с высотой бугров до 3 м. Пески заросшие, проективное покрытие 70–80 %. Основные представители травянистой растительности: житняк (*Agropyrum cristatum*), полынь песчаная (*Artemisia arenaria*), тысячелистник (*Achillea millefolium L.*), цмин песчаный (*Helichrysum arenarium L.*). Объем фитомассы 20 ц/га. Древесная растительность приурочена к потяжинам и понижениям с близким (до 0,5 м) уровнем грунтовых вод, представлена колковыми лесами с участием березы (*Betula pubescens*, *Betula pendula*), ольхи (*Alnus glutinosa*), осины (*Populus tremula*), по увалам встречается куртинами можжевельник казацкий (*Juniperus sabina*).

Описание почвенного разреза:

A₁ (0–40 см) – аккумулятивный гумусовый горизонт, песчаный, темно-серого цвета, книзу светлеет, пронизан корнями, слабоуплотненный;

B₁ (40–80 см) – слабовыраженный уплотненный иллювиальный горизонт;

C₁ (80–160 см) – желто-серый мелкозернистый пылеватый песок;

A₂ (160–180 см) – погребенный гумусовый горизонт, подстилается маломocными зернистыми кварцевыми песками на глубине 200 см;

D₁ (200–300 см) – глинисто-песчаный водоупорный горизонт.

Дерново-степные маломocные почвы. Рельеф средне- и мелкобугристый с высотой бугров до 4 м. Происхождение данного типа связано с разрушением волнисто-всхолмленных участков серопесков вследствие чрезмерного выпаса скота. Местами

еще можно наблюдать остатки погребенной серопесчаной почвы. Средняя степень покрытия песка растительностью 30–40 %. Основные представители травянистой растительности: житняк (*Agropyrum cristatum*), полынь песчаная (*Artemisia arenaria*), тысячелистник (*Achillea millefolium L.*), цмин песчаный (*Helichrysum arenarium L.*), ракитник русский (*Cytisus ruthenicus*). Урожайность до 10 ц/га.

Описание почвенного разреза:

A (0–10 см) – малогумусный светло-серый, пронизан корнями;

B₁ (0–30 см) – слабо выражен;

C (30–120 см) – песок серовато-желтого цвета рыхлый мелкозернистый;

D₁ (20–140 см) – суглинистый горизонт, серого цвета, сырой; на нем возможна верховодка;

C₂ – серовато-желтого цвета на глубину бурения до 320 см.

Примитивные почвы бугристых песков. На ключевом участке представлены грядовым рельефом, с высотой гряд до 10 м, располагаются перпендикулярно преобладающим в регионе юго-восточным ветрам. Состав растительности на склонах и вершинах гряд большим разнообразием не отличается. Здесь преобладают псаммофиты, приспособленные к выдуванию и засыпанию: овес щетинистый, или песчаный (*Avena strigosa Schreb.*); полынь песчаная (*Artemisia arenaria*). В межгрядовых понижениях встречаются ракитник (*Cytisus ruthenicus*), ивы (*Salix carpea*, *Salix fragilis*, *Salix repens*, *Salix rasmarinifolia*), можжевельник казацкий (*Juniperus sabina*), что объясняется лучшей водообеспеченностью. Урожайность до 5 ц/га.

Водный режим песчаного массива формируется в зависимости от влагоемкости почвогрунтов, плотности растительного покрова и глубины залегания грунтовых вод [10, 11].

Отток влаги, наблюдаемый на участках с промывным типом водного режима, целиком уходит с грунтовым потоком в речные системы при условии отсутствия растительности, потребляющей грунтовые воды. При наличии растительности фильтрующаяся вниз влага через корневые системы возвращается вверх и уходит на транспирацию. Также атмосферная влага расходуется на физическое испарение и депонирование в органических структурах.

Выявлено, что из среднегодового количества осадков (370 мм) на ключевом участке на Арчединско-Донских песках в районе балки Паницкой в холодный период выпадает 160 мм, в теплый – 210 мм (таблица 2).

Таблица 2 – Годовой водный баланс ключевого участка на Арчединско-Донских песках в районе балки Паницкой

Тип песчаных почв	Статья водного баланса					
	площадь, га	осадки, мм	физическое испарение, мм	транспирация, мм	сток (–), приток (+), мм	сток (–), приток (+), млн м ³
1	2	3	4	5	6	7
1 Дерново-степные среднетощие (серопески)	1800	370				
а) естественные леса и кустарники	720		166	300	+96	+0,7
б) песчано-степная травянистая растительность (15 ц/га)	1080		148	150	–72	–0,8
2 Дерново-степные маломощные (10 ц/га)	1200		148	100	–122	–1,5

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
3 Прimitивные почвы бугристых песков (5 ц/га)	1680		148	50	-172	-2,9
4 Лугово-дерново-степные почвы (почвы древних водотоков)	520		180	350	+178	+0,9
Сумма	5200				-70	-3,6

Стабильное увлажнение почв начинается в октябре-ноябре. К началу зимы пески промачиваются до 60 см. Резкое увлажнение почвогрунта (с 2 до 6 %) связано со снеготаянием и происходит в начале марта. Иссущение песков отмечается по всей глубине промачивания, начинается в последней декаде апреля и идет до августа. К августу доступная почвенная влага (весенних запасов) расходуется на испарение, транспирацию и гравитационный сток в грунтовые воды. В летний период иссущение захватывает толщину почвогрунта до глубины 200 см. Годовая величина физического испарения составляет 40–45 % от величины выпавших осадков. Максимальные величины испарения характерны для мест с большой наземной биомассой (10–15 т/га), которая задерживает на себе значительное количество осадков.

В результате проведенных водно-режимных исследований выявлено, что на ключевом участке (балка Паницкая) среднегодовая фильтрация осадков с учетом расхода воды колковыми лесами, которые занимают здесь 24 % общей площади, составила 70 мм, или 3,6 млн м³.

Выводы

1 При однозначном увлажнении атмосферными осадками формирование водного режима Арчединско-Донских песков зависит в основном от состояния растительного покрова и влагоемкости почвогрунтов. На востоке границы песчаного массива максимальный сток отмечен в роднике Чернополянский (100 л/с). Обследованные водотоки дают в сутки 103,7 тыс. м³, или в течение месяца 3,1 млн м³. Величина вытекания грунтового потока по западной границе Арчединско-Донских песков составляет 2,2 млн м³, что дает суммарный месячный сток 5,3 млн м³.

2 Из-за малого количества скота пески покрываются плотной дерниной. Высота травостоя составляет 40–60 см, а годовой прирост надземной массы достигает 2,0–2,5 т/га, что сокращает поступление атмосферных осадков в грунтовые воды и увеличивает число степных пожаров. Фиксируется обмеление озер и сокращение дебита родников. Отмечается уменьшение дебита р. Арчеды на 0,5 м³/с с начала 1990-х гг. по настоящее время.

3 Для стабилизации водопитания подземных вод и уменьшения пожароопасности территории на пески целесообразно запустить скот, лошадей и овец (50 тыс. голов), что приведет к частичному стравливанию травостоя. Необходимо сохранить лесистость территории на уровне 20–25 % и осуществить эксплуатационные рубки товарных ольховых лесов на пойменных участках и в колках, что также будет способствовать увеличению водоотдачи песчаного массива и не повлияет на продуктивность ольшаников.

На супесчаных землях массива целесообразно также ввести кормовые почвозащитные севообороты с многолетними травами. При распашке участков под бахчевые площадью 100 га и более необходимо соблюдать противоэрозионные меры, т. к. при повторе весенних пыльных бурь это может привести к катастрофическому разрушению легких почв.

Список использованных источников

1 Алпатьев, А. М. Влагообороты в природе и их преобразования / А. М. Алпатьев. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 234 с.

2 Брылев, В. А. Родники и реки Волгоградской области / В. А. Брылев, Н. А. Самусь, Е. Н. Славгородская. – Волгоград: Альянс, 2006. – 360 с.

3 Воронков, Н. А. Роль лесов в охране вод / Н. А. Воронков. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 186 с.

4 Высоцкий, Г. Н. Избранные труды / Г. Н. Высоцкий. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 435 с.

5 Кулик, Н. Ф. Водный режим песков аридной зоны / Н. Ф. Кулик. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 277 с.

6 Каталог основного видового состава растений песчаных массивов р. Дон и его притоков / Программы для ЭВМ, базы данных и топологии интегральных микросхем (реестр баз данных): пат. 2015620034 Рос. Федерация / Кулик А. К., Манаенков А. С., Власенко М. В.; заявитель и патентообладатель Всероссийский науч.-исслед. ин-т агролесомелиорации. – № 2014621513/69; заявл. 13.11.14; опубл. 12.01.15.

7 Власенко, М. В. Лекарственные растения в природном комплексе: моногр. / М. В. Власенко, О. М. Баранова, Ю. М. Пучков. – Астрахань: Сорокин Р. В., 2011. – 292 с.

8 Власенко, М. В. Продуктивность и флористическое разнообразие пастбищ Сарпинской низменности под влиянием фитомелиорации: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Власенко Марина Владимировна. – Волгоград, 2014. – 22 с.

9 Физико-химические характеристики почв Северо-Западного Прикаспия и пути сохранения и воспроизводства их плодородия в полупустынной зоне европейской части РФ / В. И. Мухортов, В. А. Федорова, Е. В. Сердюкова, М. В. Власенко // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – М., 2011. – № 2. – С. 32–39.

10 Кулик, А. К. Опреснение и водность р. Кумылги под влиянием песков / А. К. Кулик, М. В. Власенко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – Вып. 56. – Ч. 2. – С. 14–19.

11 Кулик, А. К. Влияние песчаных массивов на опреснение и повышение водности рек Донского бассейна / А. К. Кулик // Вестник РАСХН. – 2014. – № 2. – С. 39–42.

УДК 631.671:631.674:631.675

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

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Энгельс, Российская Федерация

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ СОИ НА ОСНОВЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ В ПОВОЛЖЬЕ

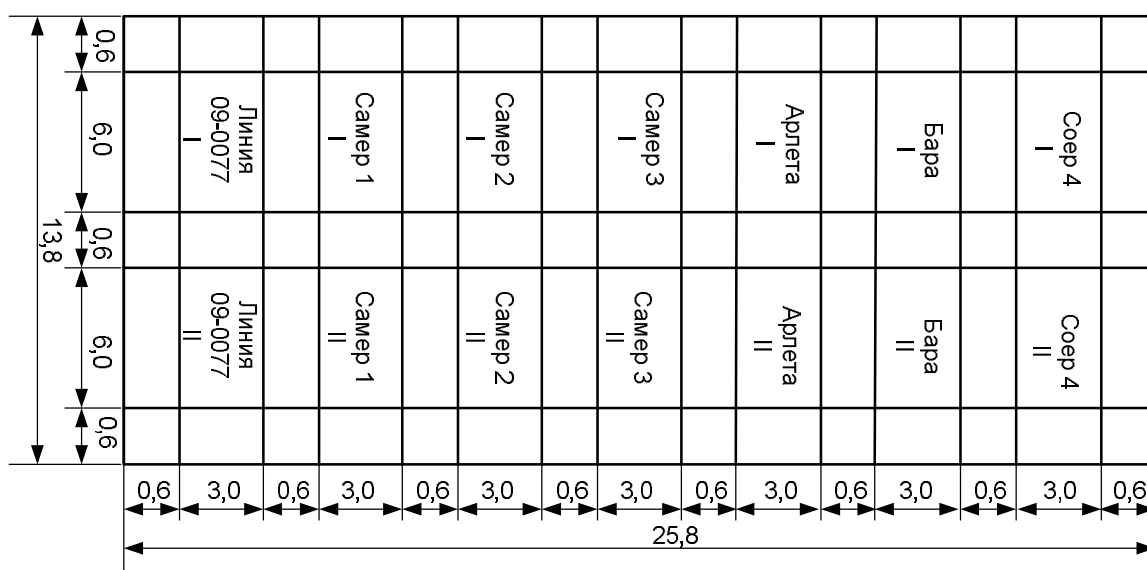
Цель исследований – изучить влияние основных элементов ресурсосберегающей технологии возделывания сои при орошении в условиях сухостепной зоны Поволжья на ее урожайность и экономическую эффективность. Изучались различные сорта сои при ее возделывании с междурядьем 0,15 и 0,30 м на фоне дифференцированного режима орошения. Доказана экономическая целесообразность возделывания сои при орошении: чистый доход может составить от 39166 до 49166 руб./га при урожайности 2,5–3,0 т/га и цене реализации 20000 руб./т. Лучшими сортами для условий Поволжья при орошении являются Л-09-0077 и Бара при возделывании с междурядьем 0,15 м и Соер-4 и Арлета при возделывании с междурядьем 0,30 м.

Ключевые слова: посев, соя, орошение, полив, влагообеспеченность, водопотребление, мелиоративная ресурсосберегающая технология, экономическая эффективность.

Введение. В условиях сухостепной зоны Поволжского региона перспективно возделывать на орошаемых землях сою. Основными элементами ресурсосберегающей технологии возделывания сои являются правильный выбор сортов сои для условий Поволжья при орошении, обоснование ширины междурядий индивидуально для каждого сорта, а также дифференцированный режим орошения. Дифференцированное орошение является одним из ресурсосберегающих этапов в технологии возделывания, позволяющим получать планируемые урожаи зерна сои, и приемом оптимизации воздействия на орошаемые площади.

Разработанные режимы орошения также обеспечивают благоприятный водный баланс и предотвращают ухудшение мелиоративной обстановки.

В Поволжье режиму орошения принадлежит решающее значение в комплексе агромелиоративных мероприятий по возделыванию сои. Схема полевого опыта по разработке технологического процесса возделывания перспективных сортов сои в условиях орошения в сухостепной зоне Поволжского региона представлена на рисунке 1.



Площадь опыта – 356 м²
 Площадь опытной делянки – 18 м²
 Площадь учетной делянки – 15 м²
 Защитные полосы – 0,6 м
 I – междурядье 0,15 м
 II – междурядье 0,30 м

Рисунок 1 – Схема полевого опыта по изучению элементов ресурсосберегающей технологии возделывания сои

Наблюдения в опытах проводились в соответствии с общепринятыми методиками полевого опыта («Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур», 1985; «Рекомендациями по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте» НИИСХ Юго-Востока, 1973; ВНИИМК, 1983; «Методикой полевого опыта» Б. А. Доспехова, 1985).

На посевах сои систематически проводились наблюдения за влагозапасами почвы в периоды вегетации. Назначение поливов в течение вегетационного сезона проводили по общепринятым методикам и данным влагообеспеченности почвы [1].

При проведении исследований по дифференциации режимов орошения при возделывании семенных посевов перспективных сортов сои применяли нормированное орошение способом дождевания [2].

Условно вегетационный период развития сои можно разделить на три периода: первый период – от сева до начала цветения; второй период – начало цветения – молочная спелость; третий период – налив зерна – созревание.

Результаты и обсуждение. В начале вегетации влажность почвы в пахотном слое составила 83 % от наименьшей влагоемкости (НВ), в подпахотном – 78 %, в метровом слое влажность почвы была на уровне 78–83 %. По мере роста и развития сои различных сортов произошло снижение влажности, и в период образования 5-го настоящего листа она снизилась до 73 % НВ в расчетном слое почвы 0–50 см.

В период цветения и формирования бобов сои допускалось снижение влажности почвы до 64 % НВ в слое 0–80 см. В период налива зерна и молочной спелости влажность почвы не опускалась ниже 65 % НВ.

Как правило, для поддержания необходимого уровня влажности почвы требуется проведение предпосевного полива. Однако, так как на момент сева в 50-сантиметровом слое почвы влажность составила 90,8 % НВ, предпосевной полив не проводился. Проведено три вегетационных полива нормами 250, 550 и 550 м³/га соответственно.

Анализ данных по влагообеспеченности сортов сои характеризует вегетационный период как умеренно засушливый. Оросительная норма составила 1350 м³/га, что при сумме выпавших осадков в этот период обеспечило достаточное увлажнение корнеобитаемого слоя (таблица 1).

Таблица 1 – Сроки поливов, поливные и оросительная нормы на посевах сои

Полив	Дата полива		Предполивная влажность почвы в расчетном слое, % НВ	Поливная норма, м ³ /га
	рекомендуемая	фактическая		
1-й вегетационный	3-я декада мая	3-я декада мая	70	250
2-й вегетационный	1-я декада июля	1-я декада июля	65	550
3-й вегетационный	3-я декада июля	1-я декада августа	60	550
Оросительная норма, м ³ /га				1350

В отдельные периоды роста и развития сои влажность почвы не опускалась ниже рекомендованных значений. Из таблицы 1 видно, что первый вегетационный полив проведен при 70 % НВ, это и обусловило невысокую поливную норму (250 м³/га).

Второй вегетационный полив проведен в соответствии с намеченным режимом орошения. Норма полива при этом составила 550 м³/га.

Третий вегетационный полив также был проведен в соответствии с режимом орошения нормой 550 м³/га. Согласно сложившимся природно-климатическим условиям в течение сезона вегетации сои при суховейных явлениях возможны небольшие отклонения при проведении поливов, которые не приводят к потере урожая.

Режим орошения посевов сои дифференцируется по фазам роста и развития растений. В первый период (всходы – начало цветения) вегетационные поливы назначают при влажности слоя почвы 0–50 см 70 % НВ; в период максимального водопотребления (цветение – молочная спелость зерна) влажность почвы в слое 0–80 см не должна опускаться ниже 75 % НВ; в период созревания зерна влажность почвы должна составлять 65–70 % НВ [3, 4].

Дифференциация режимов орошения позволяет подбирать оптимальные нормы для получения планируемых урожаев семян перспективных сортов сои, а также проводить агротехнологические мероприятия по водосбережению.

Обоснованный режим орошения сои должен способствовать повышению производительности 1 га орошаемой площади, получению высокого качества зерна, рациональному использованию водных ресурсов и отвечать требованиям сохранения благоприятной агроэкологической мелиоративной обстановки на посевных площадях сои.

В таблице 2 представлены данные, характеризующие изменение урожайности сои в зависимости от ширины междурядий посевов при оросительной норме 1350 м³/га.

Наиболее эффективным оказался сорт Бара, урожайность которого практически не зависит от ширины междурядий посевов. При ширине междурядий 0,15 м хорошо себя проявляют сорта Самер 2, Самер 1, Арлета и гибрид Л-09-0077. Сорта Арлета и Соер 4 достигли максимума урожайности при посеве с междурядьем 0,30 м. Наибольшая стоимость продукции получена при возделывании вышеназванных сортов.

Таблица 2 – Зависимость урожая сои от ширины междурядий при орошении

Сорт сои	Оросительная норма, м ³ /га	Урожайность, т/га		Цена реализации, тыс. руб./т	Стоимость зерна сои, тыс. руб./га	
		междурядье 0,15 м	междурядье 0,30 м		междурядье 0,15 м	междурядье 0,30 м
Л-09-0077	1350	3,46	2,25	20,0	69,2	45,0
Самер 3		2,54	2,56		50,8	51,2
Самер 2		3,05	2,06		61,0	41,2
Самер 1		2,83	2,46		56,6	49,2
Арлета		2,93	3,10		58,6	62,0
Бара		3,05	3,12		61,0	62,4
Соер 4		2,29	3,44		45,8	68,8

Возделывание сои в условиях сухостепной зоны Поволжья при орошении является экономически целесообразным для обеспечения белковым сырьем пищевой промышленности. Экономическая эффективность производства сои представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Экономическая оценка возделывания сои

В руб./га

Показатель	Сумма
Урожайность зерна сои, т/га	2,5–3,0
Цена реализации семян сои, руб./т	20000
Доход от реализации семян, руб./га	50000–60000
Затраты всего, руб./га, в том числе:	10834
лущение стерни на 8–10 см	660
вспашка на 25–27 см	1166
боронование в два следа	308
культивация на 8–10 см	462
подвоз, погрузка и разгрузка семян	1200
семена сои:	
- с опытного поля ВолжНИИГиМ	1432
- приобретенные	2990
обработка семян препаратом «Ризобакт СП»	200
поливы за сезон вегетации	2416
Чистый доход, руб./га	39166–49166

Рассматривая структуру себестоимости сои, можно сказать, что, применяя агротехнологии, разработанные в ВолжНИИГиМ, рентабельно возделывать сою в севооборотах сухостепной зоны Поволжского региона при орошении. Наибольший удельный вес в затратах имеет оплата поливной воды. При цене оросительной воды 1,79 руб./м³ затраты на воду составили 2416 руб./га, что составляет 22,3 %.

В результате при соблюдении всех изученных элементов технологического процесса, при урожайности 2,5–3,0 т/га и цене реализации 20000 руб./т чистый доход от возделывания сои может составить от 39166 до 49166 руб./га.

Выводы

1 Режим орошения посевов сои дифференцируется по фазам роста и развития растений. В первый период (всходы – начало цветения) вегетационные поливы назначаются при влажности слоя почвы 0–50 см 70 % НВ; в период максимального водопотребления (цветение – молочная спелость зерна) влажность почвы в слое 0–80 см не должна опускаться ниже 75 % НВ; в период созревания зерна влажность почвы должна составлять 65–70 % НВ.

2 Наиболее урожайными при междурядье 0,15 м являются сорта Л-09-0077 (3,46 т/га), Самар 2 и Бара (по 3,05 т/га); при междурядье 0,30 м – сорта Арлета (3,10 т/га) и Соер 4 (3,44 т/га).

3 Возделывание сои в условиях сухостепной зоны Поволжья на фоне орошения экономически целесообразно при соблюдении основных элементов ресурсосберегающей технологии ее возделывания, разработанной в ВолжНИИГиМ; чистый доход может составить от 39166 до 49166 руб./га при урожайности 2,5–3,0 т/га и цене реализации 20000 руб./т.

Список использованных источников

1 ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. – Введ. 1990-06-01. – М.: Стандартинформ, 2006. – 8 с.

2 Шадских, В. А. Особенности типового технологического процесса возделывания сои на зерно в Саратовском Поволжье / В. А. Шадских, В. О. Пешкова, В. Е. Кижаяева // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: материалы междунар. конф. / МичГАУ. – Мичуринск, 2014. – С. 62–69.

3 Завадский, М. С. Дифференцированные режимы орошения сои на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Завадский Игорь Сергеевич. – Саратов, 2009. – 21 с.

4 Рекомендации по интенсивной технологии возделывания сои на орошаемых землях Саратовской области / В. А. Нагорный, В. А. Шадских, П. Е. Губанов, Ю. И. Панченко; ФГНУ «ВолжНИИГиМ». – Саратов, 2008. – 19 с.

УДК 626.83.001.25

А. Е. Шепелев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАВУЧЕЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье раскрыт вопрос проведения мероприятий, обеспечивающих безопасность при организации эксплуатации плавучей насосной станции мелиоративного назначения. Под обеспечением безопасности на мелиоративной плавучей насосной станции подразумевается комплекс организационно-хозяйственных мероприятий, способствующих поддержанию безаварийной обстановки и максимальному уменьшению риска возникновения чрезвычайных ситуаций в зоне сооружений комплекса насосной станции. Состав мероприятий включает в себя соблюдение требований техники безопасности при эксплуатации, охрану плавучей насосной станции с оборудованием и техническими устройствами, оснащенность персонала станции средствами связи и защиты, соблюдение требований пожарной безопасности, электробезопасности, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях, соблюдение мероприятий, обеспечивающих защиту водоемисточника от загрязнения.

Ключевые слова: безопасность, охрана, защита, эксплуатация, мероприятие, плавучая насосная станция.

Безопасность плавучих насосных станций (ПНС) мелиоративного назначения – это свойство сооружения, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов [1].

Под обеспечением безопасности на мелиоративных ПНС подразумевается комплекс организационно-хозяйственных работ, способствующих поддержанию безаварийной обстановки и максимальному уменьшению риска возникновения чрезвычайных ситуаций в зоне сооружений комплекса насосной станции [2].

Состав мероприятий [3]:

- соблюдение требований техники безопасности при эксплуатации;
- охрана ПНС с оборудованием и техническими устройствами;
- оснащённость персонала ПНС средствами связи;
- оснащённость персонала ПНС средствами защиты;
- соблюдение требований пожарной безопасности, охраны труда, электробезопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях;
- соблюдение мероприятий, обеспечивающих защиту водисточника от загрязнения.

1 Требования техники безопасности при эксплуатации

При эксплуатации ПНС необходимо соблюдать требования пожарной безопасности, охраны труда, электробезопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях, которые регламентируются следующими правовыми и нормативно-техническими документами:

- Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [4];
- ГОСТ 31839 «Насосы и агрегаты насосные для перекачки жидкостей. Общие требования безопасности» [5];
- ГОСТ 12.0.230 ССБТ «Системы управления охраной труда. Общие требования» [6];
- ГОСТ Р 22.1.12 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования» [7];
- ГОСТ Р 12.1.019 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» [8];
- ГОСТ 12.0.004 ССБТ «Организация обучения безопасности труда. Общие положения» [9];
- Правила по охране труда при проведении мелиоративных работ ПОТ РО [10];
- Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок [11];
- Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения [12];
- Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (машин) [13];
- Постановление Правительства РФ от 12 августа 2010 г. № 623 «Технический регламент о безопасности объектов внутреннего водного транспорта» [14];
- СанПиН 2.5.2-703-98 «Суда внутреннего и смешанного (река – море) плавания» [15];
- Правила по охране труда на судах морского и речного флота [16].

2 Охрана

Охрана ПНС производится штатом сторожей по правилам обычной охраны.

Допуск посторонних лиц на территорию ПНС или в помещения станции

разрешается только в сопровождении обслуживающего персонала при наличии пропуска, разрешения управления эксплуатации плавучей насосной станции.

3 Оповещение о чрезвычайных ситуациях

Экипаж ПНС должен быть оснащен средствами связи (телефонной, радиотелефонной, радиосвязью).

Сигнальные средства устанавливаются в соответствии с требованиями Правил Российского Речного Регистра для стоечных судов [17].

4 Обеспечение коллективной и индивидуальной защиты

Аварийно-спасательные формирования подтверждаются приказом руководителя эксплуатирующей организации.

Судовые устройства должны отвечать своему назначению и соответствовать требованиям Российского Речного Регистра в объеме надзора [17].

5 Противопожарная защита

Мероприятия по действиям персонала в случае пожара на ПНС указываются в инструкции по пожарной безопасности, которая разрабатывается и утверждается эксплуатирующей организацией.

6 Система охранного освещения

Система охранного освещения судна должна отвечать своему назначению и соответствовать требованиям Российского Речного Регистра в объеме надзора [17].

7 Экологическая безопасность

Эксплуатирующей организацией должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие экологическую безопасность при эксплуатации.

Мероприятия должны соответствовать основным принципам, заложенным в стандартах ГОСТ Р ИСО серии 14000, и проводиться с соблюдением требований земельного, водного законодательства Российской Федерации, а также законодательства Российской Федерации об охране окружающей среды, о недрах, о растительном и животном мире [18–21].

На основании вышеизложенного можно сделать следующий вывод: под обеспечением безопасности на мелиоративных ПНС подразумевается соблюдение требований по безопасной эксплуатации ПНС мелиоративного назначения и проведение мероприятий, которые позволят обеспечить защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и водохозяйственных объектов.

Список использованных источников

1 Шепелев, А. Е. Регулирование отношений в сфере обеспечения безопасности плавучих насосных станций мелиоративного назначения / А. Е. Шепелев // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – Вып. 54. – С. 75–79.

2 Шепелев, А. Е. Требования к основным положениям нормативных документов в области эксплуатации мелиоративных насосных станций [Электронный ресурс] / А. Е. Шепелев, А. С. Штанько // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 1(05). – 5 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=82&id=96>.

3 Шепелев, А. Е. Эксплуатация плавучих насосных станций мелиоративного назначения (на примере Астраханской области): науч. обзор / А. Е. Шепелев, А. А. Чураев, А. С. Штанько; ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2014. – 45 с. – Деп. в ВИНТИ 14.05.2014, № 126-В2014.

4 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ: по состоянию на 13 июля 2015 г. // Гарант Эксперт

2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015. – 160 с.

5 ГОСТ 31839. Насосы и агрегаты насосные для перекачки жидкостей. Общие требования безопасности. – М.: Стандартинформ, 2013. – 26 с.

6 ГОСТ 12.0.230 ССБТ. Системы управления охраной труда. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2007. – 30 с.

7 ГОСТ Р 22.1.12. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2005. – 27 с.

8 ГОСТ Р 12.1.019 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Стандартинформ, 2010. – 32 с.

9 ГОСТ 12.0.004 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения. – М.: Стандартинформ, 2010. – 16 с.

10 Правила по охране труда при проведении мелиоративных работ ПОТ РО: утв. Приказом Минсельхоза РФ от 10 февраля 2003 г. № 50 // Гарант Эксперт 2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015. – 29 с.

11 Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок // Гарант Эксперт 2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015. – 139 с.

12 Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения // Гарант Эксперт 2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015. – 105 с.

13 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (машин) // Гарант Эксперт 2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015. – 230 с.

14 Технический регламент о безопасности объектов внутреннего водного транспорта: Постановление Правительства РФ от 12 августа 2010 г. № 623: по состоянию на 30 апреля 2015 г. // Гарант Эксперт 2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015. – 171 с.

15 СанПиН 2.5.2-703. Суда внутреннего и смешанного (река – море) плавания. – М.: ИнтерСЭН, 1999. – 150 с.

16 Правила по охране труда на судах морского и речного флота // Гарант Эксперт 2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015. – 203 с.

17 Российский Речной Регистр: Распоряжение Минтранса России от 9 сентября 2013 г. № МС-89-р: по состоянию на 9 сентября 2013 г. // Гарант Эксперт 2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015. – 2825 с.

18 Земельный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ: по состоянию на 13 июля 2015 г. // Гарант Эксперт 2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015. – 193 с.

19 Водный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ: по состоянию на 13 июля 2015 г. // Гарант Эксперт 2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015. – 60 с.

20 Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ: по состоянию на 13 июля 2015 г. // Гарант Эксперт 2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015. – 73 с.

21 О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ: по состоянию на 13 июля 2015 г. // Гарант Эксперт 2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015. – 50 с.

УДК 631.672.4

М. А. Ляшков, С. М. Васильев, Ю. Е. Домашенко

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РАЗРАБОТКИ ПЛАНОВ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Описан метод составления системного плана водораспределения на основе внутрихозяйственных планов водопользования. Представлены формулы для получения данных, которые могут быть использованы при определении подекадной подачи воды в голову магистральных каналов.

Ключевые слова: водозабор, магистральный канал, водопользование, водораспределение, оросительная система, составление системного плана водораспределения.

Исследования, проводимые в области планирования водопотребления, показывают целесообразность применения экономически и агроэкологически обоснованных планов водопользования, которые позволят улучшить техническую эксплуатацию оросительной сети, эффективно использовать имеющиеся водные и энергетические ресурсы на системах, повысить урожайность сельскохозяйственных культур, снизить опасность развития негативных явлений в зоне влияния оросительных систем, улучшить мелиоративное состояние земель, повысить плодородие почв и в конечном счете обеспечить благоприятную экологическую обстановку на системах.

Распределение и использование воды во всех звеньях оросительной системы осуществляют на основе хозяйственных планов водопользования и системного плана водораспределения.

Системный план водораспределения составляют на основе планов водопользования отдельных хозяйств при увязке их с режимом водоисточника орошения, пропускной способностью магистральных каналов, мелиоративными условиями системы [1].

Хозяйственный план водопользования – часть производственного плана хозяйства. Его составляют для организации водообеспечения каждого поля в соответствии с требуемыми режимами орошения сельскохозяйственных культур и с учетом организации территории и труда. При этом устанавливают режим орошения каждой культуры; суточные площади полива; расходы воды, подаваемые в оросительные каналы всех порядков; сроки работы каналов [1].

Основой работы всей оросительной системы являются системные планы водораспределения. Планирование водопользования на оросительных системах заключается в планировании забора воды из источника и последующем распределении и подаче ее в хозяйства-водопользователи.

С целью установления размеров, порядка и сроков подачи воды хозяйствам, обслуживаемым данной оросительной системой, составляются системные планы водораспределения.

Основой для составления системных планов водопользования служат хозяйственные планы водопользования [2].

Системный план водораспределения включает:

- ведомость использования орошаемых земель;
- календарный план полива по каждой сельскохозяйственной культуре;
- план проведения поливов сельскохозяйственных культур;
- план водоподачи в систему;
- план водозабора в систему;

- сводный календарный план водозабора, водоподачи по системе;
- ведомость расчетных расходов (горизонтов) источника орошения с указанием возможного забора воды в систему;
- график распределения воды по системе.

Для составления системных планов необходимы следующие материалы [2]:

- план или подробная схема оросительной системы с указанием всей постоянной оросительной сети, ее технической характеристики; границ хозяйств, эксплуатационных участков; узлов водораспределения, постов и створов балансовой гидрометрии и мелиоративной службы и т. д.;

- внутрихозяйственные планы водопользования;
- почвенно-мелиоративная карта оросительной системы с указанием типа и степени засоления почв, глубины залегания и минерализации грунтовых вод;
- лимит водозабора на данный гидрологический год;
- декадные расходы и горизонты воды в источнике орошения;
- техническая характеристика сети и сооружений оросительной системы (пропускная способность всех каналов и сооружений, коэффициенты полезного действия межхозяйственной сети или величины потерь воды на фильтрацию).

Составление планов водораспределения включает [3]:

- определение потребности в воде отдельных хозяйств-водопользователей по каждому водовыделу и в целом по системе;
- согласование водопотребления по системе с режимом источника орошения;
- установление головных расходов магистрального и межхозяйственных каналов и размеров подачи воды хозяйствам.

Составление плана водораспределения в систему начинается с систематизации данных о наличии орошаемых земель и поливе сельскохозяйственных культур по группам в разрезе хозяйств, районов и в целом по системе [3].

План проведения поливов сельхозкультур составляется по межхозяйственным каналам на основе хозяйственных планов водопользования. Форма заполняется по всем сельскохозяйственным культурам с указанием площади полива, номеров полива и календарного плана полива с расчетом гектарополивов и водопотребления нетто путем суммирования этих данных из хозяйственных планов водопользования. В конце формы приводятся данные о суммарном водопотреблении нетто, подекадных КПД канала и рассчитывается водопотребление брутто.

Затем составляется системный план проведения поливов, в котором суммируются показатели по физической площади и водопотребление по водовыделам из магистрального канала. Полученное суммарное водопотребление является водопотреблением нетто в систему. Разделив его на КПД магистрального канала, получим водопотребление брутто, которое и будет являться водозабором в систему.

В соответствии с требованиями местных органов водного хозяйства составляется вспомогательная форма, которая представляет календарный план полива по каждой сельскохозяйственной культуре.

Форма заполняется по данным хозяйственных планов водопользования в разрезе хозяйств, районов и ведомств.

План водоподачи по системе составляется по межхозяйственным каналам и хозяйствам-водопользователям на основании хозяйственных планов водопользования. В конце формы приводятся суммарный подекадный расход воды и сток нарастающим итогом по межхозяйственным каналам и хозяйствам-водопользователям. Суммарная водоподача является водоподачей нетто на систему.

План водозабора по оросительной системе составляется на основе плана водоподачи в систему с учетом величин КПД каналов.

КПД каналов определяются работниками управлений оросительных систем по данным балансовой гидрометрии, полученным в результате фактических замеров расходов воды в течение вегетационного периода.

Зная величину КПД межхозяйственных каналов и расход воды нетто, которые необходимо подать в хозяйства, определяют головной расход брутто и сток в целом по системе. При этом полученные расходы брутто каналов увязывают с их пропускной способностью [4].

Имея эти данные, составляют сводный календарный план водозабора и водоподачи по системе. Эта заключительная форма является планом водораспределения по оросительной системе, по которому осуществляется водозабор, водоподача и полив сельскохозяйственных культур.

В случае недостатка воды в водоисточнике в размерах более $\pm 5\%$, а также значительно превышенного планового забора воды из источника увязка баланса производится за счет снижения поливных норм, т. е. Y_H и $Q_{бр}$ (по Оффенгендену) [5].

Водопотребление снижают, умножая по итоговым данным на коэффициент увязки:

$$\Delta = \frac{Y'_{бр}}{Y_{бр}} \times \frac{\lambda_{\alpha}}{\lambda},$$

где λ – КПД канала (системы), соответствующий расчетному расходу $Y_{бр}$;

λ_{α} – КПД канала, соответствующий фактическому расходу $Y'_{бр}$.

При $\frac{\lambda_{\alpha}}{\lambda} < 1,05$ этим множителем можно пренебречь, тогда

$$\Delta = \frac{Y'_{бр}}{Y_{бр}}.$$

Коэффициент увязки не должен быть ниже 0,75. Если даже снижение поливных норм не даст возможность свести баланс водозабора и водораспределения, необходимо вводить водооборот [6].

Расчет режима источника орошения производится в соответствии с процентом обеспеченности расчетного года.

Для нахождения декадных расчетных расходов года 75-процентной обеспеченности необходимо:

- расположить величины декадных расходов воды в ряд в убывающем порядке от 1-го до n -го числа (при числе лет, равном n);

- найти порядковый номер декады 75-процентной обеспеченности по формуле:

$$m = 0,75n + 0,75.$$

Расчеты составляют на каждую декаду всего планируемого периода забора воды из источника орошения. Имея эти данные, определяют возможную подекадную подачу воды в голову магистральных каналов.

Для оросительных систем, водозабор которых больше зависит от горизонта воды в источнике орошения, определение расчетных расходов производится следующим образом [7]:

- наряду с установлением расчетных декадных расходов по опорному гидрометрическому посту, определяют соответственно и горизонты воды в водоисточнике;

- расчетные декадные горизонты по опорному посту приводятся к горизонтам в голове магистрального канала способами, принятыми при гидрологических расчетах;

- по установленным расчетным декадным горизонтам воды и имеющейся зависимости расходов магистрального канала от горизонта воды в водоисточнике опреде-

ляются расчетные расходы в магистральном канале по декадам планируемого периода.

Баланс водораспределения может считаться увязанным, когда величина отклонения, выраженная в процентах от потребности, не будет превышать – 5 %.

Далее проводится увязка расходов (горизонтов) водоисточника с необходимым водозабором в систему [8].

После составления системного плана водораспределения и его увязки управление оросительной системы направляет его и откорректированные внутрихозяйственные планы водопользования на утверждение.

План системного водораспределения должен быть составлен в срок и утвержден не позже чем за месяц до начала поливного периода.

Однолетние планы водопользования можно рассматривать как многолетние. В этом случае разработанный на данный год план остается приемлемым на последующие 3–5 лет [9].

Составление планов водораспределения дает возможность регулировать процесс управления водой на оросительной системе, а именно осуществлять планирование забора воды из источника, распределять и подавать ее в хозяйства. Таким образом, процесс управления водой должен включать следующие этапы: планирование (составление планов водораспределения и их корректировка); реализация планов водораспределения; мониторинг процесса водораспределения; анализ и оценка этого процесса.

Список использованных источников

1 Мирзаев, Н. Н. Составление и реализация планов водораспределения: проект «ИУВР-Фергана» № 3.3 / Н. Н. Мирзаев, Р. Саидов, И. Эргашев. – Ташкент, 2008. – 11 с.

2 Епихин, В. К. Планы водопользования – основы эксплуатации гидромелиоративных систем / В. К. Епихин, К. В. Миллеров // Хлопководство. – 1971. – № 5.

3 Билик, О. А. Улучшить и упростить планирование водопользования и водораспределения / О. А. Билик, Д. В. Радченко // Гим. – 1956. – № 3.

4 Тарвердян, А. Х. Способ упрощенного составления внутрихозяйственного плана водопользования / А. Х. Тарвердян // Гим. – 1959. – № 11.

5 Эксплуатация гидромелиоративных систем / С. Р. Оффенгенден [и др.]. – М., 1972.

6 Временные рекомендации по составлению и проведению планов водопользования на оросительных системах Ростовской области. – Новочеркасск, 1975.

7 Епихин, В. К. Составление и проведение планов водопользования / В. К. Епихин, В. В. Кошкин, К. В. Миллеров. – Душанбе: Ирфон, 1970.

8 Рекомендации по измерению расхода и определению потерь воды в открытых оросительных системах Северного Кавказа. – Новочеркасск, 1977.

9 Технические указания по эксплуатации межхозяйственных оросительных каналов и сооружений на них по Украинской ССР. – Киев, 1976.

УДК 626.845

В. А. Жарков, А. Е. Ангольд

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, Тараз,
Республика Казахстан

АГРОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИМПУЛЬСНОГО ДОЖДЕВАНИЯ

Целью исследований являлось установление влияния импульсного дождевания на продуктивность сельскохозяйственных культур и водный режим растений. Установлено, что орошение яблоневого сада импульсным дождеванием обеспечивает повышение транспирации листьев до 1523 мг/г и обводненности до 70,9 % к сырому весу

в сравнении с обычным дождеванием. В плодоносящем яблонево́м саду урожайность яблонь повысилась до 136,6 ц/га. Балл окоренения отводков маточника вегетативно размножаемых подвоев в плодовом питомнике, расположенном в предгорной зоне Меркенского района Жамбылской области Казахстана, превышал на 13,6–21,0 % балл окоренения отводков на участке обычного дождевания. Применение технологии импульсного дождевания на маточнике вегетативно размножаемых подвоев на опытно-производственном участке ТОО «Казахский НИИ водного хозяйства» (г. Тараз Республики Казахстан) в 2009–2011 гг. обеспечило повышение выхода стандартных отводков до 120,0 тыс. штук в сравнении с обычным дождеванием, при котором он не превышал 99,0 тыс. штук. Разность в температурах воздуха на участках импульсного и обычного дождевания достигала 2,7 °С, а разность в значениях относительной влажности воздуха составляла 11–21 %. Технология импульсного дождевания обеспечивает повышение продуктивности сельскохозяйственных культур по сравнению с обычным дождеванием и поверхностным поливом за счет поддержания благоприятной для растений влажности почвы и приземного слоя воздуха на оптимальном уровне без резких колебаний.

Ключевые слова: импульсное дождевание, агрофизиологическая оценка, полив по бороздам, освежительные поливы, яблоневый сад, плодовый питомник.

Благоприятные условия для развития сельскохозяйственных культур в районах с засушливым климатом создаются с помощью мероприятий, направленных на поддержание оптимального водного режима растений. Такой режим можно создать лишь при достаточной влажности почвы и окружающей среды (воздуха), так как даже при высокой влажности только почвы растения могут испытывать водный дефицит. Такие условия можно создать дождеванием.

Применение дождевания для полива растений позволяет получить больший выход продукции с орошаемой площади. Это отмечено при возделывании сахарной свеклы [1, 2], хлопчатника [3, 4], овощных [5, 6] и других культур. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур при поливе дождеванием происходит за счет интенсификации ряда физиологических процессов, в частности фотосинтеза [7].

Еще более высокие урожаи сельскохозяйственных культур при дождевании можно получить при более частых поливах растений (через 5–6 дней) малыми нормами воды (10–20 мм), при которых верхний слой почвы постоянно поддерживается во влажном состоянии [8].

При поливах, как известно, происходит изменение микроклиматических условий орошаемой территории, причем наиболее сильные изменения наблюдаются при дождевании (таблица 1) [9, 10].

Таблица 1 – Температура и влажность воздуха на опытных участках

Способ полива	Средняя температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %
Полив по бороздам	28,3	42,0
Дождевание	27,6	51,0
Без орошения	29,6	33,8

При вегетационных подекадных поливах повышение влажности воздуха и снижение его температуры наблюдаются незначительное время (1–2 суток) и связаны с уровнем влажности поверхностного горизонта почвы. Поэтому к концу межполивного периода отмечается недостаточная насыщенность влагой и повышенная температура приземного слоя воздуха.

Проблема создания необходимого микроклимата орошаемого поля частично решается применением частых поливов дождеванием поливной нормой 10–20 мм и так

называемых освежительных поливов на фоне увлажнительных нормами 2–3 мм [6]. Такие режимы орошения благоприятно действуют на рост, развитие и продуктивность растений.

Понижение максимальных температур приземного слоя воздуха и верхних горизонтов корнеобитаемого слоя почвы на несколько градусов, а также повышение относительной влажности приземного слоя воздуха в условиях жаркой сухой погоды снижают напряженность метеорологических факторов, что способствует замедлению потери воды растениями на транспирацию, сокращению величины испарения с поверхности почвы, усилению ростовых процессов и в конечном итоге повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Эффективность освежительных поливов дождеванием на фоне декадных увлажнительных была доказана при возделывании чая [11] и других культур.

Повышение урожайности чайного листа при применении освежительных поливов на фоне увлажнительных объясняется улучшением агрометеорологических условий окружающей растению среды. Установлено, что освежительные поливы позволяют улучшить метеорологические показатели приземного слоя воздуха на более длительный срок, чем увлажнительный режим орошения дождеванием. При этом улучшается водный режим, повышается обводненность листьев растений чая и снижается их водопоглощающая способность, уменьшается температура листьев и усиливается фотосинтез.

Несмотря на высокую эффективность освежительных поливов на фоне вегетационных увлажнительных, этот метод не нашел широкого распространения как из-за трудоемкости его проведения, так и из-за кратковременного воздействия на микроклимат орошаемой территории.

Более совершенным способом дождевания, при котором создаются оптимальные условия для роста и развития орошаемых растений, является способ импульсного дождевания малыми нормами [12]. Этот способ дождевания является более экономичным при создании близких к оптимальным условий на орошаемой территории в течение всего периода вегетации.

Основой такого метода дождевания является принцип увеличения влажности воздуха и снижения его температуры за счет испарения воды с влажной поверхности растений и почвы. Для этого необходимо создать условия, при которых почва и растение в течение вегетационного периода в самые жаркие часы дня находились бы во влажном состоянии. Такая задача решается ежедневными поливами растений малыми нормами. Частота же полива определяется периодом времени, за который капельно-жидкая вода испаряется с растений. Кроме этого, такой режим орошения должен создавать условия, при которых влажность корнеобитаемого слоя почвы находилась бы на оптимальном для растений уровне в течение всего периода вегетации.

Технические средства и технологическая схема импульсного дождевания позволяют снабжать растения водой в соответствии с ходом их водопотребления, обеспечивать длительное направленное воздействие искусственного дождя на условия роста и развития растений и внешнюю среду, поддерживать влажность активного слоя почвы и приземного слоя воздуха на оптимальном уровне без резких колебаний, свойственных периодическим поливам, предельно рассредоточивать поливной ток и за счет этого снижать затраты на строительство сети трубопроводов. Импульсные дождеватели, действующие по сигналам понижения давления в трубопроводной сети, работают в режиме непрерывно чередующихся пауз накопления в гидроаккумуляторах и выплеска воды под действием сжатого воздуха одновременно на всей площади. Для обеспечения водоподачи, равной водопотреблению растений, длительность пауз накопления превышает в 50–200 раз время выплеска воды. Средняя интенсивность дождя при этом не превышает 0,01 мм/мин.

Положительное влияние импульсного дождевания при возделывании чая, ябло-

невого сада и плодовых питомников в разных почвенно-климатических районах подтверждено работами Г. В. Лебедева, В. Ф. Носенко, Ю. Д. Жуйко, Т. Ф. Полихрониди, А. А. Калашникова, А. В. Константинова и др. [12–15].

Орошение молодого яблоневого сада в предгорной зоне Заилийского Алатау в Казахстане импульсными гидроуправляемыми дождевальными аппаратами конструкции КазНИИВХ показало, что оптимальный режим влажности почвы поддерживается при меньших затратах оросительной воды по сравнению с периодическими поливами как поверхностными, так и дождеванием. Оросительная норма яблонь сорта Румянка Алма-Атинская составила 2190 м³/га, в то время как при среднеструйном дождевании и при поливе по бороздам она была равна соответственно 2740 и 2800 м³/га [14]. При импульсном дождевании на фоне оптимальной влажности почвы улучшились показатели микроклимата в саду. В жаркое время суток снижалась температура приземного слоя воздуха и повышалась его влажность, увеличивалась транспирация яблонь. В июне она изменялась от 768 до 1523 мг/г, в то время как при обычном дождевании и при поливе по бороздам интенсивность транспирации составляла 532–776 и 781–1282 миллиграмма на грамм сырого веса в час. Отмечалась более высокая обводненность листьев (57,0–70,9 % к сырому весу) в сравнении с обычным дождеванием (53,5–66,8 % к сырому весу) и поливом по бороздам (52,6–63,0 % к сырому весу). Концентрация клеточного сока при импульсном дождевании в течение вегетации была минимальной, что также свидетельствует о более благоприятном водном режиме листьев яблони. Лучшие условия произрастания, обусловленные оптимальной водообеспеченностью, имели яблони при импульсном дождевании: средние приросты побегов при импульсном дождевании составляли 78 см, при обычном – 61 см и при поливе по бороздам – 62 см.

Исследования ресурсосберегающей технологии импульсного дождевания в плодовом питомнике, расположенном в предгорной зоне Меркенского района Жамбылской области Казахстана, позволили создать наиболее благоприятные условия для роста и развития маточника вегетативно размножаемых подвоев на почвах тяжелого механического состава, которые имели место при поддержании влажности почвы в течение вегетации на уровне 75–80 % НВ. В сравнении с обычным периодическим дождеванием при ежедневном импульсном дождевании наблюдались превышения относительной влажности воздуха в приземном слое на 5–15 %, а перед поливом в контрольном варианте эта разница достигала 25 %. Температура приземного слоя воздуха в межполивной период в варианте импульсного дождевания была на 1–2 °С ниже, чем на контроле. Развитие отводков при импульсном дождевании протекало в лучших микроклиматических условиях, что поддерживалось температурой почвы на разных глубинах. Наибольшее отклонение температур почвы на участках импульсного дождевания от участков обычного дождевания составило 9 °С на глубине до 10 см. Импульсное дождевание оказало положительное влияние на качество корневой системы (балл окоренения) и выход общего количества отводков, в том числе и стандартных. В среднем за годы исследований балл окоренения отводков при импульсном дождевании превышал на 13,6–21,0 % балл окоренения отводков на участке обычного дождевания. Выход отводков составлял при импульсном дождевании до 90,1 тыс. шт., в то время как при обычном дождевании он не превышал 81,2 тыс. шт. [15].

Применение технологии импульсного дождевания на маточнике вегетативно размножаемых подвоев на опытно-производственном участке ТОО «Казахский НИИ водного хозяйства» (г. Тараз Республики Казахстан) в 2009–2011 гг. обеспечило повышение выхода стандартных отводков до 120,0 тыс. шт. в сравнении с обычным дождеванием, при котором он не превышал 99,0 тыс. шт. В условиях импульсного дождевания наблюдалась меньшая водопоглощающая способность листьев отводков маточника (от 0,20 до 0,35 г/г сухого веса) в сравнении с обычным дождеванием, при котором она

повышалась до 0,40–0,43 г/г сухого веса. При этом наибольшая разность отмечалась в день перед поливом обычным дождеванием. Листья отводков, снятых с вариантов импульсного дождевания, имели наибольшую интенсивность водоотдачи (до 38–58 %). У листьев растений с участка обычного дождевания были меньшие показатели водоотдачи (21–42 %). Разность в температурах воздуха на участках импульсного и обычного дождевания достигала 2,7 °С, а разность в значениях относительной влажности воздуха составляла 11–21 %. Наибольшая разность этих показателей имеет место перед проведением полива обычным дождеванием.

Технология импульсного дождевания обеспечивает повышение продуктивности сельскохозяйственных культур по сравнению с обычным дождеванием и поверхностным поливом за счет поддержания благоприятной для растений влажности почвы и приземного слоя воздуха на оптимальном уровне без резких колебаний. При этом малая интенсивность дождя, создаваемая импульсными дождевателями, позволяет применять системы импульсного дождевания в условиях предгорий с их характерными особенностями, исключая при этом возникновение эрозионных и других негативных процессов.

Список использованных источников

- 1 Вейцман, И. Х. Орошение сахарной свеклы дождеванием / И. Х. Вейцман // Сб. науч. тр. КазНИИВХ. – Алма-Ата: Кайнар, 1965. – Т. IV. – С. 89–100.
- 2 Кван, Р. А. Разработка рационального режима орошения сахарной свеклы и способов его осуществления: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Кван Р. А. – М., 1967. – 32 с.
- 3 Беспалов, Н. Г. Опыт орошения в совхозе Пахта-Арал / Н. Г. Беспалов // Социалистическое сельское хозяйство Азербайджана. – 1962. – № 11.
- 4 Лисицин, Ф. П. Дождевание сельскохозяйственных культур / Ф. П. Лисицин. – Фрунзе: Минсельхоз Киргизской ССР, 1961.
- 5 Метельский, З. И. Дождевание овощных культур в Молдавской ССР / З. И. Метельский, Д. Г. Кацен // Труды ВНИИГиМ. – М., 1940. – Т. 3.
- 6 Михайловский, А. И. Опыт дождевания овощных культур в Крыму / А. И. Михайловский // Труды ВНИИГиМ. – М.: ВАСХНИЛ, 1940. – Т. 3. – С. 45–59.
- 7 Кружилин, А. С. Особенности физиологических процессов в растениях при дождевании / А. С. Кружилин // Социалистическое зерновое хозяйство. – 1962. – № 1. – С. 68–79.
- 8 Моленаар, А. Орошение дождеванием / А. Моленаар. – М.: ВНИИГиМ, 1962.
- 9 Поспелов, А. М. Дождевание / А. М. Поспелов. – М.: Сельхозгиз, 1952. – 160 с.
- 10 Дубинский, Г. П. Микроклимат орошаемых земель / Г. П. Дубинский // Материалы конференции по агрометеорологии и агроклиматологии Украинской ССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1958. – С. 169–175.
- 11 Кулиев, Ф. А. Эффективность освежительных поливов чайных плантаций / Ф. А. Кулиев // Субтропические культуры. – 1965. – № 2. – С. 189–198.
- 12 Лебедев, Г. В. Импульсное дождевание и водный обмен растений / Г. В. Лебедев. – М.: Наука, 1969. – 279 с.
- 13 Носенко, В. Ф. Техника импульсного дождевания / В. Ф. Носенко. – М.: Колос, 1973. – 108 с.
- 14 Жуйко, Ю. Д. Исследования импульсного дождевания молодого яблоневого сада / Ю. Д. Жуйко, Т. Ф. Полихрониди // Новая техника в эксплуатации оросительных систем Средней Азии и Казахстана: сб. науч. тр. / САНИИРИ. – Ташкент, 1974. – Вып. 141. – С. 240–247.
- 15 Константинов, А. В. Внедрение ресурсосберегающей технологии полива в плодовых питомниках / А. В. Константинов, А. А. Калашников, В. А. Жарков // Комплексная реконструкция гидромелиоративных систем Казахстана: сб. науч. тр. / САНИИРИ, КазНИИВХ. – Ташкент, 1988. – С. 142–151.

УДК 633.521:631.6(477.7):636.085

А. Л. Рудик, Н. М. Рудик

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ЗОНЕ СУХОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ ПРИ ОРОШЕНИИ

Целью исследований было изучение динамики и особенностей поглощения биогенных элементов наземной массой растений льна масличного. Установлено существенное изменение их содержания и накопления в процессе онтогенеза и вследствие применения минеральных удобрений. Максимальное накопление элементов питания посевами льна масличного наблюдается по азоту на 70–80-й день после всходов (80,9–127,0 кг/га), калия – на 70-й день (58,4–100,2 кг/га), фосфора – на момент созревания культуры (46,9–69,4 кг/га). Внесение минеральных удобрений повышает содержание и количество биогенных элементов, аккумулированных в массе растений. Наибольшее количество элементов питания (ежесуточно 2,27–3,45 кг/га азота, 1,12–1,84 г/га фосфора, 2,81–3,83 кг/га калия) посеvy льна поглощают на 40-й день после появления всходов.

Ключевые слова: лен масличный, Сухая Степь, минеральные удобрения, элементы питания, поглощение биогенных элементов наземной массой, орошение.

Введение. Основной чертой современного сельскохозяйственного производства является высокая степень интенсификации, что связано с большими капиталовложениями в агротехнологии. В перечне необходимых для соблюдения современных технологий агроресурсов важное место занимают минеральные удобрения. Высокая, стабильно возрастающая их стоимость, необходимость поддержания плодородия почвы, потребность в управлении процессами роста и развития растений с одной стороны и большая пестрота плодородия почв, климатических и погодных условий с другой обуславливают необходимость научного обоснования системы минерального питания сельскохозяйственных культур. В основе системы «почва – растение – климат – урожай» находится именно растение с его объективными биологическими потребностями.

Вопросы минерального питания растений в целом и льна в частности изучались многими исследователями [1, 2]. Однако характерные особенности льна масличного назначения, его потребности в специфических условиях Сухой Степи, на наш взгляд, нуждаются в уточнении.

Материал и методы. Целью наших исследований являлось изучение динамики и специфики потребления азота, фосфора, калия растениями льна масличного для обоснования системы минерального питания, дальнейшего изучения хозяйственно ценных признаков растения и обоснования технологии комплексного использования культуры.

Системные полевые исследования проводились в ГПОХ «Асканийское» НААНУ с привлечением ученых Херсонского государственного аграрного университета в рамках реализации генеральной программы в 2011–2013 гг. Почвы места исследования темно-каштановые слабосолонцеватые, имеют гумусовый горизонт 42–51 см. В пахотном слое содержится в среднем гумуса 3,12 %, легкогидролизуемого азота – 5,0 мг/100 г почвы, подвижного фосфора – 2,4 мг/100 г и обменного калия – 40 мг/100 г. Реакция почвенного раствора слабощелочная, ближе к нейтральной (рН – 6,8–7,0). Почвенный поглощающий комплекс преимущественно насыщен кальцием (60–65 %) и магнием (20–25 %) и в меньшей степени натрием. Орошение массива производится из Каховской оросительной системы водами реки Днепр. Поливами дождевальной установкой Zimmatic поддерживали влажность почвы в слое 0,7 м на уровне 65–70 % НВ. Предшественником в опыте выступала озимая пшеница. Основная обработка почвы предусматривала вспашку на 20–22 см, под которую вносили минеральные удобрения в со-

ответствии с общей схемой основного опыта. Лен возделывали на четырех фонах минерального питания: без удобрений (st); $N_{45}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{45}K_{45}$; $N_{90}P_{60}K_{60}$. В данных вариантах посев осуществлялся с междурядьем 15 см нормой высева 6 млн шт./га.

Растительные образцы отбирали с интервалом в 10 дней после фазы «полные всходы» в двух несмежных повторениях на площади $0,1 \text{ м}^2$ объемом сырой массы не менее 0,5 кг. Растения сушили при температуре $105 \text{ }^\circ\text{C}$ до постоянной массы. Содержание азота, фосфора и калия устанавливали из единой вытяжки после мокрого озоления по методу Гинзбург с последующим определением азота по методу Кьельдаля, фосфора – по методу Мерфи – Райли колориметрически на КФК-2, а калия – на пламенном фотометре. Учету и анализу подлежала только наземная часть растений.

Погодные условия периода исследований характеризовались существенными превышениями температурного режима над средними многолетними значениями и отклонениями влагообеспеченности от них. За счет запасов почвенной влаги и поступления осадков в первой половине вегетации культуры наиболее благоприятным был 2011 г., а наименее – 2012 и 2013 гг., что отражалось на состоянии посевов.

Результаты и обсуждение. В научной литературе представлено достаточно информации о неравномерности поглощения элементов питания растениями и разном их содержании в отдельных органах, а также об изменениях, происходящих в процессе онтогенеза, что характерно и для льна [3–6]. Это предопределено как возрастными физиологическими изменениями в растении, так и отличиями почвенной среды, погодных условий и отдельных элементов технологии выращивания.

Растения льна масляного наиболее чувствительно реагируют на азотное питание и в биологической массе больше всего содержат азота. В наших исследованиях в среднем на протяжении всего периода вегетации соотношение между азотом, фосфором и калием было близким к 1:0,6:0,7. Содержание азота в наземной части растения имело тенденцию к снижению от 3,20–3,33 % на 10-й день наблюдений до 1,27–1,35 % спустя 100 дней (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика содержания элементов питания в наземной массе льна масличного (среднее за 2010–2013 гг.)

Минеральный фон (А)	Дней после полных всходов (В)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Азот										
Без удобрений (st)	3,20	3,49	3,44	2,19	1,66	1,60	1,50	1,39	1,35	1,27
$N_{45}P_{30}K_{30}$	3,29	3,67	3,50	2,29	1,77	1,67	1,54	1,47	1,40	1,30
$N_{60}P_{45}K_{45}$	3,33	3,78	3,71	2,43	1,86	1,76	1,61	1,57	1,49	1,33
$N_{90}P_{60}K_{60}$	3,33	3,89	3,86	2,52	1,98	1,85	1,68	1,63	1,50	1,35
НСР ₀₅	А – 0,08; В – 0,08									
Фосфор										
Без удобрений (st)	1,36	1,65	1,77	1,10	0,87	0,85	0,80	0,78	0,82	0,84
$N_{45}P_{30}K_{30}$	1,40	1,67	1,81	1,18	0,97	0,91	0,84	0,80	0,83	0,85
$N_{60}P_{45}K_{45}$	1,42	1,71	1,81	1,19	0,97	0,91	0,84	0,83	0,87	0,89
$N_{90}P_{60}K_{60}$	1,40	1,73	1,85	1,27	1,01	0,97	0,89	0,86	0,89	0,90
НСР ₀₅	А – 0,03; В – 0,03									
Калий										
Без удобрений (st)	1,97	2,00	1,96	1,85	1,32	1,20	1,08	1,01	0,97	0,89
$N_{45}P_{30}K_{30}$	2,03	2,01	1,98	1,93	1,42	1,30	1,17	1,09	1,03	0,96
$N_{60}P_{45}K_{45}$	2,04	2,03	2,01	1,94	1,57	1,44	1,29	1,18	1,13	1,05
$N_{90}P_{60}K_{60}$	2,04	2,04	2,02	1,95	1,64	1,52	1,35	1,23	1,16	1,07
НСР ₀₅	А – 0,04; В – 0,05									

Наиболее высоким содержание азота в растениях было в течение первых 30 дней, после чего отмечалось его резкое, более чем в 1,5 раза, уменьшение. При этом с 10-го по 20-й день происходило достоверное повышение концентрации азота (в среднем на 0,42 %) и последующее несущественное уменьшение (на 0,08 %). Отмеченное повышенное содержание может быть связано как с использованием проростками запасов питательных веществ эндосперма, так и с высокой концентрацией азота в почве в данный период. От 40-го дня после появления всходов до завершения наблюдений отмечалось равномерное и стабильное снижение содержания азота в наземной массе культуры.

Внесение минеральных удобрений сопровождалось увеличением абсолютных значений содержания азота в массе растений (таблица 2). Однако на 10-й день, а также после 60 дней вегетации отличия между индивидуумами из смежных удобренных вариантов в отдельных случаях были несущественными. В то же время в подавляющем большинстве эпизодов разница между отдаленными вариантами фонов питания превышала НСР₀₅.

Таблица 2 – Динамика накопления элементов питания наземной массой льна масличного (среднее за 2010–2013 гг.)

В кг/га

Минеральный фон (А)	Дней после полных всходов (В)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Азот										
Без удобрений (st)	15,0	24,4	31,9	54,6	68,4	76,1	80,9	78,9	75,7	70,9
N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	16,3	28,0	37,3	65,7	84,2	94,1	102	102	96,8	89,1
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	16,9	30,3	42,0	74,3	94,4	106	114	116	109	96,7
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	17,7	32,8	46,3	80,9	105	116	125	127	116	104
НСР ₀₅	А – 2,24; В – 2,41									
Фосфор										
Без удобрений (st)	6,39	11,5	16,4	27,5	35,8	40,3	43,1	44,2	46,0	46,9
N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	6,95	12,7	19,3	33,8	46,1	51,0	55,2	55,8	57,4	58,5
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	7,19	13,7	20,5	36,4	49,4	54,7	59,5	61,5	63,4	64,8
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	7,42	14,6	22,2	40,6	53,5	61,0	65,6	67,1	69,1	69,4
НСР ₀₅	А – 1,13; В – 1,38									
Калий										
Без удобрений (st)	9,27	13,9	18,1	46,3	54,3	57,0	58,4	57,3	54,6	49,7
N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	10,1	15,3	21,0	55,4	67,7	73,0	77,3	75,8	71,2	65,8
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	10,4	16,2	22,7	59,4	79,7	86,6	91,3	87,5	82,6	76,4
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	10,8	17,2	24,2	62,5	87,0	95,6	100,2	96,2	90,3	82,3
НСР ₀₅	А – 1,78; В – 1,86									

Содержание фосфатов было наиболее стабильным показателем, оно изменялось от 1,36–1,42 % на 10-й день до 0,84–0,90 % по окончании наблюдения. Общая тенденция динамики содержания фосфатов была сходной азоту, однако амплитуда колебаний была меньше. Отмечалось увеличение содержания фосфатов в наземной массе растений в течение 30-дневного периода, резкое уменьшение их количества на протяжении следующих 10 дней и стабильное уменьшение их количества на этапе созревания культуры.

Увеличение количества внесенных удобрений лишь в отдельных случаях обеспечивало достоверное повышение содержания фосфатов, тогда как разница между отдаленными фонами питания была математически достоверной. Максимальная концентрация фосфора наблюдалась на предельном фоне минерального питания N₉₀P₆₀K₆₀. Здесь превышения относительно стандарта без удобрений колебались в пределах

0,04–0,17 %, а относительно фона $N_{45}P_{30}K_{30}$ – в пределах 0,04–0,06 %, тогда как с вариантом $N_{60}P_{45}K_{45}$ разница в половине случаев была недостоверной.

Потребление калия имело свои особенности. На протяжении 40 дней наблюдался период относительно стабильной концентрации этого элемента в массе растений, колебания не превышали 6 относительных процентов. За следующий период, на 70-й день от всходов, содержание калия снизилось в 1,44–1,71 раза, после чего снижение замедлилось. Поэтому при последнем определении концентрация калия в массе растений составила 0,89–1,07 %. Уменьшение содержания калия на этапе созревания растений частично предопределено изменением соотношения между массой органов растения как следствие отмирания листового аппарата, в котором концентрация этого элемента была существенно выше.

Абсолютные значения количества поглощенных элементов питания обусловлены как их содержанием в тканях растений, так и биологической массой посевов.

Накопление азота носило синусоидальный характер, а отличия между отдельными вариантами были математически достоверными. В течение 30 дней нарастание концентрации элемента в наземной массе растений происходило линейно. Наиболее стремительное накопление азота происходило с 30-го по 40-й день от всходов культуры. Так, если за первые 20 дней в зависимости от фона минерального питания посеvy накопили от 16,9 до 28,6 кг/га азота, то за следующие 10 суток – от 22,7 до 34,6 кг/га. В дальнейшем сохранялась высокая динамика накопления азота, однако она была несколько ниже в сравнении с предыдущим периодом. Максимальное количество азота было сосредоточено в наземной массе растений на 80-е сутки от всходов культуры, в последующем, вследствие отмирания листовой массы, количество аккумулированного элемента начало уменьшаться.

Достоверное увеличение количества поглощенного растениями азота на фоне применения удобрений проявилось со второго определения. Разница между вариантами удобрения преимущественно усиливалась и достигала наибольших значений на 80-е сутки после всходов культуры. Отличие между вариантами в потреблении азота в этот период находилось в пределах 11,0–23,1 кг/га. В то же время наибольшее количество азота было сосредоточено в наземной массе растений льна на 70–80-й день, что предопределено как динамикой накопления сухой массы, так и содержанием элемента в ней. По завершении наблюдений различия между смежными вариантами фона питания уменьшились соответственно до 18,2; 7,6 и 7,3 кг/га.

Накопление фосфора наземной массой льна масличного в течение всего периода вегетации имело общую тенденцию к нарастанию подобно логарифмической функции. Высокими темпами происходило накопление элемента на протяжении 50 суток от появления всходов. В последующем темпы накопления фосфора в массе растений уменьшились, а за последние 10 суток отмечалось их уменьшение в абсолютных величинах. Отличия между разными фонами минерального питания в поглощении фосфора проявились со второго определения и сохранялись в течение всего периода наблюдений. По завершении вегетации в вариантах внесения $N_{45}P_{30}K_{30}$ в наземной массе было сконцентрировано фосфатов на 11,6 кг/га больше, чем на контроле, а при внесении $N_{60}P_{45}K_{45}$ и $N_{90}P_{60}K_{60}$ – соответственно на 6,3 и 4,6 кг/га больше, чем на предыдущих фонах.

Динамика накопления калия наземной массой культуры сходна с потреблением азота. Интенсивное накопление было отмечено в промежутке между 30-м и 40-м днем вегетации, когда количество этого элемента увеличилось в 2,6 раза.

Высокие темпы поглощения калия сохранялись в течение 20 суток, с 30-го по 50-й день вегетации. В дальнейшем интенсивность накопления уменьшились, а вершина процесса была достигнута на 70–80-е сутки. В дальнейшем количество калия, за-

фиксированного в наземной массе растений, начало уменьшаться, что было следствием отмирания листового аппарата.

Достоверная разница между вариантами разного уровня питания проявлялась после второго определения и сохранялась в дальнейшем. Наибольшей была разница между контролем и одинарной нормой, а также первой и второй нормами, если сравнить с вариантами $N_{60}P_{45}K_{45}$ и $N_{90}P_{60}K_{60}$. По завершении наблюдений разница в биологическом поглощении калия наземной массой между вариантами с разным фоном питания относительно контроля составляла 16,1; 26,7 и 32,6 кг/га.

На основании полученных данных были рассчитаны величины суточного потребления биогенных элементов (рисунок 1).

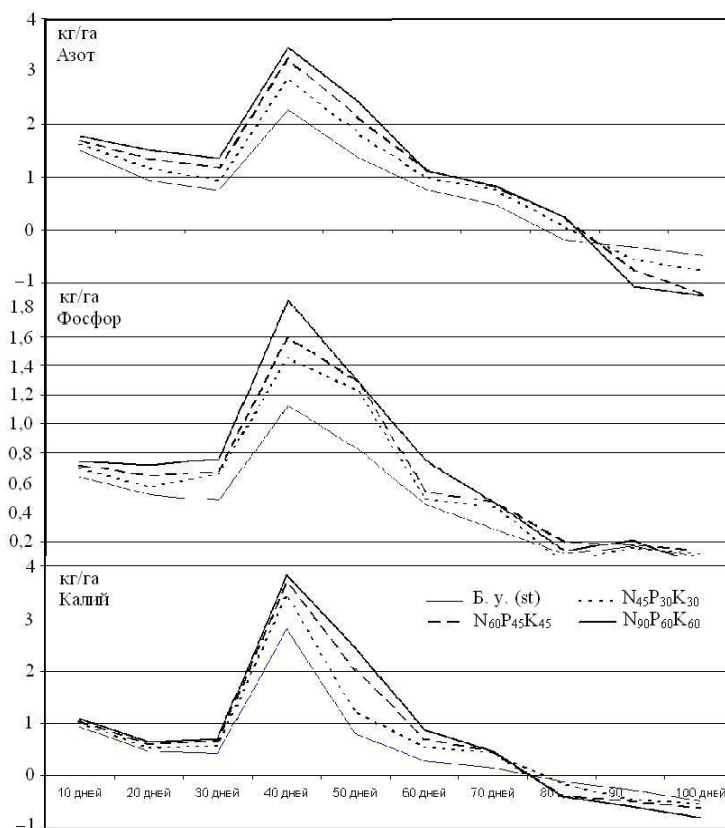


Рисунок 1 – Суточный баланс элементов питания в наземной массе льна масличного

Достаточно высоким, на уровне 1,50–1,77 кг/га, было среднесуточное потребление азота за первый 10-дневный период. На протяжении следующих 20 дней наблюдалось постепенное снижение скорости поглощения (до 0,75–1,35 кг/га), после чего в промежутке времени от 30-го до 40-го дня вегетации культуры происходило резкое увеличение показателя, до максимальных значений. В последующем скорость поступления элемента снижалась, а вследствие отмирания листовой массы начиная с 80-х суток на контроле и в последующем на удобренных фонах наблюдалась потеря этого элемента. Данная особенность есть результат удлинения вегетации культуры при применении удобрений и особенно при улучшении условий увлажнения.

Применение минеральных удобрений и увеличение нормы их внесения сопровождалось возрастанием скорости поглощения азота растениями, что наблюдалось вплоть до созревания культур. В среднем за период активного поглощения элементов скорость потребления азота при внесении $N_{45}P_{30}K_{30}$ была выше, чем на контроле, на 29,8 %, на фоне $N_{60}P_{45}K_{45}$ – на 49,3 %, а при применении $N_{90}P_{60}K_{60}$ – на 61,1 %.

Суточное поступление фосфора уменьшалось линейно, с одной вершиной резкого подъема на 40-й день после всходов. Если в первое определение посеvy льна масличного потребляли в зависимости от фона питания от 0,64 до 0,74 кг/(га·сут) фосфора, то в период максимума эти показатели составляли 1,12–1,84 кг/(га·сут), при этом большие значения соответствуют удобренным фонам. В последующем скорость поступления фосфора снизилась до 0,03–0,14 кг/(га·сут). Потребление фосфора в поздний генеративный период предопределено его преимущественным накоплением в семенах и биологической особенностью возобновлять вегетацию при благоприятных условиях ресурсного обеспечения, что наблюдается на фоне орошения.

Динамика потребления калия была аналогичной. За первые 30 суток вегетации скорость поступления элемента уменьшалась на 0,38–0,51 кг/(га·сут), при этом в удобренных вариантах разница между предельными показателями была меньшей. В последующее определение потребление достигло наибольшего значения [2,81–3,83 кг/(га·сут)]. В оставшийся период потребление калия снижалось, а после 70 дней от всходов культуры наблюдался отрицательный баланс в пределах 0,11–0,80 кг/(га·сут). В среднем за счет внесения и повышения нормы минеральных удобрений поглощение калия посевами льна повышалось относительно контроля на 32,6; 53,7 и 65,6 % соответственно.

Для оценки роли рассмотренных показателей в биологическом поглощении элементов питания определены связи между отдельными из них методом корреляционного анализа. Проявилась высокая степень зависимости между биологическим поглощением элементов и количеством сырой (0,79–0,90) и сухой (0,94–0,98) биологической массы.

Процентное содержание биогенных элементов пребывает в тесной обратной зависимости от биологической массы растений, что косвенно свидетельствует об эффекте «разбавления» в периоды быстрого прироста льна. Коэффициент корреляции составлял минус 0,73 для азота, для фосфора и калия – соответственно минус 0,74 и минус 0,55. Следовательно, обеспечение посевов культуры элементами питания в доступной форме в период интенсивного роста является важным элементом интенсивной технологии выращивания льна масличного.

Выводы. Содержание азота, фосфора и калия и ход их накопления наземной массой льна масличного существенно изменяется в процессе роста и развития растений. Содержание азота и фосфора на протяжении 30 дней после появления всходов возрастает в зависимости от фона минерального питания до 3,44–3,86 и 1,77–1,85 % и снижается в последующем до 1,27–1,35 и 0,84–0,90 % соответственно. Содержание калия на протяжении 40 дней относительно стабильное, в пределах 1,85–2,04 %, в дальнейшем происходит его постепенное снижение до 0,87–1,07 %.

Количество усвоенных наземной массой льна масличного элементов питания стабильно возрастает, достигая предельного значения по азоту на 70–80-й день после всходов, калия – на 70-й день, а фосфора – на момент созревания культуры.

Внесение минеральных удобрений повышает содержание и количество биогенных элементов, аккумулированных в массе растений.

С максимальной скоростью поглощаются элементы питания в период около 40 суток после появления всходов.

Количество аккумулированных биогенных элементов преимущественно определяется динамикой нарастания сухой наземной массы культуры (коэффициент корреляции 0,94–0,98), а не содержанием их в тканях растений (коэффициент корреляции – 0,75–0,89).

Обеспечение посевов элементами питания в доступной форме в период интенсивного роста является важным элементом интенсивной технологии выращивания льна масличного.

Список использованных источников

1 Мосолов, И. В. Физиологическое обоснование питания растений по фазам роста и развития / И. В. Мосолов // Питание растений и применение удобрений. – М., 1960. – № 36. – С. 5–18.

2 Кукреш, С. П. Агрохимическое обоснование энергосберегающих приемов повышения урожайности и качества льна-долгунца в Беларуси: моногр. / С. П. Кукреш. – Горки: Белорусская гос. с.-х. акад., 2002. – 168 с.

3 Церлинг, В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справ. / В. В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.

4 Частная физиология полевых культур / Е. И. Кошкин, Г. Г. Гатаулина, А. Б. Дьяков [и др.]; под ред. Е. И. Кошкина. – М.: Колос, 2005. – 344 с.

5 Белопухов, С. Л. К вопросу об извлечении химических элементов льном из почвы / С. Л. Белопухов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2002. – Вып. 4. – С. 34–40.

6 Дьяков, А. Б. Физиология и экология льна / А. Б. Дьяков. – Краснодар: ВНИИМК РАСХН, 2006. – 214 с.

УДК 631.527

Г. В. Карашук, А. А. Жужа, С. О. Лавренко, С. В. Панкеев

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

**ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ
СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЮГЕ УКРАИНЫ**

Целью исследований являлось изучение влияния абиотических факторов на зимостойкость сортов озимой пшеницы на юге Украины. Сорта вполне выдерживали понижение температуры до минус 16 °С. Снижение температуры до минус 18 °С вызывало незначительную (до 10 %) гибель растений. Температура минус 20 °С является критической: у сорта Фаворитка погибла почти половина растений; у сортов степного экотипа Херсонская безостая, Дриада, Виктория Одесская, Вдала количество погибших растений составляло от 19,9 до 42,3 %. В опыте выделился сорт Вдала, который вполне выдерживал промораживание при минус 18 °С. У этого сорта даже при минус 20 °С количество погибших растений было сравнительно небольшим, в связи с чем его можно рекомендовать селекционерам как донора повышенной морозоустойчивости и зимостойкости. Для использования в производстве можно рекомендовать все исследуемые сорта, но необходимо учитывать пониженную морозоустойчивость сорта Фаворитка. Сеять эти сорта необходимо только в южных приморских районах Украины, где риск промерзания почвы на уровне узла кущения до минус 18 °С небольшой, или в зоне с устойчивым снежным покровом.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорта, зимостойкость, морозоустойчивость, абиотические факторы.

Введение. Стабильность урожая озимых культур в конкретных экологических условиях в значительной степени зависит от уровня их зимостойкости. Само свойство зимостойкости многокомпонентное по своим составляющим: это устойчивость к прямому воздействию низких температур и к их резким колебаниям, обуславливающим оттепели и потерю закалки; устойчивость к ледяной корке, выпреванию, вымоканию, вымерзанию, а также к различным сочетаниям перечисленных факторов [1–4]. В Южной Степи Украины в период перезимовки озимых культур метеорологические условия неустойчивы по годам, часто наблюдается недостаточный снежный покров и даже полное его отсутствие, глубокие оттепели с резкими переходами к большим и умеренным

морозам. Поэтому посевы озимой пшеницы в зимний период погибают главным образом от вымерзания.

На Украине сорта озимой пшеницы должны иметь комплексную устойчивость к неблагоприятным условиям зимы [5].

Материал и методы. Влияние абиотических факторов на зимостойкость сортов озимой пшеницы изучали в опытах, которые проводили в течение 2009–2011 гг. на полях ЧП АПФ «Алекс» Каменско-Днепровского района Запорожской области.

Объект исследований – зимостойкость и морозоустойчивость сортов озимой пшеницы на юге Украины.

Предмет исследований – сорта озимой пшеницы Херсонская безостая, Дриада, Виктория Одесская, Вдала, Фаворитка.

Использовались следующие методы исследований: полевой краткосрочный опыт, а также общепринятые в земледелии методики сопутствующих исследований.

В данной работе ставили задачу определить зимостойкость и морозоустойчивость сортов различного происхождения. В исследованиях изучали сорта озимой мягкой пшеницы, которые отличались по эколого-генетическому происхождению, методам выведения и продолжительности их использования в производстве.

Сорта созданы в различных селекционно-генетических центрах: Херсонская безостая (стандарт) – в Институте орошаемого земледелия НААНУ; Дриада – в НПФ «Дриада» (г. Херсон); Фаворитка – в Мироновском институте пшеницы им. В. Н. Ремесло НААНУ; Виктория Одесская, Вдала – в ННЦ Селекционно-генетического института НААНУ.

Зимостойкость исследуемых сортов определяли полевым методом, а морозоустойчивость растений, которые отбирались методом пучков, – при разных режимах промораживания в холодильных камерах [6]. Отращивание растений проводили на протяжении двух недель на 0,2%-ном растворе сахарозы с целью установления относительной морозоустойчивости растений и дифференциации сортов по исследуемому свойству.

Состояние посевов до и после перезимовки определяли визуально по пятибалльной шкале:

- 5 – отсутствие следов гибели растений;
- 4 – незначительные повреждения;
- 3 – гибель приблизительно половины растений;
- 2 – гибель больше половины растений;
- 1 – полная гибель растений или сохранение единичных растений.

Агротехника в опытах была общепринятой для зоны юга Украины.

Результаты и обсуждение. Зимние периоды в годы опытов были благоприятными для перезимовки озимых культур, поэтому значительной гибели растений озимой пшеницы не наблюдалось, несущественные повреждения были зафиксированы на посевах сорта Фаворитка. Средний балл зимостойкости у данного сорта составлял 4,5 балла в среднем за два года (таблица 1). Погодные условия зимы 2010–2011 гг. не могут быть фоном для выявления более зимостойких сортов. Необходимо отметить, что сорт Вдала имел лучшие показатели зимостойкости в период перезимовки 2010–2011 гг.

Таблица 1 – Зимостойкость сортов озимой пшеницы в периоды перезимовки

Сорт	Балл зимостойкости	
	2009–2010 гг.	2010–2011 гг.
Херсонская безостая (стандарт)	4,5	5,0
Дриада	4,5	5,0
Виктория Одесская	4,5	5,0
Вдала	5,0	5,0
Фаворитка	4,5	4,5

Успешная перезимовка озимых культур зависит от их физиолого-биохимического состава и направления метаболических процессов. Это направление связано с активным преобразованием нерастворимых углеводов в растворимые сахара.

Зимостойкость зависит от содержания в зимующих органах растений не только растворимых сахаров, но и других защитных соединений. К ним относятся высокоатомные спирты, гликозиды и другие вещества. Максимальное содержание их обнаружено во всех случаях в самый ответственный период перезимовки, что свидетельствует об определенном направлении метаболических процессов. У менее зимостойких сортов эти вещества либо отсутствуют, либо оказываются в незначительном количестве.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что для определения показателя зимостойкости необходимо анализировать данные как в благоприятные, так и в неблагоприятные по условиям перезимовки годы, так как недооценка этого показателя может привести к полной гибели растений озимой пшеницы в экстремальные зимы.

При сопоставлении данных, полученных в результате искусственного промораживания при различных режимах, обращает на себя внимание разнообразная реакция сортов на воздействия низких температур (таблица 2).

Таблица 2 – Морозоустойчивость сортов озимой пшеницы при разных режимах промораживания (среднее за 2010–2011 гг.)

Сорт	Количество выживших растений		
	Температура, °С		
	–16	–18	–20
Херсонская безостая (стандарт)	100,0	93,1	67,7
Дриада	100,0	97,2	75,3
Виктория Одесская	100,0	96,3	68,4
Вдала	100,0	98,5	80,3
Фаворитка	100,0	91,4	55,8

Сорта вполне выдерживали режим промораживания, характеризующийся понижением температуры до минус 16 °С. Снижение температуры до минус 18 °С вызывало незначительную (до 10 %) гибель растений.

Установлено, что температура минус 20 °С является критической. Так, у сорта Фаворитка погибла почти половина растений. Сорта степного экотипа Херсонская безостая, Дриада, Виктория Одесская, Вдала способны выдержать прямое воздействие низких температур, количество погибших растений составляет от 19,9 до 42,3 %.

Выделился сорт Вдала, который вполне выдерживал уровень промораживания при минус 18 °С. Даже при минус 20 °С количество погибших растений было сравнительно небольшим. Поэтому данный сорт можно рекомендовать селекционерам как донора повышенной морозоустойчивости и зимостойкости.

Выводы. Исходя из вышеизложенного, для использования в производстве можно рекомендовать все сорта, но необходимо учитывать пониженную морозоустойчивость сорта Фаворитка. Сеять эти сорта необходимо только в южных приморских районах Украины, где риск промерзания почвы на уровне узла кущения до минус 18 °С небольшой, или в зоне с устойчивым снежным покровом.

Учитывая различные условия зимних периодов на юге Украины, необходимо в дальнейшем изучать комплексную устойчивость новых сортов озимой пшеницы к неблагоприятным условиям зимы, а также исследовать агротехнические приемы, влияющие на перезимовку озимых культур.

Список использованных источников

1 Василенко, И. И. Селекция и сортовая агротехника зимостойких продуктивных сортов озимой пшеницы / И. И. Василенко // Методы и приемы повышения зимостойкости озимых зерновых культур: науч. тр. ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1975. – С. 44–57.

2 Дидусь, В. И. Селекция озимой пшеницы на зимостойкость и продуктивность / В. И. Дидусь // Методы и приемы повышения зимостойкости озимых культур: науч. тр. ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1975. – С. 30–43.

3 Методы и приемы повышения зимостойкости зерновых культур / под ред. В. Н. Ремесло. – М.: Колос, 1975. – 448 с.

4 Удовенко, Г. В. Физиологические аспекты селекции на засухоустойчивость и зимостойкость / Г. В. Удовенко, Н. Н. Кожушко, В. В. Виноградова // Селекция и семеноводство. – 1983. – № 2. – С. 7–10.

5 Юрьев, В. Я. Селекция зимостойких сортов озимой пшеницы на Украине / В. Я. Юрьев, Л. Н. Делоне // Методы селекции зимостойких сортов пшеницы: сб. науч. тр. – М.: Сельхозгиз, 1962. – С. 24–33.

6 Методика диагностики устойчивости растений (засухо-, жаро-, соле-, морозоустойчивость) / под ред. Г. В. Удовенко. – Л., 1970. – 74 с.

УДК 626.82

Э. И. Чембарисов, Т. Ю. Лесник, И. Э. Махмудов

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

М. Н. Рахимова

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

**ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД
НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье рассмотрены объемы и минерализация коллекторно-дренажных вод крупного орошаемого массива Узбекистана – Ташкентской области. Выделены основные коллекторы массива и приведены гидрологические и гидрохимические характеристики крупных коллекторов рассматриваемого региона. Выявлены следующие гидрохимические закономерности: если орошаемый массив дренирует река, то ее минерализация по мере развития орошения возрастает; если массив дренируют коллекторы, то их минерализация постепенно снижается и стабилизируется на определенных величинах, близких к минерализации грунтовых вод. Анализ собранных материалов показал, что наиболее целесообразно использовать коллекторно-дренажный сток в Ахангаранском, Куйи-Чирчикском, Зангиатинском, Юкори-Чирчикском, Кибрайском, Урта-Чирчикском и Аккурганском районах.

Ключевые слова: коллекторно-дренажные воды, орошаемые земли, факторы формирования дренажных вод, Ташкентская область Узбекистана, коллекторно-дренажная сеть.

Чирчик-Ахангаранский физико-географический район – один из древнейших (из благоустроенных в настоящее время) культурных центров Республики Узбекистан.

Чирчик-Ахангаранская долина расположена в северо-восточной части республики между рекой Сырдарьей и отрогами Западного Тянь-Шаня. На северо-западе физико-географического района проходит граница между Узбекистаном и Казахстаном, по долине Келеса и хребтам Каржантау и Угам. На востоке по Таласскому, Пскемскому и Чаткальскому хребтам он граничит с Кыргызстаном. Кураминский хребет отделяет Чирчик-Ахангаранскую долину от Ферганской долины, юго-западная граница района проходит по реке Сырдарье.

В указанный физико-географический район входят южные отроги горных хребтов Каржантау и Угама, северо-западные отроги Пскемского и Кураминского хребтов, западная часть Чаткальского хребта, Пскемская, Чирчикская и Ахангаранская долины, а также Дальварзинская степь. С северо-востока на юго-запад Чирчик-Ахангаранский район протянулся на 280 км, а с востока на запад – на 180 км [1–4].

Гидрологические условия. Ташкентский оазис относительно богат водными ресурсами. По его территории проходят две крупные реки – Чирчик и Ахангаран. Главная река Ташкентской области Чирчик образуется от слияния рек Пскема и Чаткала, имеющих истоки на высотах 4400 м. Длина ее – 225 км, площадь бассейна – 14240 км².

Чирчик относится к рекам снегово-ледникового типа с явным преобладанием питания за счет сезонных снегов среднего и нижнего ярусов. Чирчик принимает только два сравнительно крупных притока: справа – реку Угам и слева – реку Аксак-Ата. Остальные притоки – типичные саи.

Речная сеть Чирчик-Ахангаранского района по отношению к равнинной части республики довольно плотная, но распределена неравномерно. Самая большая река физико-географического района – Сырдарья. Протяженность ее по данной территории 125 км. Справа в нее впадают Чирчик и Ахангаран.

Чирчик – самый крупный и многоводный приток Сырдарьи. Питается в основном ледниковыми, снеговыми, дождевыми и подземными водами. Эти воды сбегают с Таласского Алатау, со склонов Чаткальского, Пскемского, Каржантауского и Угамского хребтов. Эта река образуется в месте слияния рек Чаткал и Пскем и Чарвакского водохранилища и далее называется Чирчиком. Большая часть воды Чирчика разбирается на орошение полей и садов по каналам и арыкам.

В верховьях бассейна в Чарвакском водохранилище накапливается до 2 млрд м³ воды. Чарвакское водохранилище позволило улучшить водоснабжение 355 тыс. га в Чирчикской, Ахангаранской и Келесской долинах и оросить 150 тыс. га новых земель. Водохранилище благотворно влияет и на климат близлежащих районов. Река Чирчик имеет большое значение для получения гидроэнергии. Уже сейчас на Чирчикско-Бозсуйском каскаде работает 19 ГЭС.

Вторая крупная река Чирчик-Ахангаранской долины – Ахангаран. Она берет начало с Чаткальского хребта, а получает воду также с Кураминских гор и с Ахангаранского плато.

С целью сбора весенних талых вод и эффективного их использования для орошения в нижнем течении реки в 1964 г. построено Туябугузское водохранилище, известное под названием «Ташкентское море». Таким образом, реки Чирчик и Ахангаран имеют большое значение для орошения. В местах выхода этих рек с гор от них отведено много оросительных каналов, в особенности от реки Чирчик. Ташкентский канал («Анхор»), питающийся водами Чирчика, орошает южную часть Ахангаранской долины, а канал Бозсу обеспечивает водой город Ташкент и его окрестности.

Гидрогеологические условия. Гидрогеологические условия района определяются геологическим строением и климатом. Сильная трещиноватость пород, серия тектонических разломов в горных массивах и обнаженность поверхности способствуют накоплению сравнительно больших запасов пресных подземных вод атмосферного питания.

Чирчик-Ахангаранский район богат подземными водами. На глубине 2000 м обнаружены горячие (термальные) источники, температура которых составляет 54–60 °С. Термальные воды минерализованы, обладают лечебными свойствами. Ташкентская минеральная вода используется для лечения многих болезней. В предгорных равнинах на разной глубине обнаружены бассейны артезианских вод. Они используются для орошения и водоснабжения населенных пунктов.

Верхние и нижние горизонты пород находятся в тесной гидравлической взаимосвязи. Свое питание они получают за счет фильтрации из поверхностных водотоков, инфильтрации с полей орошения и притока с гипсометрически вышерасположенных областей.

Грунтовые воды четвертичных отложений приурочены в основном к гравийно-галечниковому слою, а водоупором являются каменные лессы. Подземные воды района относятся к инфильтрационному генетическому типу. Непосредственную связь с техногенным загрязнением имеют воды водоносных горизонтов четвертичных отложений. Основная роль в питании грунтовых вод принадлежит поверхностному стоку в пойме реки Чирчик, в меньшей степени – инфильтрации атмосферных осадков, притоку подземных вод со стороны фильтрации ирригационных вод, искусственных водотоков, площадной инфильтрации поливных вод.

Подземные воды четвертичных отложений долины реки Чирчик сообщаются между собой и представляют в целом единую водонапорную систему. По химическому составу грунтовые воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые, по величине минерализации – пресные.

Бассейн Чирчика характеризуется интенсивной естественной дренированностью. В неорошаемой его части преобладает глубина залегания грунтовых вод ниже 10 м, а в низовье реки – 1–3 м. Раньше их выклинивание приводило к заболачиванию низких террас. В настоящее время заболоченные участки осушены посредством устройства коллекторов, по которым грунтовые воды попадают в Чирчик.

В предгорьях, вдоль русла реки Чирчик и по левобережной части бассейна, грунтовые воды имеют минерализацию до 1 г/л; в низовьях реки по правобережью – 1–3 г/л, а на некоторых участках даже 3–5 г/л. Среди ионов до 1 г/л преобладают гидрокарбонатные и кальциевые, с ростом минерализации повышается содержание сульфатного иона и натрия.

Почвы. Почвы Чирчик-Ахангаранской долины разнообразны. Их разнообразие зависит от рельефа местности, состава горных пород, температуры, количества осадков и растительного покрова. На территории долины в зависимости от указанных факторов почвы сменяют друг друга по направлению от равнин на юго-западе к горам на северо-востоке.

По берегам Сырдарьи в Чирчикской и Ахангаранской долинах распространены сероземы. Почвы освоенных в древности оазисов – культурные сероземы.

На древних террасах Сырдарьи, Чирчика и Ахангарана развиты аллювиальные луговые почвы. Они орошаются с древнейших времен. Принесенные с водой взвешенные и минеральные вещества способствовали повышению плодородия этих почв. В поймах рек распространены болотно-луговые почвы. Для отвода избытка воды и осушения болот здесь открыты дрены. В равнинных местах, где подземные воды залегают близко к поверхности земли и имеется небольшой уклон, встречаются засоленные почвы.

На северо-востоке района в предгорьях и на склонах гор на высоте 1000–1600 м над уровнем океана развиты темные сероземы и серо-бурые почвы, содержащие 3–4 % гумуса. Здесь выращивают богарные зерновые культуры (пшеницу, ячмень).

В горах на высоте 1600–2500 м над уровнем океана распространены темные сероземы, коричневые и бурые лесные почвы. В поясе высокогорных лугов развиты светло-бурые почвы.

На орошаемой территории преобладают преимущественно тяжелосуглинистые типичные сероземы и луговые аллювиальные почвы, подстилаемые мощной толщей песчано-галечниковых отложений. Они занимают пойму, первую и вторую террасы долин Чирчика и Ахангарана. В понижениях почвы формируются на глинах. Орошаемые почвы бассейна Чирчика в основном не засолены: последние составляют 95,2 %, слабо-

засоленные – 3,0 %, средnezасоленные – 0,8 % и сильнозасоленные – 1,0 %. Верхняя часть бассейна относится к карбонатно-кальциевой провинции соленакопления, нижняя – к сульфатно-кальциевой. В целом оазис характеризуется благоприятными галогенохимическими условиями. Засолению подвержены только отдельные его небольшие участки, например часть орошаемых земель Букинского района (855 га), расположенного в Ахангаранской депрессии. В качестве основных мер борьбы с этим явлением предлагается улучшение эксплуатации ирригационной и коллекторно-дренажной сети и плановое нормирование водопользования.

Характеристика каналов и коллекторно-дренажной сети. Основной водозабор из реки Чирчик производится в двух гидротехнических узлах: Газалкентском, построенном в 1940 г., и Троицком, построенном в 1957 г. Для осуществления сезонного регулирования речного стока в 1970 г. в горах, выше с. Ходжикент, введена в эксплуатацию первая очередь Чарвакского водохранилища.

Наиболее крупными каналами, отбирающими воду, являются Бозсу и Зах, Карасу и Ташкентский. Канал Бозсу впадает в Сырдарью несколько ниже Чирчика. Через канал Зах чирчикская вода перебрасывается в реку Келес, которая, разбираясь на орошение, достигает Сырдарьи с незначительными расходами воды. Левобережный Карасу несет воды Чирчика для орошения земель бассейна реки Ахангаран, где соединяется с последней выше Туябугузского водохранилища, построенного в 1962 г. Поэтому в Ахангаране, который также впадает в Сырдарью, имеется и чирчикская вода. Кроме вод Чирчика в Карасу попадают селевые воды левобережных речек Паркентская, Юзуркская и др. В 1979 г. закончено строительство Паркентского канала протяженностью 69,6 км с головным водозабором до 57 м³/с.

Протяженность всех крупных магистралей и межхозяйственных оросительных каналов составляет 4,7 тыс. км, мелкой внутрихозяйственной сети – 17,9 тыс. км, а всего – 22,6 тыс. км. Из оросительных систем реки Ахангаран наиболее крупной является система Право- и Левобережного магистральных каналов от Ахангаранского водохранилища, построенного в 1967 г., с полезным объемом 0,31 км³. Оросительные системы реки Келес небольшие, водозабор для отдельных систем в среднем составляет менее 5–10 м³/с.

В бассейне Чирчика в 1970 г. орошалось 265 тыс. га; в 1975 г. – 271 тыс. га; в 2011 г. – 305 тыс. га, в бассейне Ахангарана – соответственно 55; 60 и 90 тыс. га. В 1913–1914 гг. в Ташкентском оазисе орошалось 219 тыс. га, в том числе под хлопчатником было занято 33 тыс. га, под рисом – 67 тыс. га и прочими культурами – 119 тыс. га.

Водозабор из рек в 1955–1957 гг. был равен 5,0 км³/год, в 1985–1986 гг. он увеличился до 7,0 км³/год, в 2011 г. – до 7,5 км³/год.

В Ташкентском оазисе имеется коллекторно-дренажная сеть. Приемником многих коллекторов служит река Чирчик. Основное строительство коллекторов произведено в 1950–1960 гг. В 1972 г. на территории Ташкентской области было 5760 км дренажной сети, к 1986 г. ее длина увеличилась до 7919 км. Среди сбросов в Чирчик следует выделить коллекторы РК-5, РК-10, Кирова, Пойменный, дренажу ХД-Т. В Ахангаран впадают Сарысу-1, Карасу-1, Гулистанский. Отдельные коллекторы доносят свои воды до реки Сырдарьи (Карасу-2, Сарысу-2, Песчаный, Улавливающий).

Наблюдения за химическим составом воды в коллекторах начаты в 1968 г. По данным Ташкентского областного управления мелиоративных систем, минерализация воды большинства коллекторов невысокая (до 1,0 г/л). Лишь в некоторых внутрихозяйственных коллекторах Букинского (Чилисай) и Калининского (Ачисай, Каракамыш, Махамаджан) районов она доходит до 3,0–5,0 г/л.

Состав воды преимущественно сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый, в коллекторах с высокой минерализацией – сульфатно-натриевый.

Среднемесячные расходы воды в коллекторах меняются от 0,10 (Азамат) до 5,67 м³/с (Геджиген). В целом с территории области в 1977 г. было отведено 1,94 км³ дренажных вод, в 1978 г. – 2,24 км³, в 2011 г. – 1,84 км³, что составляет 34–38 % от водозабора этих лет, который соответственно равен 5,63–5,93 км³.

С географо-геоморфологических позиций орошаемая зона оазиса (в том числе и бассейны коллекторов) расположена в трех районах: а) верховья бассейнов Чирчика и Ахангарана; б) средняя и нижняя части бассейнов Чирчика и Ахангарана; в) правобережная современная долина Сырдарьи в среднем течении.

В указанных районах можно выделить бассейны следующих коллекторов: Азамат, Джаилма, Гулистан, Дархан, Сарысу, В-3, Каракамыш, Аччисай, Сарысу-2, Карасу-1, Карасу-2, КЖД, Геджиген, ГВСК, Песчаный, Уртукли, Улавливающий.

Наибольший объем отводимых коллекторно-дренажных вод наблюдается в Бекабадском районе (до 455,24–627,76 млн м³), значителен он в Аккурганском и Букинском районах (262,57–282,16 млн м³), наименьший объем наблюдается в Бостанлыкском и Ахангаранском районах (4,78–27,99 млн м³). Наибольшая величина минерализации наблюдается в Бекабадском и Чиназском районах (2,10–2,31 г/л), а наименьшая – в Пскентском, Юкори-Чирчикском и Кибрайском районах (0,54–0,36 г/л).

В последние годы величина орошаемой площади в оазисе возросла до 393 тыс. га, а протяженность коллекторно-дренажной сети – до 8354 км. Согласно данным ОГМЭ величина коллекторного стока в 2003–2005 гг. составила 2,15–2,51 км³, а средняя величина минерализации – 1,20–1,21 г/л. Для расчета средних характеристик крупных существующих коллекторов Ташкентской области были обработаны сведения за 2003–2010 гг. (таблица 1).

Таблица 1 – Гидрологические и гидрохимические характеристики крупных коллекторов Ташкентской области

Наименование коллектора	Характеристика		
	Расход коллектора, м ³ /с	Объем коллекторно-дренажного стока, млн м ³	Минерализация коллекторно-дренажных вод, г/л
БЭСТ	3,47	109,4	1,28
Уртукли	4,00	126,1	1,60
Кумли	3,58	112,9	2,02
Чегара	1,84	58,0	1,89
Тутувчи	2,35	74,1	1,92
Аччисай	2,76	87,0	1,78
Карасув 1	3,82	120,5	1,21
Карасув 2	3,04	95,9	1,03
Джаилмасай	1,70	53,6	0,80
Геджиген	2,17	68,4	0,90
Каракамыш	1,84	58,0	0,94
КЖД	2,14	67,5	1,02
Сарисув 1	1,00	31,5	1,33
Сарисув 2	1,00	31,5	0,80
Итого	34,7	1094,4	

Заключение. Проведенные расчеты показали, что в зависимости от выделенных гидрохимических районов минерализация и химический состав коллекторных вод меняются следующим образом:

- в верховьях бассейна Чирчика и Ахангарана – 0,80 г/л, состав хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный магниевое-натриево-кальциевый;

- в средней и нижней части бассейна Чирчика и Ахангарана – 1,18 г/л, состав гидрокарбонатно-сульфатный натриево-кальциево-магниевый;

- на террасах среднего течения Сырдарьи – 1,71 г/л, состав сульфатный магниевый-кальциево-натриевый. Анализ материалов показал, что в данном ирригационном районе гидрохимическая обстановка нарушена.

Были выявлены следующие гидрохимические закономерности: 1) если орошаемый массив дренирует река, то ее минерализация по мере развития орошения возрастает; 2) если массив дренируют коллекторы, то их минерализация постепенно снижается и стабилизируется на определенных величинах, близких к минерализации грунтовых вод. Как показал анализ собранных материалов, наиболее целесообразно использовать коллекторно-дренажный сток в Ахангаранском, Куйи-Чирчикском, Зангиатинском, Юкори-Чирчикском, Кибрайском, Урта-Чирчикском и Аккурганском районах, где минерализация коллекторно-дренажных вод не превышает 1 г/л, а их объемы составляют 0,3–0,5 км³/год.

Список использованных источников

1 Горизонтальный дренаж орошаемых земель / В. А. Духовный, М. Б. Баклушин, Е. Д. Томин, Ф. В. Серебренников. – М.: Колос, 1979. – 250 с.

2 Чембарисов, Э. И. Гидрохимия орошаемых территорий (на примере Аральского моря) / Э. И. Чембарисов. – Ташкент: Фан, 1988. – 104 с.

3 Чембарисов, Э. И. Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии / Э. И. Чембарисов, Б. А. Бахритдинов. – Ташкент: Укитувчи, 1989. – 232 с.

4 Чембарисов, Э. И. Коллекторно-дренажные воды Республики Каракалпакстан / Э. И. Чембарисов, Р. Т. Хожамуратова. – Нукус: «Билим», 2008. – 56 с.

УДК 631.529

Л. П. Рыбашлыкова

Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, с. Соленое Займище, Российская Федерация

ПАСТБИЩНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ САРПИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ И ИНТРОДУКЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Целью исследований было выявление особенностей распределения лекарственной растительности в пастбищных экосистемах Сарпинской низменности. Проведено интродукционное изучение роста и развития лекарственных растений при капельном орошении в аридных условиях региона. Определены их фенологические показатели. Выявлены наиболее перспективные виды лекарственных растений для выращивания в культуре. Предложен способ восстановления биологического разнообразия флоры аридных территорий деградированных земель с помощью восстановления ценопопуляций лекарственных видов интродуцированными образцами.

Ключевые слова: фитосанитарная обстановка, пастбище, лекарственные растения, интродукция, адаптивные возможности, фенологические фазы.

Введение. В настоящее время на территории Сарпинской низменности основная масса пастбищных экосистем нарушена и сформирована с преобладанием малоценных кормовых растений, злостных сорняков и ядовитых видов, которые имеют фитоценотическую неполноценность, что в целом характеризует неблагоприятную фитосанитарную обстановку пастбищ. Ареал пастбищ, где ежегодно отмечается уменьшение доли лекарственных растений, неизменно увеличивается. Флуктуационные изменения фитоценозов обусловлены изменениями метеорологических, почвенно-гидрологических [1, 2] условий, а также антропогенными воздействиями [3].

В регионе более 100 видов растений обладают лекарственными свойствами, содержание действующих веществ в них увеличивается с продвижением их ареалов на юг. В пастбищном травостое лекарственные растения обычно встречаются рассеянно, образуя местами сконцентрированные мелкие группировки, предпочитают увлажненные участки, днища балок, поймы и берега водоемов, лиманов, каналов, микропонижения и лесонасаждения [4]. Редко встречаются алтей лекарственный (*Althaea officinalis* L.), кирказон ломосовидный (*Aristolochia clematis* L.), коровяк мохнатый (*Verbascum phlomoides* L.), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), пустырник пятилопастной (*Leonurus guinguelobatus* G.), череда трехраздельная (*Bidens tripartita* L.). Широкое практическое применение находят 53 лекарственных вида [5].

Ценопопуляции лекарственных видов рассматриваются не только как источник лекарственного сырья, но и как необходимая часть растительного сообщества [6]. Для естественного пастбищного животноводства в регионе перспективными считаются около 50 лекарственных видов. При скармливании их животным необходимо регламентировать нормы потребления для исключения отравления. При организации культурных пастбищ с участием лекарственных видов в фитоценозах необходимо правильно подбирать кормовые участки, осуществлять уход за лекарственными видами. Некоторые лекарственные виды при перевыпасе выпадают из травостоя в первую очередь: горичвет весенний (*Adonis vernalis* L.), солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.) [5].

Для обогащения биологического разнообразия флоры аридных территорий перспективна интродукция новых лекарственных растений в связи с их кормовым, медоносным и пищевым значением [7]. Использование их в качестве лечебно-профилактического средства или вкусовой добавки, улучшающей корм, приводит к оздоровлению сельскохозяйственных животных. Важной их функцией также является подавление патогенных почвенных микроорганизмов, грибковых инфекций, что приводит к улучшению санитарно-гигиенических условий для выпаса [5].

Материалы и методы. Исследования проводили по методике полевого опыта Б. А. Доспехова (1985 г.) и методике исследований при интродукции лекарственных растений Н. И. Майсурадзе (1984 г.) [8]. Экспериментальные данные по интродукции лекарственных видов были получены автором в 2010–2013 гг. на опытных объектах ФГБНУ «ПНИИАЗ» на фоне капельного орошения при выращивании лекарственного семенного материала ФГБНУ «ВИЛАР». На их основе были разработаны мероприятия по восстановлению, повышению продуктивности и биоразнообразия, улучшению фитосанитарной обстановки деградированных пастбищ.

Результаты и обсуждение. Район Сарпинской низменности характеризуется резко континентальным климатом, здесь ярко проявляется антициклонический режим погод. В южных районах выпадает 150–210 мм осадков, в северных – до 250–350 мм. Экстремальность климатических условий низменности определяет неблагоприятное соотношение тепла и влаги (ГТК – 0,3–0,4). В результате снижения количества осадков в 2–3 раза в сравнении со средней нормой и влажности воздуха до 15–20 % в весенне-летний период здесь часто возникают сильнейшие засухи, приводящие к низкой продуктивности лугов и пастбищ.

Опыт первичной интродукции раскрывает адаптивные возможности лекарственных растений и помогает разработать агротехнические мероприятия для успешной реализации их биологического потенциала в аридных условиях.

На участках изучались лекарственные растения трех групп. В первую группу вошли одно- и многолетние быстрорастущие растения (ромашка аптечная, календула лекарственная, расторопша пятнистая, шалфей лекарственный). Они формировали массовые всходы в течение 7–12 дней и развивали конкурентоспособную по отношению к сорнякам вегетативную массу за 30–60 дней.

Во вторую группу вошли многолетние лекарственные растения, растущие со средней скоростью. Они формировали массовые всходы в течение 14–21 дня и развивали конкурентоспособную (по отношению к сорнякам) вегетативную массу за 60–90 дней. У пижмы обыкновенной и пустырника сердечного всходы появились через 1–2 дня, у валерианы лекарственной – через 4 дня, у девясила высокого и подорожника большого – через 5–6 дней, у алтея лекарственного – через 7 дней.

Третью группу составили медленнорастущие многолетние лекарственные и эфирномасличные растения с длительными сроками прорастания семян (3–6 недель) и развитием конкурентоспособной вегетативной массы за 90–105 дней (душица обыкновенная, Melissa лекарственная, зверобой продырявленный, кровохлебка лекарственная).

О прохождении основных фаз развития одно- и многолетними лекарственными видами свидетельствуют данные таблицы 1.

Таблица 1 – Сроки наступления основных фенологических фаз развития многолетних лекарственных видов в условиях капельного орошения, 2010–2013 гг.

Вид	Фаза развития растений			
	посев – отрастание	начало бутонизации	начало цветения	сбор семян
Пустырник сердечный (<i>Leonurus Cardiacus</i>)	6.04 – 18.04	14.05 – 20.05	24.05 – 29.05	07.07 – 14.07
Валериана лекарственная (<i>Valeriana officinalis</i>)	06.04 – 17.04	15.05 – 26.05	20.05 – 25.05	07.07 – 12.07
Подорожник большой (<i>Plantago major</i>)	10.04 – 24.04	23.05 – 30.05	10.06 – 16.06	01.08 – 10.08
Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i>)	10.04 – 15.04	26.05 – 01.06	09.06 – 18.06	18.08 – 26.08
Шалфей лекарственный (<i>Salvia officinalis</i>)	10.04 – 23.04	12.05 – 17.05	20.05 – 25.05	16.07 – 22.07
Коровяк скипетровидный (<i>Verbascum densiflorum</i>)	06.04 – 15.04	22.05 – 27.05	28.05 – 6.06	15.08 – 30.08
Кровохлебка лекарственная (<i>Sanguisorba officinalis</i>)	06.04 – 15.04	06.06 – 11.06	12.06 – 18.06	01.08 – 10.08
Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i>)	06.04 – 18.04	11.06 – 20.06	21.06 – 28.06	17.08 – 25.08
Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i>)	10.04 – 21.04	22.05 – 25.05	28.05 – 03.06	15.08 – 21.08
Левзея сафлоровидная (<i>Rhaponticum carthamoides</i>)	Всходы не получены			
Алтей лекарственный (<i>Althaea officinalis</i>)	21.04 – 28.04	8.06 – 15.06	15.06 – 01.07	20.08 – 11.09
Девясил высокий (<i>Inula helenium</i>)	10.04 – 17.04	28.05 – 08.06	15.06 – 22.06	10.08 – 20.08

Было установлено, что из всех интродуцированных лекарственных видов большинство ежегодно цвели и плодоносили. А такие, как расторопша пятнистая (*Silybum marianum*), календула лекарственная (*Calendula officinalis*), ромашка аптечная (*Matricaria recutita*), змееголовник молдавский (*Dracocephalum moldavicum*), подорожник большой (*Plantago major*), амми большая (*Ammi majus*), коровяк скипетровидный (*Verbascum densiflorum*), марена красильная (*Rubia tinctorum*), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*), алтей лекарственный (*Althaea officinalis*), девясил высокий (*Inula helenium*), возобновлялись самосевом [9].

Выявлено, что в результате адаптации в аридных условиях у растений изменялись ритмы сезонного развития. Основные фазы развития у большинства интродуцируемых растений в агроклиматических условиях Сарпинской низменности наступали раньше, чем в средней полосе РФ: отрастание – на 10–15 дней; бутонизация и цветение – на 8–10 дней; созревание семян – на 10–12 дней. Возникали их новые фенотипические признаки и биохимические свойства, физиологические функции.

Для восстановления фитосанитарного благополучия растительных ценозов Сарпинской низменности, их устойчивого функционирования, а также для повышения биоразнообразия кормовых видов рекомендуется вводить в культуру интродуцированные лекарственные растения [5, 7]. Они могут быть пригодны для животных как кормовые, лечебные и профилактические средства для обогащения корма фармакотерапевтическими веществами витаминного, противовоспалительного, бактерицидного, антисептического, противоглистного действия.

Перспективными для фитосанитарного оздоровления пастбищ являются многолетние виды, испытанные в культуре на опытах ФГБНУ «ПНИИАЗ», имеющие хорошие адаптационные свойства: душица обыкновенная, мелисса лекарственная, зверобой продырявленный, кровохлебка лекарственная, ромашка аптечная, календула лекарственная, расторопша пятнистая, шалфей лекарственный, пижма обыкновенная, пустырник сердечный, валериана лекарственная, девясил высокий, подорожник большой, алтей лекарственный.

Выводы. Выращенные в жестких агроклиматических условиях на опытных объектах ФГБНУ «ПНИИАЗ» на фоне капельного орошения лекарственные виды из семенного материала ФГБНУ «ВИЛАР» имели хороший рост и развитие. За 2010–2013 гг. случаев полного вымерзания посевов не наблюдалось. Все растения проходили полный цикл развития, имели хорошую урожайность.

Для обогащения биологического разнообразия флоры аридных территорий перспективно вводить в культуру новые интродуцированные лекарственные растения в связи с их кормовым, медоносным и пищевым значением. Располагать микроценозы лекарственных растений следует вблизи древесных насаждений, в понижениях и западинах, где условия наиболее благоприятные.

Список использованных источников

1 Физико-химические характеристики почв Северо-Западного Прикаспия и пути сохранения и воспроизводства их плодородия в полупустынной зоне европейской части РФ / В. И. Мухортов, В. А. Федорова, Е. В. Сердюкова, М. В. Власенко // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – М., 2011. – № 2. – С. 32–39.

2 Воронина, В. П. Особенности продуктивности пастбищных угодий на зональных почвах Астраханской области / В. П. Воронина, М. В. Власенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – Волгоград, 2011. – № 3. – С. 7–14.

3 Власенко, М. В. Изменения растительного покрова под влиянием выпаса сельскохозяйственных животных на пастбищных угодьях Астраханской области / М. В. Власенко // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 12. – Ч. 4. – С. 757–759.

4 Власенко, М. В. Влияние защитных лесных насаждений и микрорельефа на продуктивность кормовых угодий Сарпинской низменности / М. В. Власенко // Аридные экосистемы. – 2014. – № 4(61). – С. 99–104.

5 Власенко, М. В. Продуктивность и флористическое разнообразие пастбищ Сарпинской низменности под влиянием фитомелиорации: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Власенко Марина Владимировна. – Волгоград, 2014. – 22 с.

6 Власенко, М. В. Влияние лекарственных растений на фитосанитарное состояние пастбищ Северо-Западного Прикаспия / М. В. Власенко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 5(43). – С. 199–203.

7 Власенко, М. В. Лекарственные растения в природном комплексе: моногр. / М. В. Власенко, О. М. Баранова, Ю. М. Пучков. – Астрахань: Сорокин Р. В., 2011. – 292 с.

8 Методика исследований при интродукции лекарственных растений / Н. И. Майсурадзе, О. А. Черкасов, В. Л. Тихонова [и др.]. – М., 1984. – 32 с.

9 Зволинский, В. П. Опыт интродукции лекарственных растений в Астраханской области / В. П. Зволинский, Л. П. Рыбашлыкова // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 1(119). – С. 13–16.

УДК 633.34:631.8;631.6:(477.7)

А. С. Сухотин, А. А. Казанок

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

С. В. Томашов, О. Л. Томашова

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, с. Клепинино, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ И НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПОЖНИВНОЙ СОИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ

Целью исследований было изучение динамики содержания жира и белка в зерне пожнивной сои. Установлено существенное изменение их содержания и накопления в процессе онтогенеза вследствие применения минеральных удобрений. Интенсификация орошения увеличивала содержание жира и в то же время уменьшала содержание белка. Доказано положительное влияние на показатели качества зерна сои уменьшения ширины междурядья. Максимальным содержание жира в зерне пожнивной сои (25,4 %) было в вариантах вспашки на глубину 20–22 см, внесения удобрений в дозе $N_{90}P_{120}$ и поддержания влажности почвы в активном слое на уровне 70–75 % НВ. При этих же условиях было отмечено самое высокое содержание белка в зерне (35,9 %).

Ключевые слова: белок, ширина междурядий, сорт, соя, минеральные удобрения, орошение, технология.

Трудно переоценить агротехническое значение промежуточных посевов. В севооборотах с оптимальным сочетанием основных и промежуточных посевов создаются благоприятные условия для улучшения химических и физических свойств почвы, обогащения ее органическим веществом. Постоянное содержание поля под покровом однолетних культур практически сводит на нет действие водной и ветровой эрозии. Уплотнение севооборотов в условиях орошаемого земледелия способствует улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель, предохраняет их от возможного вторичного засоления [1].

Соя – зернобобовая культура, которая по посевным площадям и валовым сборам является ведущей бобовой культурой мира. Такое широкое распространение объясняется универсальностью ее использования в качестве продовольственной, технической и кормовой культуры.

Соя – одна из наиболее перспективных культур, которые играют существенную роль в обеспечении полноценного белкового рациона людей и сельскохозяйственных животных [2].

Соя, как бобовая культура, является хорошим предшественником, включение ее в севооборот повышает выход зерна с единицы площади, способствует формированию гумуса в почве, увеличивает производство белка.

В числе главных задач сельхозпроизводителей следует отметить не только повышение производительности посевов, но и получение урожаев с высокими показателями качества.

Для зерна сои важным является содержание в нем белка и жира. Именно благодаря наличию в зерне этих веществ соя имеет такое большое значение и спрос [3].

По расчетам, один гектар посева пшеницы дает в среднем 207 кг белка, кукурузы – 367 кг, сои – 568 кг. При урожайности зерна сои 20 ц/га можно получить 720 кг сырого протеина и 400 кг масла [2].

В соевом белке отсутствует холестерин, и поэтому он обладает диетическими свойствами. Семена сои являются наиболее ценным и дешевым источником высококачественного белка для питания людей [1].

В связи с этим определение факторов, положительно влияющих на качество зерна сои, является достаточно важной задачей.

Ф. Ф. Адамень [4] отмечает, что с увеличением норм минеральных удобрений увеличивается высота растений сои, высота крепления нижнего боба, масса 1000 семян. Количество протеина и жира в семенах сои при внесении минеральных удобрений также увеличивается [5].

Опыты по изучению влияния различных норм минеральных удобрений, способа предпосевной обработки почвы, ширины междурядий и интенсивности орошения на урожай сои в пожнивных посевах проводились путем четырехфакторного полевого опыта, заложенного методом наложения участков.

В схему опыта были включены следующие факторы и их варианты: фактор А – фон питания: без удобрений, N₄₅P₆₀, N₉₀P₁₂₀; фактор В – предпосевной фон: стерня, вспашка на 20–22 см; фактор С – ширина междурядья: 23; 46 см; фактор D – режим орошения: поливы при снижении влажности почвы до 60–65 % НВ, поливы при снижении влажности почвы до 70–75 % НВ.

В опытах использовалась общепринятая агротехника пожнивной сои после льна масличного в условиях орошения на юге Украины.

Результаты исследований показали возможность получения зерна пожнивной сои с содержанием жира 18,1–25,4 % (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание жира в зерне пожнивной сои в зависимости от исследуемых факторов

Предпосевной фон	Фон питания	Ширина междурядья, см	
		23	46
Предполивной порог влажности почвы 60–65 % НВ			
Стерня	Без удобрений	18,5	18,1
	N ₄₅ P ₆₀	19,4	19,2
	N ₉₀ P ₁₂₀	20,1	19,9
Вспашка на 20–22 см	Без удобрений	22,6	21,8
	N ₄₅ P ₆₀	23,3	23,1
	N ₉₀ P ₁₂₀	23,7	23,4
Предполивной порог влажности почвы 70–75 % НВ			
Стерня	Без удобрений	21,0	20,8
	N ₄₅ P ₆₀	22,5	21,9
	N ₉₀ P ₁₂₀	23,2	22,7
Вспашка на 20–22 см	Без удобрений	23,8	23,2
	N ₄₅ P ₆₀	24,7	24,4
	N ₉₀ P ₁₂₀	25,4	25,1

Нами было установлено, что на качественные показатели зерна сои существенно влияют минеральные удобрения и уменьшение ширины междурядий посевов. Минимизация предпосевной обработки почвы способствовала увеличению содержания белка с 32,3–37,4 до 35,4–40,9 % и в то же время уменьшению содержания жира с 21,8–25,4 до 18,1–23,2 %. Интенсификация орошения также имела различное влияние на показатели качества зерна. Уровень содержания белка при этом снижался с 34,1–40,9 до 32,3–39,7 %, а жира, наоборот, повышался с 18,1–23,7 до 20,8–25,4 % (таблицы 1, 2).

Таблица 2 – Содержание белка в зерне послезливной сои в зависимости от исследуемых факторов

Предпосевной фон	Фон питания	Ширина междурядья, см	
		23	46
Предполивной порог влажности почвы 60–65 % НВ			
Стерня	Без удобрений	38,4	38,3
	N ₄₅ P ₆₀	40,4	40,1
	N ₉₀ P ₁₂₀	40,9	40,4
Вспашка на 20–22 см	Без удобрений	35,1	34,1
	N ₄₅ P ₆₀	36,3	35,6
	N ₉₀ P ₁₂₀	37,4	36,7
Предполивной порог влажности почвы 70–75 % НВ			
Стерня	Без удобрений	36,0	35,4
	N ₄₅ P ₆₀	38,6	37,1
	N ₉₀ P ₁₂₀	39,7	38,5
Вспашка на 20–22 см	Без удобрений	34,2	32,3
	N ₄₅ P ₆₀	35,2	33,9
	N ₉₀ P ₁₂₀	35,9	34,6

Суммарное содержание белка и жира в зерне сои составляло 55,5–62,9 %. Максимальными эти показатели были в варианте с самой высокой урожайностью, хотя отдельно по процентному содержанию белка и жира этот вариант уступал некоторым другим.

Содержание белка в зерне в этом варианте составляло 39,7 %, что на 1,2 % меньше лучшего показателя в опыте. Однако из-за высокой урожайности сбор белка с одного гектара больше. То же касается и сбора жира. В данном варианте зерно содержало 23,2 % жира, а лучший показатель опыта был на 2,2 % выше, несмотря на это сбор оставался максимальным в более урожайном варианте.

Таким образом, внесение минеральных удобрений повышало содержание белка и жира в зерне сои. Интенсификация орошения увеличивала содержание жира и в то же время уменьшала содержание белка. Положительное влияние на показатели качества зерна сои оказывало и уменьшение ширины междурядья.

Список использованных источников

1 Сичкарь, В. И. Соя в продовольственном балансе Украины / В. И. Сичкарь // Вестник аграрной науки. – 1999. – № 4. – С. 22–26.

2 Пернак, Ю. Л. Программа научного обеспечения эффективного производства сои в условиях Кировоградской области на 2005–2010 годы / Ю. Л. Пернак, Л. Р. Медведева, М. Д. Сухарева. – Кировоград, 2005. – 27 с.

3 Папко, И. В. Производительность сои в зависимости от удобрений и инокуляции / И. В. Папко // Вестник аграрной науки. – 2005. – № 6. – С. 69–71.

4 Адамень, Ф. Ф. Теоретическое обоснование минерального питания растений

сои в условиях юга Украины / Ф. Ф. Адамень. – Симферополь: Таврида, 1995. – 93 с.

5 Ищенко, В. А. Эффективность возделывания сои в короткоротационных севооборотах на орошаемых землях южной степи Украины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Ищенко Владислав Андреевич. – Херсон, 1992. – 24 с.

УДК 633.11

А. А. Казанок, Н. Н. Лавренко

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ

Целью исследований было изучение влияния агротехнологических приемов выращивания на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы при различных условиях увлажнения. Установлено существенное изменение уровня продуктивности пшеницы озимой в разрезе сортов, а также их отзывчивость на норму высева и условия увлажнения в условиях Сухой Степи. Доказано, что максимальная урожайность зерна была сформирована при норме высева семян 5,0 и 7,0 млн шт./га. Орошение способствовало повышению показателей продуктивности агрофитоценоза, благодаря чему урожайность возросла в 1,7–1,9 раза в сравнении с неорошаемыми участками. В результате проведенных исследований установлено, что на орошаемых землях юга Украины для формирования высокого и качественного урожая зерна озимой мягкой пшеницы необходимо высевать сорта Херсонская 99 и Херсонская безостая с нормой высева семян 5,0 и 7,0 млн шт./га соответственно.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, норма высева, условия увлажнения, орошение, качество, урожайность.

Введение. Зона Сухой Степи Украины является одной из основных, в которых выращивают высококачественное зерно и получают значительную долю валовой продукции в общем производстве зерновых культур. Вместе с тем в этом засушливом регионе, так называемой зоне рискованного земледелия, гарантированные и стабильные урожаи можно получать на орошаемых землях [1].

Основной зерновой культурой в зоне Сухой Степи является озимая пшеница. На орошаемых землях Херсонской области ее ежегодно выращивают на площади 40–70 тыс. га (до 100 тыс. га). В сравнении с неорошаемыми землями урожаи озимых, как и других сельскохозяйственных культур, на орошаемых землях формируются выше в 2–3 раза, а в острозасушливые годы и более [2].

Состояние изучения проблемы. Украина с древних времен славится селекционными достижениями по озимой пшенице. При создании новых сортов обращают внимание на такие важнейшие хозяйственные свойства, как урожайность, качество зерна, и особенно на зимостойкость, засухоустойчивость, стойкость к различным фитопатогенам и полеганию. В связи с тем, что Украина характеризуется большой пестротой почвенно-климатических условий, селекция сортов привязана к отдельным регионам (зонам), которые имеют свои типичные условия по гидротермическому коэффициенту, почве, длине дня и т. п. Это значит, что в каждой экологической зоне создаются и используются после государственного испытания и положительной оценки сорта конкретного экотипа [3, 4].

Материал и методы. Для ответа на поставленные задачи в течение 2012–2014 гг. на опытном поле Херсонского государственного аграрного университета были проведены исследования по усовершенствованию технологии выращивания пшеницы

озимой. В схему опыта были включены следующие факторы. Фактор А – сорта: Херсонская 99; Херсонская безостая; Одесская 267; Селянка; Никония. Фактор В – норма высева семян: 2,5; 5,0; 7,0 млн шт./га. Фактор С – условия увлажнения: орошение; без орошения.

Полевые опыты были заложены в четырехкратной повторности. Расположение вариантов осуществлялось методом рендомизации. Во время проведения исследований руководствовались общепринятыми методиками проведения полевых опытов [5, 6].

Результаты и обсуждение. Установлено, что в среднем за три года исследований по всем сортам максимальная урожайность формировалась при норме высева семян 5,0 и 7,0 млн шт./га: на неорошаемых участках соответственно 4,31 и 4,36 т/га, при орошении – 8,13 и 7,98 т/га. Это свидетельствует о том, что повышение нормы высева семян до 7,0 млн шт./га не приводит к существенному изменению величины урожайности культуры (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность пшеницы мягкой озимой при различных нормах высева и условиях увлажнения почвы (среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт (фактор А)	Без орошения				Орошение			
	Норма высева семян, млн шт./га (фактор В)							
	2,5	5,0	7,0	Среднее	2,5	5,0	7,0	Среднее
Херсонская 99	3,82	4,49	4,55	4,29	8,67	8,94	8,53	8,71
Херсонская безостая	4,72	5,14	5,19	5,01	8,40	8,68	8,72	8,60
Одесская 267	3,29	3,67	3,36	3,44	7,07	7,48	7,60	7,39
Селянка	3,36	4,10	4,37	3,95	7,20	7,75	7,60	7,52
Никония	3,46	4,16	4,35	3,98	7,03	7,79	7,44	7,43
Среднее по фактору В	3,73	4,31	4,36	4,13	7,67	8,13	7,98	7,93
НСР ₀₅	0,19	0,21	0,21	0,18	0,27	0,25	0,27	0,24

Исследования показали, что в модуле «сорт – условия увлажнения» самая высокая урожайность была получена при плотности посева 5,0 и 7,0 млн шт./га, при этом уровень валового сбора зерна был различным лишь в разные по погодным условиям годы. Увеличение нормы высева с 2,5 до 5,0 млн шт./га способствовало повышению урожайности в среднем за три года в неорошаемых вариантах на 0,63 т/га (17,3 %), в орошаемых – на 0,43 ц/га (6,7 %). То есть повышение нормы высева семян вдвое является более эффективным в условиях природного увлажнения в сравнении с орошением.

В условиях орошения урожайность повысилась в сравнении с неорошаемыми вариантами в среднем в 1,9 раза. В благоприятные годы урожайность повысилась в разрезе сортов в 1,5–1,8 раза, в неблагоприятные – в 2,3–3,6 раза. То есть эффективность орошения резко возрастает в неблагоприятных погодных условиях. Повышение урожайности за счет орошения отмечалось у всех сортов и составляло 90–100 % и более. Исследованные сорта обладали практически одинаковой засухоустойчивостью, поскольку они в одинаковой мере реагировали на орошение. Самую высокую урожайность в условиях орошения сформировали сорта Херсонская 99 и Херсонская безостая, в среднем при различных нормах высева она составляла 8,71 и 8,60 т/га соответственно. Максимальную урожайность на орошаемых землях (9,15 т/га) показал сорт Херсонская безостая при норме высева 5,0 млн шт./га.

Нормы высева имели существенное влияние на выход кондиционных семян и массу 1000 зерен (таблица 2).

Масса 1000 зерен существенно изменялась в зависимости от сорта, года исследований, нормы высева семян и режима увлажнения растений. Более крупное зерно за годы исследований формировалось при норме высева 2,5 млн шт./га в условиях

орошения. По мере увеличения нормы высева масса 1000 зерен уменьшалась: при норме 5,0 млн шт./га в вариантах природного увлажнения в среднем на 1,2 г, а при орошении – на 1,7 г в сравнении с первым вариантом. Последующее загущение посевов привело к более значительной депрессии по исследуемому признаку. В сравнении с первым вариантом масса 1000 зерен уменьшилась на неорошаемых и орошаемых участках на 3,4 г.

Таблица 2 – Показатели выхода и качества семян пшеницы мягкой озимой при разных нормах высева и условиях увлажнения почвы (среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт	Без орошения				Орошение			
	Норма высева семян, млн шт./га							
	2,5	5,0	7,0	Сред- нее	2,5	5,0	7,0	Сред- нее
Выход кондиционных семян, %								
Херсонская 99	57,0	61,9	65,4	61,4	62,1	68,2	71,4	67,2
Херсонская безостая	55,5	61,6	65,1	60,7	59,4	65,8	71,0	65,4
Одесская 267	54,3	60,5	62,5	60,1	60,3	64,6	69,5	63,4
Селянка	56,4	60,3	64,6	60,6	61,3	66,5	70,9	66,2
Никония	55,3	60,4	65,1	59,9	59,9	63,7	70,1	65,2
Среднее	56,3	61,4	65,0	60,9	60,9	66,8	71,1	66,3
Масса 1000 зерен, г								
Херсонская 99	35,2	34,4	33,0	34,2	45,1	42,9	41,2	43,1
Херсонская безостая	35,9	34,9	33,8	34,9	44,6	43,0	41,9	43,2
Одесская 267	35,1	34,1	33,1	34,0	44,1	42,1	40,0	42,4
Селянка	35,7	33,8	32,3	33,9	43,3	41,9	39,9	41,7
Никония	35,3	34,0	33,1	34,1	45,0	42,1	41,0	43,0
Среднее	35,6	34,4	33,0	34,3	44,3	42,6	41,0	42,6
Энергия прорастания, %								
Херсонская 99	91,7	91,7	92,0	91,8	95,0	94,0	93,3	94,1
Херсонская безостая	92,0	91,7	92,0	91,9	95,3	94,3	94,3	94,6
Одесская 267	91,1	91,1	92,0	91,2	94,0	94,0	93,1	94,4
Селянка	90,7	91,6	92,0	91,4	94,0	94,3	93,3	93,9
Никония	91,0	91,7	92,0	91,8	94,1	94,1	93,3	94,1
Среднее	91,5	91,7	92,0	91,7	94,8	94,2	93,6	94,2
Лабораторная всхожесть, %								
Херсонская 99	91,7	92,3	92,7	92,2	95,3	94,7	94,0	94,7
Херсонская безостая	93,0	92,7	93,0	92,9	95,7	95,3	95,0	95,3
Одесская 267	90,1	92,7	93,0	92,6	94,2	95,1	94,9	95,1
Селянка	91,7	93,0	93,3	92,7	94,7	95,3	95,7	95,2
Никония	91,7	92,3	92,7	92,2	95,3	94,7	94,0	94,7
Среднее	92,1	92,7	93,0	92,6	95,2	95,1	94,9	95,1

Орошение способствовало повышению крупности зерна при всех изучаемых нормах высева: при первой – в среднем в модуле «сорт – год» на 7,6 г, при второй – на 8,1 г и при третьей – на 7,6 г в сравнении с неорошаемыми участками.

Повышение массы 1000 зерен на орошаемых участках наблюдалось у разных сортов и в разные годы. В условиях орошения по всем нормам высева и сортам масса 1000 зерен была практически на одном уровне. Среднее значение массы 1000 зерен в опыте на орошаемых участках составляло 42,6 г, на неорошаемых – 34,3 г, разница – 8,3. В условиях орошения масса 1000 зерен повысилась на 24,2 %.

Анализ энергии прорастания и лабораторной всхожести семян после очистки и сортировки показал, что влияние норм высева исходного материала на эти показатели в потомстве незначительно. Обнаружено лишь повышение показателей в семенах, выращенных в условиях орошения. Кроме того, установлено, что в более благоприятные годы биологические свойства семян в условиях природного увлажнения характеризовались более высокими показателями, чем в неблагоприятные. В условиях орошения посевные качества семян в разные годы были практически одинаковыми.

Выводы. На орошаемых землях юга Украины для формирования высокого и качественного урожая зерна озимой мягкой пшеницы необходимо высевать сорта Херсонская 99 и Херсонская безостая с нормой высева семян 5,0 и 7,0 млн шт./га соответственно.

Список использованных источников

1 Бондаренко, В. И. Морозостойкость, зимостойкость и урожай озимой пшеницы в зависимости от условий увлажнения и питания растений / В. И. Бондаренко, А. Д. Артур, В. В. Облако // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1975. – № 10. – С. 22–26.

2 Новые сорта зерновых могут существенно улучшить качество зерна и повысить его урожайность / В. Волкодав, О. Гончар, А. Захарчук, М. Климович // Зерно и хлеб. – 2005. – № 1. – С. 38–39.

3 Ковтун, И. И. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии / И. И. Ковтун, Н. И. Гайса, Б. А. Митрофанов. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 288 с.

4 Литвиненко, М. А. Научные основы формирования сортового состава зерновых культур в Украине / М. А. Литвиненко, В. В. Волкадов // Сортоизучение и охрана прав на сорта растений. – 2005. – № 1. – С. 28–36.

5 Горянский, М. М. Методические указания по проведению исследований на орошаемых землях / М. М. Горянский. – Киев: Урожай, 1970. – 261 с.

6 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 631.61:338.45:51-7

В. Н. Мухамеджанов, Н. В. Гриценко

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, Тараз, Республика Казахстан

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОФОРМИРОВАНИЯХ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены результаты изучения опыта использования водосберегающих технологий на опытно-производственном участке Казахского НИИ водного хозяйства, в крестьянских хозяйствах и агроформированиях. Выявлено, что использование технологии низконапорного капельного орошения обеспечило оптимальный уровень влажности в корнеобитаемой зоне растений кукурузы; исключение образования почвенной корки; снижение количества сорняков в междурядьях; экономию минеральных удобрений (35 %) и оросительной воды (30 %) в сравнении с поливом по бороздам. Применение технологии капельного орошения обеспечило прирост урожайности в 1,5–2,0 раза в сравнении с поверхностным поливом. Возросла технологичность производства наряду с созданием условий для продления сроков посева, снизились затраты оросительной воды на единицу производимой продукции.

Ключевые слова: низконапорное капельное орошение, экономическая эффектив-

ность, конкурентоспособность, водосберегающие технологии, орошаемое земледелие, агроформирования.

Эффективность производства при использовании водосберегающих технологий относится к числу ключевых категорий экономики, которые непосредственно связаны с дополнительными затратами каждого агроформирования.

Применение водосберегающих технологий способствует экономии водных ресурсов, повышению плодородия почв и осуществляется по следующим основным направлениям:

- снижение интенсивности водоподачи;
- улучшение качества полива путем повышения равномерности увлажнения;
- формирование благоприятной среды обитания растений;
- учет физиологических особенностей растений при разработке и выборе способов орошения;
- многоцелевое использование поливной техники, обеспечивающее внесение с водой удобрений, химмелиорантов, пестицидов, регуляторов роста растений;
- создание замкнутого цикла водооборота;
- улучшение качества и повторное использование дренажно-сбросных вод.

В КазНИИВХ разработаны ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур, создающие условия для экономного использования водо- и энергоресурсов без снижения уровня урожайности. Применение указанных технологий обеспечивает:

- получение высокого и стабильного урожая;
- оптимальное удовлетворение потребности культур в воде;
- улучшение плодородия почв;
- экономию 10–15 % оросительной воды;
- снижение себестоимости получаемой продукции;
- максимальное использование естественных осадков.

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства, независимо от форм собственности и хозяйствования, в первую очередь зависит от эффекта вложенных дополнительных затрат на ресурсосберегающие технологии и рациональное использование ресурсов.

В связи с этим экономическую эффективность применения водосберегающих технологий в агроформированиях рекомендуется оценивать по следующим параметрам:

- оценка изменений, которые воздействуют на разные аспекты деятельности агроформирований;
- определение факторов, представляющих угрозу для работы агроформирований;
- определение факторов, создающих возможности для достижения поставленных целей.

Оценка эффективности по этим параметрам будет способствовать:

- развитию конкурентоспособных агроформирований;
- развитию рыночной инфраструктуры;
- развитию системы рыночной информации.

Внедрение водосберегающих технологий возможно с помощью:

- технологических консультаций по новым перспективным сельскохозяйственным культурам, сортам и гибридам, способам увеличения урожайности, требованиям к качеству сельскохозяйственной продукции и т. д.;
- технического содействия в составлении планов по внедрению водосберегающих технологий, нахождению и развитию новых каналов реализации продукции и т. п.;
- юридической поддержки в составлении контрактов на поставку продукции, консультирования по вопросам финансирования, налогообложения, аренды и т. п.;

- страхования рисков, возникающих в процессе сельскохозяйственной деятельности.

Развитие сельскохозяйственных организаций и объединений за счет использования водосберегающих технологий предусматривает следующие элементы: снижение затрат на реализацию сельскохозяйственной продукции агроформированиями; назначение более высокой цены за свою продукцию; снижение затрат при закупке оборудования; создание совместными усилиями мощностей по хранению сельскохозяйственной продукции для повышения цены реализации.

Анализ эффективности применения водосберегающих технологий позволяет выявить сильные и слабые стороны деятельности агроформирований, применяющих водосберегающие технологии, потенциальные возможности, риски и угрозы [1].

Сильные стороны деятельности агроформирований: экономия оросительной воды; обеспечение конкурентоспособности агроформирований; повышение рентабельности сельскохозяйственного производства; решение вопросов продовольственной безопасности региона; стабилизация экономической ситуации на селе; высокие показатели продуктивности в растениеводстве; развитие инноваций в сельском хозяйстве; активное развитие сельскохозяйственного производства.

Слабые стороны деятельности агроформирований: низкая инновационная активность; дорогое ресурсосберегающее оборудование (капельное орошение и дождевание); раздробленность агроформирований на мелкие предприятия и хозяйства; низкая привлекательность для инвесторов; недостаточные условия для развития предпринимательства; недостаточный уровень поддерживающей инфраструктуры сельскохозяйственного производства; недостаток квалифицированных кадров; низкий уровень использования ресурсосберегающих технологий.

Потенциальные возможности: повышение конкурентоспособности сельского хозяйства области; рост добавленной стоимости; повышение инвестиционной привлекательности; диверсификация сельскохозяйственных культур; увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и рентабельности агроформирований; экономия воды.

Риски и угрозы: вытеснение продукции области с внутреннего и региональных рынков товаропроизводителями соседних регионов (Узбекистана, Кыргызстана); снижение конкурентоспособности; возможный отток населения ввиду низкого уровня жизни в районах и в области в целом; ухудшение экологической обстановки в области с негативным влиянием на сельское хозяйство и население; недостаточность реальной и эффективной поддержки инновационного предпринимательства области.

Оценка экономической эффективности использования водосберегающих технологий и техники полива проводится после анализа деятельности агроформирования; комплексного изучения конъюнктуры рынка, его емкости и рыночного спроса; анализа системы ценообразования, уровня и динамики цен, агроформирований-конкурентов, форм и методов сбыта; изучения особенностей поведения покупателей и мотивов принятия ими оценки производственно-ресурсных и сбытовых возможностей агроформирования и определения уровня его конкурентоспособности на различных рынках или рыночных сегментах сельскохозяйственных культур.

Критерии выбора водосберегающих технологий для агроформирований:

- водно-физические и агрохимические свойства почв;
- режимы орошения и предполивная влажность почвы при возделывании сельскохозяйственных культур, технологии поливов, характеристика и критерии поливной техники;
- влияние режимов орошения и питания на урожайность сельскохозяйственных культур;
- эколого-экономическая эффективность водосберегающих технологий;

- наличие у агроформирований потенциальных возможностей для применения водосберегающих технологий и достижения поставленных целей;
- соответствие требований данного сегмента рынка характеру и качественным показателям выращиваемой сельскохозяйственной культуры;
- соответствие сбытовых возможностей агроформирований особенностям организации торговли на этом рынке и т. д.

Рекомендуется выбирать те водосберегающие технологии, которые соответствуют выбранным сегментам рынка и поддаются измерениям в количественном выражении; потенциальная емкость целевого рынка должна быть достаточной для того, чтобы окупались сельскохозяйственные издержки и была обеспечена прибыль; данный сегмент должен быть доступен для разработки и осуществления стратегии и тактики деятельности агроформирования с учетом изменений конъюнктуры рынка и возможности внедрения инноваций.

В 2014 г. в Республике Казахстан числилось более 1,80 млн га орошаемых земель, из них использовалось в сельскохозяйственном обороте 1,38 млн га, из которых было полито 1,37 млн га. Дождеванием было полито 67658 га (4,9 % от политых), капельным орошением – 38922 га (2,8 % от политых).

Водосберегающие технологии используются во всех областях Республики Казахстан. Дождевание используется на значительных площадях в Павлодарской (более 27,0 тыс. га) и Карагандинской областях (более 13,0 тыс. га). Капельное орошение применяется в Южно-Казахстанской (более чем на 26,7 тыс. га) и Алматинской областях (на 7,7 тыс. га).

Гидромелиоративные системы в Казахстане значительно изношены, потери воды достигают 50 % и более, в связи с чем внедрение водосберегающих технологий и новой техники полива, а также проведение работ по комплексной реконструкции данных систем имеет первостепенное значение для достижения поставленной цели – экономии воды при орошении сельскохозяйственных культур.

Нами изучен опыт использования водосберегающих технологий на опытно-производственном участке Казахского НИИ водного хозяйства, в крестьянских хозяйствах (КХ) и агроформированиях (таблица 1) [2–4].

Таблица 1 – Экономическая эффективность производства сельскохозяйственных культур на ОПУ КазНИИВХ «Бесагаш» (Жамбылский район, Жамбылская область) (расчеты на 1 га посевов)

Наименование сельскохозяйственных культур и способ полива		Технико-экономический показатель							
		Урожайность, т/га	Цена реализации, тенге	Стоимость валовой продукции, тыс. тенге	Стоимость реализованной продукции, тыс. тенге	Общие затраты, тыс. тенге	Себестоимость реализованной продукции, тыс. тенге	Прибыль, тыс. тенге	Уровень рентабельности, %
Лук	полив по бороздам	50,0	28,0	1400,0	1260,0	562,7	562,7	697,5	124,0
	капельное орошение	60,0	28,0	1680,0	1540,0	758,1	759,9	780,1	102,7
Морковь	полив по бороздам	35,9	28,0	1005,2	864,5	424,3	424,2	440,2	103,7
	капельное орошение	45,0	28,0	1260,0	1083,6	525,4	525,1	558,4	106,3

Из таблицы 1 видно, что уровень рентабельности при производстве лука выше при традиционном поливе, чем при капельном орошении. При возделывании моркови уровень рентабельности по сравниваемым вариантам практически одинаков.

Однако если за критерий сравнения принять экономию оросительной воды и ее продуктивность, картина эффективности резко меняется. Экономия оросительной воды при производстве лука на фоне капельного орошения по сравнению с поливом по бороздам достигает 61,5 %, при производстве моркови этот показатель более 70 %.

Продуктивность оросительной воды (отношение стоимости валовой продукции к фактической оросительной норме) при производстве лука с помощью полива по бороздам составляет 114,7 тенге/м³; при капельном орошении этот параметр возрастает до 357,4 тенге/м³, т. е. превышает продуктивность при поливе по бороздам более чем в три раза. При производстве моркови эти показатели соответственно составляют 93,9 и 400,0 тенге/м³ с превышением более чем в четыре раза.

Величина прибыли, полученная на 1 м³ оросительной воды, при производстве лука с помощью полива по бороздам составила 57,2 тенге/м³, при капельном орошении – 165,9 тенге/м³, превышение – 2,9 раза. Те же показатели при производстве моркови – соответственно 41,1 и 177,3 тенге/м³, превышение в 4,3 раза.

Достаточно активно ведутся работы по использованию водосберегающих технологий и новой техники полива сельскохозяйственных культур на орошаемых землях в КХ «Самгау», «Носер», «Байтерек» и других в Кордайском районе, в ТОО «Сыпатай батыр», КХ «Гулдер», «Совет», «Астык-Мерке», «Жылыбулак-Мерке» и других в Меркенском районе, в ТОО «Луговской конный завод», КХ «Асан-Кайкы», «Сеним», «Нуржауге» и других в районе им. Т. Рыскулова, в КХ «Азия», «Адлер» Байзакского района Жамбылской области.

Водосберегающая технология низконапорного капельного орошения была внедрена институтом на землях КХ «Носер» и «Самгау» Кордайского района Жамбылской области при возделывании кукурузы на зерно сортов Борджио и Максима (венгерский) (ФАО 500, норма высева 71000 семян/га) в вегетационный период 2014 г. на площадях по 40 га.

Использование в КХ «Носер» технологии низконапорного капельного орошения обеспечило оптимальный уровень влажности в корнеобитаемой зоне растений кукурузы; исключение образования почвенной корки; снижение количества сорняков в междурядьях; экономию минеральных удобрений (35 %) и оросительной воды порядка 30 % в сравнении с поливом по бороздам. По результатам деленочных замеров биологическая урожайность кукурузы на зерно в КХ «Носер» составила 15,3 т/га, а в КХ «Самгау» – 16,0 т/га. Фактическая урожайность, по данным учета, на участке капельного орошения составила в среднем 13,0 т/га. При оптовой цене реализации 42 тенге/кг стоимость продукции составляет 546000 тенге/га. В целом технология капельного орошения кукурузы на зерно в КХ «Носер» и «Самгау» обеспечила валовый сбор с 80 га в объеме 1040 тонн, что в денежном выражении составило 43680 тыс. тенге.

Таким образом, применение технологии капельного орошения обеспечивает прирост урожайности в полтора-два раза в сравнении с поверхностным поливом. Возрастает технологичность производства, появляется возможность продления сроков посева без привязки к считанным дням оптимальных сроков. Внедрение водосберегающих технологий и новой техники полива сельскохозяйственных культур позволит повысить продуктивность орошаемого гектара, снизить затраты оросительной воды на единицу производимой продукции.

Список использованных источников

1 Портер, М. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов / М. Портер: [пер. с англ. И. Минервина]. – М., 2011. – 454 с.

2 Средства малой механизации и техника полива для фермерских хозяйств (рекомендации по применению) / А. А. Калашников, В. А. Жарков [и др.]. – Тараз, 2009. – 24 с.

3 Рекомендации по капельному орошению овощных культур для условий юга Казахстана / А. А. Калашников, А. И. Парамонов, М. С. Мирдадаев, М. Б. Цхай. – Тараз, 2013. – 36 с.

4 Разработка методики расчета экономической эффективности адаптивных систем земледелия и ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях: отчет о НИР. – 2013. – 92 с. – № ГР 0112РК02052. – Инв. № 02313РК3236.

УДК 631.67

В. В. Коваленко, В. И. Доценко, Л. Н. Рудаков, И. Ю. Бугайова
Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет,
Днепропетровск, Украина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГРОГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА РАСЧЕТА ВЛАГОЗАПАСОВ ПРИ ОБОСНОВАНИИ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ)

Представлено использование агрогидрометеорологического метода расчета влагозапасов под посевами сельскохозяйственных культур (с использованием информационного портала «Расписание погоды» www.gr5.ua) для обоснования режима орошения по фактическим запасам влаги в почве (на примере озимой пшеницы). В эксплуатационном режиме обоснование режима орошения возможно с учетом произвольного варианта сочетания минимально допустимой предполивной влажности почвы, поливных норм, расчетного слоя и механического состава почвы, агротехнических мероприятий по обработке посевов, с учетом фенологической фазы развития культуры и т. п. В примере по заданной поливной норме (30 мм) обоснован биологически оптимальный режим орошения озимой пшеницы по данным метеостанции Губиниха в 2013 г. (северная часть Днепропетровской области). Обоснование режима орошения по агрогидрометеорологическому методу расчета влагозапасов мобильно, не требует существенных материальных ресурсов для реализации, может быть использовано в составе ГИС режима почвенной влаги и расчета режимов орошения под посевами основных сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: агрогидрометеорологический метод расчета почвенной влаги, режим орошения, озимая пшеница, влагозапас, оптимизация орошения.

Оптимизация орошения является ключевой составляющей рационального использования водных ресурсов, обеспечения экологической безопасности земледелия на поливе. Особое значение это приобретает в годы недостаточного естественного увлажнения и при наличии условно пригодной воды для орошения.

Общепринятым при расчете режимов орошения сельскохозяйственных культур на сегодня является метод контроля запасов доступной влаги в активном (расчетном) слое почвы. Реализация его эталонным термостатно-весовым способом или другими способами с помощью различных влагомеров, как отмечают Р. А. Вожегова, П. И. Коваленко, А. Ф. Литовченко и другие [1–3], является трудоемкой и требует много средств. С другой стороны, многочисленными экспериментальными исследованиями [1, 4] доказана целесообразность использования различных расчетных методов.

Одним из них является агрогидрометеорологический метод расчета влагозапасов (АГММРВ) [3] именно как метод расчета ежедневных запасов влаги в активном слое

почвы и назначения режима орошения. Целесообразность применения его при обосновании режимов орошения доказана многочисленными научными исследованиями.

В основании метода лежит аппроксимированная экспоненциальным уравнением связь запасов влаги в почве (W) с предшествующими погодными условиями, выраженными комплексным показателем P (рисунок 1) [3, 5].

Сегодня информация о погоде доступна в онлайн-режиме (например, www.rp5.ua – «Расписание погоды») с дискретностью 3 ч. Ее использование позволило оптимизировать базовую модель АГММРВ, и в частности повысить точность при расчете влагозапасов в посевах озимой пшеницы для условий Днепропетровской области на 15–17 %. Высокую точность расчетного метода подтверждают результаты статистического анализа [5]. Коэффициенты корреляции между измеренными термостатно-весовым способом и рассчитанными значениями влагозапасов по данным шести метеостанций области составили 0,92–0,96. Обеспеченность отклонений рассчитанных влагозапасов от измеренных в пределах $\pm 10\%$ общей влаги в почве составила в среднем 80 % для метрового и 75 % для полуметрового слоев почвы, что сопоставимо с точностью термостатно-весового способа.

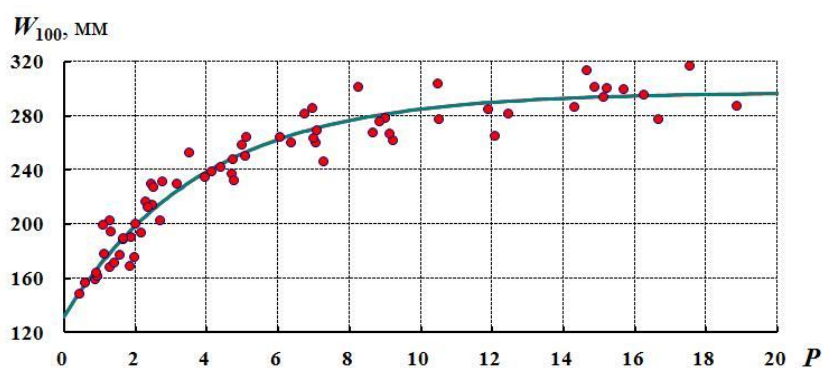


Рисунок 1 – Связь инструментально измеренных общих запасов влаги W_{100} с комплексным показателем предшествующих погодных условий P (метеостанция Губиниха, 2005–2013 гг., озимая пшеница, слой почвы 0–100 см)

Эмпирические параметры метода по оптимизированной модели [5] можно считать достаточно надежными, несмотря на короткий ряд инструментальных наблюдений за влажностью почвы (9 лет, от 70 до 90 точек наблюдений в зависимости от сельскохозяйственной культуры и метеостанции), в силу хорошего совпадения режима измеренных и рассчитанных влагозапасов (рисунок 2) в различные по уровню естественной увлажненности годы (показан шестилетний период), а также того, что за критический период развития озимой пшеницы средние инструментально измеренные запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы за рассматриваемый период 2005–2013 гг. (75 мм) были близки к их норме (81 мм).

Достоверность эмпирических параметров метода подчеркнута в независимом расчете запасов влаги в 2014 и 2015 гг. (рисунок 2), в котором среднеквадратическое отклонение измеренных запасов влаги от вычисленных составило 13 мм (5 %).

Оптимизацию режима орошения по АГММРВ в эксплуатационном режиме можно проводить с учетом произвольного варианта сочетания минимально допустимой предполивной влажности почвы, поливных норм, расчетного слоя и механического состава почвы, агротехнических мероприятий по обработке посевов, с учетом фенологической фазы развития культуры и других факторов роста и развития растений.

На примере формирования запасов влаги в метровом слое почвы под посевами озимой пшеницы в 2013 г. по данным наблюдений на метеостанции Губиниха (рисунок 3) объясним оптимизацию режима орошения при использовании АГММРВ.

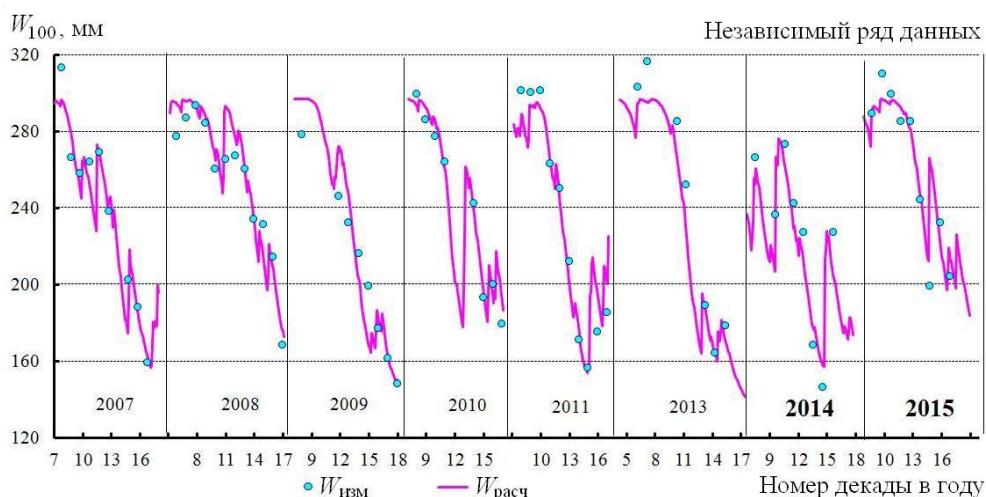
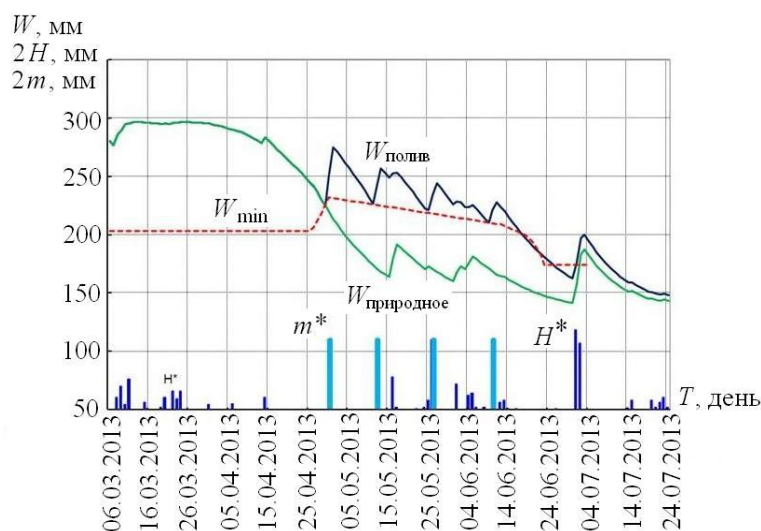


Рисунок 2 – Режим измеренных ($W_{изм}$) и рассчитанных ($W_{расч}$) запасов влаги (метеостанция Губиниха, период 2007–2015 гг., озимая пшеница, слой почвы 0–100 см)



Количественное значение осадков (H^*) и поливных норм (m^*) показано в масштабе 2:1

Рисунок 3 – Хронологический график природных запасов почвенной влаги ($W_{природное}$) и при орошении ($W_{полив}$): озимая пшеница, слой почвы 0–100 см, метеостанция Губиниха, 2013 г.

Вегетационный период 2013 г. можно охарактеризовать как средний по условиям естественной увлажнения. В течение критического периода развития озимой пшеницы (30.IV – 16.VI) средние температуры составляли 20,3 °С при отсутствии аномалий (максимальная срочная температура 30,3 °С), среднесуточный дефицит влажности воздуха составил 10,9 мбар, осадков выпало несколько меньше нормы (54 мм). В то же время за предшествующий холодный период (от даты перехода температуры воздуха через плюс 5 °С осенью 2012 г. до даты перехода температуры воздуха через плюс 5 °С весной 2013 г.) выпало почти 200 мм осадков (выше нормы на 10–13 %). Это способствовало формированию высоких весенних запасов, что и подтверждено данными инструментальных наблюдений на метеостанции.

В эксплуатационном режиме орошения по АГММРВ поливы (m^*) назначают, когда реальные запасы влаги в расчетном слое почвы станут меньше принятого пред-

поливного уровня увлажнения (W_{\min}) (рисунок 3). Последний принят в представленном примере расчета на уровне 0,7 НВ до наступления критической фазы (выхода в трубку), в течение критического периода – от 0,8 НВ с постепенным понижением до 0,7 НВ и в целом соответствует биологически оптимальному режиму орошения. При этом поливная норма ($m^* = 30$ мм) в модели расчета при определении комплексного показателя предшествующих условий P учтена как атмосферные осадки (H^*) [3].

Для поддержки указанного уровня увлажнения в критический период вегетации озимой пшеницы в 2013 г. по АГММРВ необходимо было бы провести четыре полива по 30 мм (30.IV, 12.V, 26.V и 11.VI) (рисунок 3), оросительная норма составила $M = 120$ мм.

Анализ рассчитанного по АГММРВ режима запасов влаги и оптимизированного режима орошения озимой пшеницы позволяет широко интерпретировать количественные показатели водопотребления озимой пшеницы (таблица 1), делать выводы и предположения о соответствии задачам и эффективности предложенного режима орошения, в том числе и в эксплуатационном режиме, а также вносить коррективы в предложенный режим.

Таблица 1 – Показатели водопотребления озимой пшеницы, рассчитанные по АГММРВ (метеостанция Губиниха, 2013 г., слой почвы 0–100 см)

Показатель	Период развития культуры			
	до критического (возобновление вегетации – выход в трубку)	критический (выход в трубку – молочно-восковая спелость)		
		естественное увлажнение	с орошением	по данным измерения влаги термостатно-весовым способом
Продолжительность периода: в числителе от – до, в знаменателе дней	<u>31.III – 29.IV</u> 30	<u>30.IV – 16.VI</u> 48		
Запасы влаги: в числителе начальные, в знаменателе конечные, мм	<u>290</u> 220	<u>220</u> 158	<u>220</u> 206	<u>247</u> 155
В числителе осадки, мм; в знаменателе поливы, мм	<u>9</u> -	<u>54</u> -	<u>54</u> 120	<u>54</u> -
В числителе водопотребление, мм; в знаменателе интенсивность водопотребления, мм/сут	<u>79</u> 2,6	<u>116</u> 2,4	<u>188</u> 3,9	<u>146</u> 3,0

Оптимизация режима орошения по АГММРВ подтверждена результатами научных исследований, является мобильной, не требует существенных материальных ресурсов для реализации, может быть использована в составе ГИС режима почвенной влаги и расчета режимов орошения под посевами основных сельскохозяйственных культур.

Список использованных источников

- 1 Вожегова, Р. А. Оптимізація режимів зрошення озимої пшениці з використанням показників сумарного випаровування в умовах АР Крим / Р. А. Вожегова, О. П. Тищенко, С. В. Коковіхін // Меліорація і водне господарство. – 2011. – Вип. 99. – С. 32–44.
- 2 Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / П. І. Коваленко, О. О. Собко, В. А. Писаренко [та ін.]. – Київ: Аграрна наука, 2001. – 274 с.
- 3 Литовченко, А. Ф. Агрогидрометеорологічний метод расчета влажности почвы и водосберегающих режимов увлажнения орошаемых культур в Степи и Лесостепи Украины: моногр. / А. Ф. Литовченко. – Днепропетровск: «Свидлер А. Л.», 2011. – 244 с.

4 Обґрунтувати процеси оптимізації водного режиму ґрунту в насінневих сіво-змінах з короткою ротацією на зрошуваних землях: звіт з НДР / керівник: П. В. Писаренко. – Херсон: ІЗЗ, 2012. – 108 с. – № 0108U005997.

5 Агрогидрометеорологический метод расчета влагозапасов как основа геоинформационной системы режима почвенной влаги / В. В. Коваленко, В. И. Доценко, Л. Н. Рудаков, И. Ю. Бугайова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – Вып. 56. – Ч. 2. – С. 91–97.

УДК 635.657:631.5:631.6

С. О. Лавренко, Н. Н. Лавренко

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

ПЛОЩАДЬ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ НУТА В УСЛОВИЯХ СУХОЙ СТЕПИ

Целью исследований было изучение динамики площади листовой поверхности растений нута в зависимости от технологических приемов его выращивания. В ходе исследований было установлено, что взятые на исследование факторы существенно повлияли на ассимиляционную поверхность, начиная с фазы цветения. Было установлено, что наилучшие условия для формирования площади листовой поверхности в фазу ветвления (6,09 тыс. м²/га), цветения (43,80 тыс. м²/га) и созревания (19,65 тыс. м²/га) создавались при следующем агротехнологическом комплексе: вспашке на глубину 28–30 см, внесении удобрений в дозе N₉₀P₉₀, густоте стояния растений 1,5 млн шт./га при орошении.

Ключевые слова: нут, основная обработка почвы, минеральные удобрения, загущение растений, орошение, площадь листовой поверхности, фаза вегетации.

Введение. Для продуктивного синтеза органического вещества необходимо много составляющих элементов, важнейшим из которых является листовая поверхность. Ее количество обуславливает рост и развитие культуры, уровень и качественные показатели урожая. Поэтому определение динамики формирования площади листовой поверхности нута в зависимости от агротехнических приемов выращивания является важным.

Материал и методы. Исследования по усовершенствованию элементов технологии выращивания нута в условиях юга Украины были проведены в течение 2012–2014 гг. на землях сельскохозяйственного кооператива «Радянська земля» Белозерского района Херсонской области (Украина).

В полевых опытах изучались такие факторы и их варианты: фактор А – основная обработка почвы: отвальная вспашка на глубину 20–22 см, отвальная вспашка на глубину 28–30 см; фактор В – фон питания: без удобрений, N₄₅P₄₅, N₉₀P₉₀; фактор С – загущение растений, млн шт./га: 0,5; 1,0; 1,5; фактор D – условия увлажнения: без орошения, орошение.

Полевые опыты были заложены в четырехкратной повторности. Расположение вариантов осуществлялось методом расщепленных делянок. Учетная площадь участков четвертого порядка составляла 57,6 м². Во время проведения исследований руководствовались общепризнанной методикой проведения полевых опытов.

Агротехника нута была общепризнанной для условий юга Украины. В опытах выращивали сорт нута Розанна. После уборки предшественника (озимой пшеницы на зерно) проводили двукратное дискование стерни на глубину 6–8 и 10–12 см. Основ-

ную обработку почвы выполняли на глубину согласно схеме опытов. Под основную обработку вносили минеральные удобрения сеялкой СЗ-3,6 в дозе согласно схеме опытов. С целью дополнительного уничтожения сорняков и выравнивания почвы выполняли основную культивацию на глубину 12–14 см. При наступлении физической спелости почвы весной проводили боронование. Предпосевную культивацию выполняли на глубину заделки семян. Посев выполнялся на глубину 5–7 см трактором John Deere 8400 с сеялкой John Deere 740A. Норму высева устанавливали согласно схеме опытов.

Семена за 1–2 часа до посева обрабатывали биопрепаратами селекционных высокоэффективных штаммов клубеньковых бактерий (ризобифит нутовый + фосфоэнтэрин + биополицид) при расчетной дозе инокулюма 106 бактерий/семя. После посева поле прикатывали. Для борьбы с сорняками до всходов культуры вносили почвенный гербицид «Гезагард 500 FW к. с.» нормой 3,0 л/га. Против вредителей в фазу «бутонизация – начало цветения» использовали инсектицид «Нурел Д» нормой 1,0 л/га. Во время проведения опытов в вариантах орошения влажность почвы поддерживали на уровне 75–80 % НВ. Уборку зерна проводили прямым комбайнированием при полной спелости бобов.

Результаты и обсуждение. Площадь ассимиляционной поверхности нута в фазу ветвления отличалась лишь в опыте по изучению густоты стояния растений, хотя эти изменения были обусловлены лишь количеством растений, а не индивидуальным их развитием (таблица 1). Разница между вариантами разной глубины обработки почвы, удобрений и условий увлажнения была меньше величины НСР₀₅.

Таблица 1 – Площадь ассимиляционной поверхности растений нута в зависимости от технологических приемов его выращивания в фазу ветвления (среднее за 2012–2014 гг.)

Основная обработка почвы (фактор А)	Фон питания (фактор В)	Загущение растений, млн шт./га (фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
В тыс. м ² /га				
Без орошения (фактор D)				
Отвальная вспашка на глубину 20–22 см	Без удобрений	3,21	4,54	5,99
	N ₄₅ P ₄₅	3,22	4,50	5,93
	N ₉₀ P ₉₀	3,20	4,56	5,99
Отвальная вспашка на глубину 28–30 см	Без удобрений	3,22	4,52	5,96
	N ₄₅ P ₄₅	3,23	4,55	5,95
	N ₉₀ P ₉₀	3,22	4,55	5,93
Орошение (фактор D)				
Отвальная вспашка на глубину 20–22 см	Без удобрений	3,23	4,58	6,00
	N ₄₅ P ₄₅	3,16	4,52	6,01
	N ₉₀ P ₉₀	3,22	4,52	6,05
Отвальная вспашка на глубину 28–30 см	Без удобрений	3,22	4,53	5,97
	N ₄₅ P ₄₅	3,21	4,54	6,02
	N ₉₀ P ₉₀	3,20	4,52	6,09
НСР ₀₅ составляла, тыс. м ² /га: для факторов А, D – 0,09–0,10; В, С – 0,11–0,12; взаимодействия AD – 0,13–0,14; BD, CD, AB, AC – 0,16–0,17; BC – 0,19–0,20; ABD, ACD – 0,22–0,23; BCD, ABC – 0,27–0,29; комплексного взаимодействия ABCD – 0,38–0,41.				

Наибольшие изменения площади листовой поверхности наблюдались в фазу цветения (таблица 2). Отвальная обработка почвы на глубину 28–30 см обеспечила лучшие условия для развития надземной и подземной частей растений нута. Благодаря

этому площадь ассимиляционной поверхности была большей и составляла в среднем по опыту 18,75 тыс. м²/га при естественном увлажнении и 36,13 тыс. м²/га при искусственном. Вспашка на глубину 20–22 см уменьшила площадь ассимиляционной поверхности на 1,9 и 2,4 % соответственно.

Нут является растением, которое для формирования единицы урожая формирует наименьшую среди всех бобовых культур площадь листовой поверхности.

Внесение минеральных удобрений положительно повлияло на увеличение количества листочков и, соответственно, их площадь. Максимальные значения ассимиляционная поверхность имела при внесении N₉₀P₉₀: в вариантах без орошения – 20,17 тыс. м²/га, при искусственном увлажнении – 39,49 тыс. м²/га. Уменьшение дозы удобрений до N₄₅P₄₅ негативно повлияло на анализируемый показатель, который при естественном увлажнении составлял 18,79 тыс. м²/га, что в сравнении с предыдущей нормой был меньшим на 7,3 %, с контрольными участками – большим на 12,1 %. При орошении динамика площади ассимиляционной поверхности была аналогичной. Минимальная площадь листовой поверхности наблюдалась в неудобренных вариантах и колебалась от 26,80 до 33,84 тыс. м²/га. Внесение 45 кг/га действующего вещества азотно-фосфорных удобрений увеличило ассимиляционную поверхность на 21,2 %.

Таблица 2 – Площадь ассимиляционной поверхности растений нута в фазу цветения в зависимости от технологических приемов его выращивания (среднее за 2012–2014 гг.)

В тыс. м²/га

Основная обработка почвы (фактор А)	Фон питания (фактор В)	Загущение растений, млн шт./га (фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без орошения (фактор D)				
Отвальная вспашка на глубину 20–22 см	Без удобрений	14,86	17,11	17,98
	N ₄₅ P ₄₅	16,70	19,12	20,07
	N ₉₀ P ₉₀	17,83	20,47	21,44
Отвальная вспашка на глубину 28–30 см	Без удобрений	15,15	17,21	18,26
	N ₄₅ P ₄₅	16,69	19,64	20,54
	N ₉₀ P ₉₀	17,82	20,96	22,47
Орошение (фактор D)				
Отвальная вспашка на глубину 20–22 см	Без удобрений	26,80	30,50	33,30
	N ₄₅ P ₄₅	32,61	36,77	40,53
	N ₉₀ P ₉₀	34,57	39,53	42,93
Отвальная вспашка на глубину 28–30 см	Без удобрений	27,76	31,21	33,84
	N ₄₅ P ₄₅	33,15	37,88	41,41
	N ₉₀ P ₉₀	35,10	40,98	43,80
НСР ₀₅ составляла, тыс. м ² /га: для факторов А, D – 0,39–0,50; В, С – 0,48–0,61; взаимодействия AD – 0,56–0,70; BD, CD, AB, AC – 0,68–0,86; BC – 0,84–1,05; ABD, ACD – 0,96–1,21; BCD, ABC – 1,18–1,49; комплексного взаимодействия ABCD – 1,67–2,10.				

Загущение растений негативно повлияло на индивидуальное развитие нута, количество листочков, их массу и площадь, но на фоне увеличения количества растений ассимиляционная поверхность поля росла. При естественном увлажнении и загущении растений 0,5 млн шт./га нут сформировал меньшую на 15,6 % площадь в сравнении с густотой 1,0 млн шт./га и на 21,9 % – в сравнении с 1,5 млн шт./га (показатель изменялся от 14,86 до 17,83 тыс. м²/га). При орошении площадь фотосинтезирующего аппарата увеличивалась почти вдвое и составляла при густоте стояния 1,5 млн шт./га

от 33,30 до 43,80 тыс. м²/га. Уменьшение густоты посева растений нута до 1,0 и 0,5 млн шт./га снизило и площадь ассимиляционного аппарата на 8,7 и 24,1 % соответственно.

Как отмечалось раньше, растения нута реагируют увеличением продуктивности на улучшение условий увлажнения путем орошения. При орошении площадь листовой поверхности колебалась от 26,80 до 43,80 тыс. м²/га, что в сравнении с естественным увлажнением было большим в 1,9 раза.

При созревании зерна нута нижний ярус листков на растении подсыхал и терял возможность для осуществления фотосинтезирующей деятельности, поэтому общая площадь листового аппарата снижалась, хотя динамика оставалась такой же, как и в фазу цветения (таблица 3).

Таблица 3 – Площадь ассимиляционной поверхности растений нута в зависимости от технологических приемов его выращивания в фазу созревания (среднее за 2012–2014 гг.)

В тыс. м²/га

Основная обработка почвы (фактор А)	Фон питания (фактор В)	Загущение растений, млн шт./га (фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без орошения (фактор D)				
Отвальная вспашка на глубину 20–22 см	Без удобрений	8,73	10,23	10,63
	N ₄₅ P ₄₅	9,79	11,32	11,88
	N ₉₀ P ₉₀	10,54	11,99	12,74
Отвальная вспашка на глубину 28–30 см	Без удобрений	8,97	10,20	10,68
	N ₄₅ P ₄₅	9,91	11,64	12,16
	N ₉₀ P ₉₀	10,59	12,42	13,28
Орошение (фактор D)				
Отвальная вспашка на глубину 20–22 см	Без удобрений	11,94	13,83	14,98
	N ₄₅ P ₄₅	14,50	16,55	18,07
	N ₉₀ P ₉₀	15,27	17,50	19,12
Отвальная вспашка на глубину 28–30 см	Без удобрений	12,53	13,87	15,08
	N ₄₅ P ₄₅	14,81	16,96	18,41
	N ₉₀ P ₉₀	15,67	18,30	19,65
НСР ₀₅ составляла, тыс. м ² /га: для факторов А, D – 0,20–0,28; В, С – 0,24–0,34; взаимодействия AD – 0,28–0,39; BD, CD, AB, AC – 0,34–0,48; BC – 0,42–0,59; ABD, ACD – 0,49–0,68; BCD, ABC – 0,60–0,83; комплексного взаимодействия ABCD – 0,84–1,18.				

Вспашка на глубину 20–22 см при обоих условиях увлажнения обеспечила формирование меньшей площади листовой поверхности в сравнении с более глубокой обработкой. Разница между вариантами при естественном увлажнении составляла 2,0 % и колебалась от 8,73 до 12,74 тыс. м²/га. При орошении и отвальной обработке почвы на глубину 20–22 см площадь ассимиляционной поверхности колебалась от 11,94 до 19,12 тыс. м²/га, а на глубину 28–30 см – от 12,53 до 19,65 тыс. м²/га.

Выращивание нута в неудобранных вариантах формировало самую меньшую площадь листовой поверхности, которая составляла при естественном увлажнении в среднем по опыту 9,91 тыс. м²/га, а при орошении – 13,71 тыс. м²/га. Внесение N₄₅P₄₅ увеличило ассимиляционную поверхность на 12,2 и 20,7 % соответственно. Максимальные показатели листовой поверхности наблюдались при самой большой дозе минеральных удобрений и превышали показатели на контрольных участках на 20,4 % при естественном увлажнении и на 28,3 % при орошении.

При загущении растений нута до 0,5 млн шт./га в фазу созревания наблюдалась наименьшая площадь ассимиляционной поверхности при обоих условиях увлажнения. Площадь листков составляла при орошении в среднем по опыту 14,12 тыс. м²/га и была большей при естественном увлажнении на 4,36 тыс. м²/га. Увеличение густоты посева вдвое и втрое увеличило площадь ассимиляционной поверхности при естественном увлажнении на 15,8 и 21,9 %, а при орошении – на 14,5 и 24,3 % соответственно.

В сравнении с предыдущей фазой роста и развития нута разница в развитии ассимиляционной поверхности при разных условиях увлажнения уменьшилась. При естественном увлажнении площадь листового аппарата колебалась от 8,73 до 13,28 тыс. м²/га, а при орошении была большей на 45,3 %.

Выводы. Наилучшие условия для формирования площади листовой поверхности в фазу ветвления (6,09 тыс. м²/га), цветения (43,80 тыс. м²/га) и созревания (19,65 тыс. м²/га) складывались при следующем агротехнологическом комплексе: вспашке на глубину 28–30 см, внесении удобрений в дозе N₉₀P₉₀, густоте стояния растений 1,5 млн шт./га при орошении.

УДК 633.18.631.58.633.34

В. А. Ушкаренко

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

С. Г. Вожегов

Институт риса Национальной академии аграрных наук Украины, Херсон, Украина

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СОИ В РИСОВЫХ СЕВООБОРОТАХ УКРАИНЫ

Целью исследований являлось изучение влияния минимизации основной обработки почвы и норм минеральных удобрений на состояние и свойства почвы, а также урожайность сои при ее выращивании в рисовых севооборотах. Установлена эффективность замены вспашки на глубину 20–22 см двукратным дискованием на 10–12 см с обязательным внесением нормы удобрений N₁₂₀P₄₀ при выращивании риса по предшественнику соя. Урожайность риса составила 8,0–8,7 т/га. Для сои по предшественнику рис лучшими вариантами были вспашка на 20–22 см и снижение норм удобрений до N₃₀P₂₀, при которых она сформировала урожайность 3,66 т/га.

Ключевые слова: соя, рис, обработка почвы, вспашка, дискование, урожайность, минеральные удобрения, рисовый севооборот.

Введение. Кризис отрасли сельского хозяйства на Украине привел к резкому снижению урожайности практически всех сельскохозяйственных культур, и в том числе за счет уменьшения количества внесенных органических и минеральных удобрений, что в конечном итоге привело к снижению плодородия земель, занятых в сельскохозяйственном производстве.

Одним из важнейших мероприятий по улучшению физического состояния почвы и повышению ее плодородия с целью создания благоприятных условий для выращивания сельскохозяйственных культур является правильный выбор предшественника, способа основной обработки почвы и норм внесения минеральных удобрений. В первую очередь это относится к почвам рисовых севооборотов, так как длительное затопление и промывной режим при выращивании риса отрицательно влияют на эти показатели.

Для повышения эффективности использования рисовых оросительных систем в рисовые севообороты необходимо вводить культуры, которые будут не только хорошими предшественниками для риса, но и позволят получить максимальную прибыль с каждого орошаемого гектара пашни.

Соя как бобовая культура в значительной мере отвечает этим требованиям, почвенно-климатические условия зоны рисосеяния Украины позволяют вводить сою в рисовые севообороты и получать высокие урожаи этой ценной бобовой культуры, а ее биологические особенности способствуют повышению плодородия почвы, уровня урожайности и качества продукции последующих культур. Однако получение высоких урожаев этой культуры возможно только при такой технологии выращивания, которая позволит ей полностью реализовать свой потенциал.

Состояние изученности проблемы. В литературе достаточно полно освещены вопросы минимизации основной обработки почвы под разные сельскохозяйственные культуры в разных почвенно-климатических условиях Украины, в то же время вопросы влияния минимизации основной обработки почвы и норм минеральных удобрений на состояние и свойства почвы, а также урожайность сои при ее выращивании в рисовых севооборотах изучены еще недостаточно.

Материал и методы. Основной задачей исследований было изучение влияния минимизации основной обработки почвы и норм внесения минеральных удобрений на эффективность выращивания сои в рисовом севообороте по предшественнику рис.

Исследования проводились в рисовом севообороте опытного поля Института риса НААНУ в 2006–2014 гг. Почвенный покров представлен лугово-каштановыми остаточно-солонцеватыми почвами. По механическому составу почвы среднесуглинистые. Содержание гумуса – 1,5–2,5 %, доступных форм азота – 4–5 мг/100 г почвы, подвижных форм фосфора и калия – 3–4 и 20–40 мг/100 г почвы соответственно. Общая площадь делянки – 64,4 м², учетная – 56,0 м², повторность трехкратная. Размещение культур в севообороте: пшеница озимая – рис – соя – рис – ячмень яровой + просо пожнивно – рис. Сорт сои – Аполлон, риса – Украина 96.

В схему исследований были включены следующие факторы и их варианты: фактор А – способ основной обработки почвы: традиционная вспашка на 20–22 см плугом ПН-5-35, дискование на 10–12 см бороной БДТ-7 в 2 следа; фактор В – норма внесения минеральных удобрений: N₆₀P₄₀ (100 % от рекомендованной дозы для сои), N₄₅P₃₀ (75 % от рекомендованной дозы для сои), N₃₀P₂₀ (50 % от рекомендованной дозы для сои).

Агротехника – общепринятая для зоны, кроме изучаемых факторов. Исследования проводились согласно общепринятым методикам: М. М. Горянского [1] и Б. А. Доспехова [2]. Уборка урожая со всей учетной площади и учет урожая на ней проводились малогабаритным комбайном Yanmar. Математическая обработка осуществлялась с помощью статистического анализа.

Результаты и обсуждение. При анализе полученных данных установлено, что в среднем за годы исследований способ основной обработки почвы не оказывал существенного влияния на показатели плотности почвы в опыте. Так, при посеве сои этот показатель в вариантах со вспашкой составлял в среднем 1,24 г/см³, а в вариантах с дискованием – 1,26 г/см³. За вегетацию почва несколько уплотнилась (до 1,31 и 1,34 г/см³ соответственно), однако увеличение не являлось значительным, а полученная плотность находилась в интервале 1,1–1,3 г/см³, который является оптимальным для различных почв Украины и Молдавии.

Необходимо отметить, что в специфических условиях рисового севооборота соя по предшественнику рис показала неплохие результаты. Однако было установлено, что уровень урожайности культуры в большей степени зависел от нормы внесения минеральных удобрений, чем от способа основной обработки почвы. Выход зерна за годы исследований по варианту с отвальной обработкой почвы составил в среднем 3,02 т/га, а в варианте с дискованием – 2,82 т/га; разница в урожайности находилась в пределах НСР₀₅ (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность сои по предшественнику рис в зависимости от способа основной обработки почвы и норм минеральных удобрений (среднее за 2006–2014 гг.)

Норма внесения минеральных удобрений (фактор В)	Урожайность по годам									В т/га		
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее по фактору А	Среднее по фактору В	
Вспашка на 20–22 см (фактор А)												
N ₆₀ P ₄₀	2,11	1,37	2,67	3,48	3,89	3,60	2,55	3,17	2,40	3,02	2,80	
N ₄₅ P ₃₀	1,72	1,71	2,74	3,69	3,54	3,40	3,21	3,27	2,06		2,82	
N ₃₀ P ₂₀	-	-	-	3,84	3,91	3,60	3,79	3,94	2,86		3,66	
Дискование на 10–12 см (фактор А)												
N ₆₀ P ₄₀	1,92	1,17	2,30	3,20	3,75	2,50	3,00	3,99	1,87	2,82	2,63	
N ₄₅ P ₃₀	1,62	1,53	2,85	3,07	3,13	2,60	3,35	4,07	2,35		2,73	
N ₃₀ P ₂₀	-	-	-	3,18	3,56	2,90	3,00	4,07	2,59		3,22	
НСР ₀₅	А	0,09	0,19	0,19	0,19	0,25	0,16	0,31	0,41	0,28		
	В	0,09	0,19	0,19	0,23	0,31	0,19	0,38	0,50	0,35		
	АВ	0,36	0,21	0,23	0,41	0,44	0,27	0,54	0,71	0,49		

Полученные данные показали обратно пропорциональную зависимость: с увеличением количества внесенных удобрений средняя урожайность сои снизилась с 3,66 до 2,80 т/га по вспашке и с 3,22 до 2,63 т/га по безотвальной обработке почвы, что можно объяснить биологическими особенностями сои.

Аналогичная ситуация прослеживалась и при анализе выхода зерновых и кормовых единиц, а также кормопротеиновых единиц и переваримого протеина. Разница по вариантам опыта в выходе зерновых единиц составила 15,5 и 10,7 ц/га; кормовых единиц – 11,2 и 7,7 ц/га; кормопротеиновых единиц – 18,5 и 12,7 ц/га.

Соя как предшественник оказала позитивное влияние на процессы роста и развития риса, средняя урожайность которого за годы исследований была на уровне 8,0–8,7 т/га, что является достаточно высоким показателем. Однако за весь период наблюдений прослеживалась четкая тенденция: только внесение полной (рекомендованной) нормы минеральных удобрений давало возможность получения наиболее высокого урожая риса (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность риса по предшественнику соя в зависимости от способа основной обработки почвы и норм минеральных удобрений (среднее за 2007–2014 гг.)

Норма внесения минеральных удобрений (фактор В)	Урожайность по годам									В т/га	
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее по фактору А	Среднее по фактору В	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Вспашка на 20–22 см (фактор А)											
N ₁₂₀ P ₄₀	10,09	6,74	8,10	8,58	8,60	8,83	9,69	9,45	8,37	8,76	
N ₉₀ P ₃₀	9,73	6,62	7,23	7,73	8,20	8,92	8,19	8,34		8,12	
N ₆₀ P ₂₀	-	-	6,80	7,08	8,20	8,84	8,79	9,33		8,17	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дискование на 10–12 см (фактор А)										
N ₁₂₀ P ₄₀	9,78	7,00	8,00	8,79	7,70	10,10	8,87	9,59	8,33	8,73
N ₉₀ P ₃₀	10,14	6,52	7,26	7,24	8,20	8,93	8,76	9,06		8,26
N ₆₀ P ₂₀	-	-	6,65	6,41	7,80	8,19	8,56	9,67		7,88
НСР ₀₅	А	0,15	0,14	0,14	0,22	0,19	0,36	0,40	0,27	
	В	0,15	0,14	0,17	0,18	0,23	0,29	0,49	0,34	
	АВ	0,25	0,24	0,26	0,34	0,33	0,50	0,69	0,47	

Так, независимо от способа основной обработки почвы в варианте с внесением удобрений нормой N₁₂₀P₄₀ урожайность риса была на уровне 8,73–8,76 т/га, тогда как уменьшение количества внесенных удобрений на 25 и 50 % существенно снизило этот уровень до 8,12–8,17 и 7,88–8,26 т/га, или на 0,60–0,85 т/га соответственно. В то же время замена отвальной обработки почвы двукратным дискованием с уменьшением глубины обрабатываемого слоя с 20–22 до 10–12 см не вызывала достоверного снижения урожайности риса, которая составляла 8,37–8,33 т/га, что также можно объяснить специфическими условиями, в которых выращивается культура, и ее биологическими особенностями.

Выводы. Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод, что «рисовые почвы» не оказывают существенного влияния и не ухудшают условий при выращивании сои в рисовых севооборотах. В этих условиях необходимо проводить отвальную обработку почвы на глубину 20–22 см, а норму внесения минеральных удобрений можно устанавливать на уровне N₃₀P₂₀. При выращивании риса по предшественнику соя отвальную обработку почвы можно заменить двукратным дискованием на глубину 10–12 см с обязательным внесением минеральных удобрений нормой N₁₂₀P₄₀.

Список использованных источников

- 1 Горянский, М. М. Методические указания по проведению исследований на орошаемых землях / М. М. Горянский. – Киев: Урожай, 1970. – 261 с.
- 2 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 631.67:631.5

Г. А. Безбородов

Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии возделывания хлопка, Ташкент, Республика Узбекистан

Р. К. Икрамов, С. М. Гаппаров, А. А. Утаев

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПОСЕВА В ПРЕДГОРНЫХ И РАВНИННЫХ АРИДНЫХ ЗОНАХ

Целью исследования являлось изучение режима и техники орошения при различных технологиях возделывания озимой пшеницы на полугидроморфных и автоморфных почвах в предгорных и равнинных аридных зонах Республики Узбекистан. Изучалось влияние трех вариантов режима орошения (предполивная влажность почвы 65–65–60 % ППВ;

70–70–60 % ППВ; 70–80–60 % ППВ) на урожайность озимой пшеницы, посеянной по вспаханному полю и в растущий хлопчатник. Установлено, что оптимальным режимом орошения для озимой пшеницы, возделываемой на полугидроморфных и автоморфных почвах, является режим, поддерживающий предполивную влажность почвы 70–70–60 % ППВ, при котором получен самый высокий урожай зерна (31,6 ц/га).

Ключевые слова: озимая пшеница, способ посева, техника полива, режим орошения, грунтовые воды, объемная масса, междурядье хлопчатника, почва.

Введение. После обретения Узбекистаном независимости началась работа по диверсификации сельскохозяйственного производства. Взамен влагоемких культур, таких как хлопчатник, рис и люцерна, увеличен посев менее влагоемких культур – зерновых, бахчевых и других. Если в начале 90-х гг. прошлого века около 50 % орошаемых земель занимал хлопчатник, а остальная часть земель отводилась для продовольственных нужд, в современных условиях доля хлопчатника в орошаемом земледелии составляет не более 30 %, остальные орошаемые земли занимают зерновые, продовольственные и кормовые культуры, жизненно необходимые для населения [1].

Сегодня озимая пшеница возделывается на более чем 1,1 млн га, в том числе приблизительно на 65 % площади она высевается в растущий хлопчатник. Технология посева озимой пшеницы в растущий хлопчатник является ресурсосберегающей и позволяет своевременно осуществлять посев [2].

В связи с этим целью наших исследований было определение оптимального режима орошения для озимой пшеницы, посеянной по вспаханному полю и в растущий хлопчатник.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились на автоморфных и полугидроморфных почвах. Первый опыт был заложен на опытном участке филиала УзНИИХ, расположенном в Пахтакорском районе Джизакской области, с уровнем грунтовых вод 1,5–3,0 м. Второй опыт заложен в фермерском хозяйстве «Алгоритм Бунедкор» АВП «Бахт» Зарбдарского района Джизакской области с уровнем грунтовых вод ниже 3,0 м.

Опыт состоял из шести вариантов: 1, 2, 3-й варианты – с технологией посева озимой пшеницы по вспаханному полю; 4, 5, 6-й варианты – с технологией посева озимой пшеницы в растущий хлопчатник. Варианты имели трехкратную повторность. Все повторения располагались в один ярус. Каждая делянка опыта с посевом озимой пшеницы по вспаханному полю имела ширину 7,0 м с длиной борозд 100 м; каждая делянка опыта с посевом озимой пшеницы в растущий хлопчатник с шириной междурядья 0,9 м имела ширину 7,2 м и длину 100 м (таблица 1).

Таблица 1 – Схема полевого опыта по изучению режима и техники орошения при различных технологиях возделывания озимой пшеницы

Вариант	Технология посева	Режим орошения (предполивная влажность почвы, % ППВ)
1	Посев озимой пшеницы по вспаханному полю	65–65–60
2		70–70–60
3		70–80–60
4	Посев озимой пшеницы в растущий хлопчатник	65–65–60
5		70–70–60
6		70–80–60

Для изучения объемной массы в начале и конце вегетации отбирались образцы почвы в трех повторностях на глубину до 1 м по слоям 10 см.

Влажность почвы определялась термостатно-весовым способом перед каждым поливом и после него на глубину до 1 м.

Поливы во всех вариантах проводились по бороздам с учетом фазы развития растения. Поливные нормы в фазу кущения и трубкования рассчитывались по дефициту влаги в слое почвы 0–50 см, в фазу колошения и полной спелости – в слое 0–70 см по зависимости:

$$M = (W_{\text{ППВ}} - W_{\text{факт}}) \cdot h \cdot \gamma \cdot 100,$$

где $W_{\text{ППВ}}$ – предельная полевая влагоемкость, % к массе почвы;

$W_{\text{факт}}$ – предполивная влажность, %;

h – расчетный слой почвы, м;

γ – объемная масса почвы, г/см³.

Учет поливной воды проводился с помощью водослива Томсона с углом выреза 90°. Под зябь и в течение вегетационного периода вносились минеральные удобрения нормой N₁₉₀P₁₃₀K₉₀. Годовая норма фосфорных и калийных удобрений вносилась перед посевом озимой пшеницы, а азотные вносились в фазу кущения и трубкования.

Урожайность озимой пшеницы по каждому варианту и повторностям определялась в фазу полной спелости зерна. Урожай зерна учитывался методом пробных площадок размером 1 м². Промеры высоты растений проводились по основным фазам развития растений. Фенологические наблюдения, биометрические учеты и учеты урожая зерна проводились в соответствии с общепринятыми методиками. Агротехнические мероприятия проводились по методике УзНИИХ.

Почва первого опытного участка – староорошаемая с близким залеганием грунтовых вод (1,5–3,0 м). По механическому составу почва пахотного слоя сероземно-луговая, легкосуглинистая и слабозасоленная. Посев озимой пшеницы сорта Дустлик-2 в вариантах 1, 2, 3 проведен 11.09.2014 нормой высева 220 кг/га, а в вариантах 4, 5, 6 – 26.10.2014 нормой высева 250 кг/га. После посева озимой пшеницы был проведен слепопосевной полив.

ППВ среднесуглинистой почвы в слое 0–50 см составляла в среднем 17,2–17,4 %; в легкосуглинистой в слое 0–70 см этот показатель составил 18,0–18,5 %, в слое 0–100 см – 20,5–20,6 %.

Почва второго опытного участка – новоорошаемый типичный серозем с глубоким залеганием грунтовых вод (более 3,0 м), среднесуглинистый. Посев озимой пшеницы сорта Краснодар в растущий хлопчатник нормой 250 кг/га проведен 28.10.2014, а по вспаханному полю нормой высева 220 кг/га – 20.09.2014.

ППВ среднесуглинистой почвы в слое 0–50 см составляла в среднем 18,0–18,2 %; в легкосуглинистой в слое 0–70 см этот показатель составил 19,1–19,2 %, в слое 0–100 см – 20,7–20,9 %.

Результаты и обсуждение. Рост и развитие сельскохозяйственной культуры непосредственно зависит от объемной массы (плотности) почвы. В связи с этим изучались агрофизические свойства почвы при посеве озимой пшеницы в растущий хлопчатник. Объемная масса почвы определялась осенью после посева озимой пшеницы в растущий хлопчатник в слое 0–70 см.

В начале вегетационного периода объемная масса почвы в слое 0–70 см в 1, 2 и 3-м вариантах первого участка в среднем составила 1,36 г/см³; в 4, 5 и 6-м вариантах – 1,38 г/см³. В конце вегетации объемная масса почвы в слое 0–70 см на участке посева озимой пшеницы по вспаханному полю составила 1,40–1,42 г/см³, в вариантах посева в растущий хлопчатник – 1,41–1,43 г/см³.

На втором участке в начале вегетационного периода объемная масса почвы в слое 0–70 см в среднем составила 1,22 г/см³, на опытном участке посева в растущий хлопчатник – 1,28 г/см³. Объемная масса почвы в слое 0–70 см в конце вегетации в 1, 2 и 3-м вариантах составила 1,29–1,30 г/см³; в 4, 5 и 6-м вариантах – 1,30–1,32 г/см³ (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние различных технологий возделывания и режима орошения озимой пшеницы на объемную массу почвы (2014–2015 гг.)

В г/см³

Технология посева	Объемная масса почвы (0–70 см)			
	Срок определения	Режим орошения		
		65–65–60	70–70–60	70–80–60
Полугидроморфный режим почвы				
Посев озимой пшеницы по вспаханному полю	Начало вегетации	1,36		
	Конец вегетации	1,40	1,42	1,42
Посев озимой пшеницы в растущий хлопчатник	Начало вегетации	1,38		
	Конец вегетации	1,41	1,42	1,43
Автоморфный режим почвы				
Посев озимой пшеницы по вспаханному полю	Начало вегетации	1,22		
	Конец вегетации	1,29	1,29	1,30
Посев озимой пшеницы в растущий хлопчатник	Начало вегетации	1,28		
	Конец вегетации	1,30	1,31	1,32

Исследованиями установлено, что вследствие уплотняющего действия поливов во всех вариантах к концу вегетации объемная масса почвы увеличилась.

Сроки поливов озимой пшеницы во всех вариантах опытов назначались при снижении влажности почвы в расчетных слоях до заданной. На первом опытном участке за период вегетации озимой пшеницы согласно схеме опыта вместе с послепосевным проведено 4–5 поливов. Послепосевная поливная норма в 1, 2 и 3-м вариантах составила 1100 м³/га, в 4, 5 и 6-м вариантах – 650 м³/га.

В 1-м и 4-м вариантах, в которых поливы проводились при предполивной влажности почвы 65–65–60 % ППВ, проведено 4 полива. В варианте 4 поливные нормы в среднем составили 630–660 м³/га, оросительная норма – 2585 м³/га; в варианте 1 поливные нормы составили 620–670 м³/га, оросительная норма – 3015 м³/га.

В вариантах 2 и 5, в которых поливы проводились при предполивной влажности почвы 70–70–60 % ППВ, проведено 5 поливов. В 5-м варианте поливные нормы в среднем составили 525–635 м³/га, оросительная норма – 3006 м³/га; во 2-м варианте поливные нормы составили 575–714 м³/га, оросительная норма – 3570 м³/га.

В вариантах 3 и 6, в которых поливы проводились при предполивной влажности почвы 70–80–60 % ППВ, проведено 5 поливов. В 6-м варианте поливные нормы в среднем составили 552–750 м³/га, оросительная норма – 3087 м³/га; в варианте 3 поливные нормы составили 575–730 м³/га, оросительная норма – 3635 м³/га.

На втором опытном участке за период вегетации озимой пшеницы согласно схеме опыта вместе с послепосевным проведено 4–5 поливов. Послепосевная поливная норма в 1, 2 и 3-м вариантах составила 1495 м³/га; в 4, 5 и 6-м вариантах – 520 м³/га.

В 1-м и 4-м вариантах проведено 4 полива. В варианте 1 поливные нормы составили 762–875 м³/га, оросительная норма – 3982 м³/га; в варианте 4 поливные нормы в среднем составили 765–835 м³/га, оросительная норма – 2953 м³/га.

В вариантах 2 и 5 проведено 5 поливов. Во 2-м варианте поливные нормы в среднем составили 688–795 м³/га, оросительная норма – 4383 м³/га; в варианте 5 поливные нормы составили 635–755 м³/га, оросительная норма – 3231 м³/га.

В вариантах 3 и 6 проведено 5 поливов. В 3-м варианте поливные нормы в среднем составили 718–812 м³/га, оросительная норма – 4538 м³/га; в варианте 6 поливные нормы составили 678–772 м³/га, оросительная норма – 3385 м³/га (таблица 3).

В исследованиях расход воды, подаваемой в борозду, составил 0,3–0,4 л/с. После добегаания потока воды до конца борозды расход воды уменьшался до 0,2–0,3 л/с.

Таблица 3 – Схема поливов и оросительная норма озимой пшеницы, возделываемой на полугидроморфных и автоморфных почвах (2014–2015 гг.)

Вариант	Технология посева	Режим орошения	Полив				Схема полива	Оросительная норма, м ³ /га	
			после посева, м ³ /га	1-й	2-й	3-й			4-й
Полугидроморфный режим почвы									
1	Посев озимой пшеницы по вспаханному полю	65–65–60	1100	<u>18.03</u> 620	<u>16.04</u> 625	<u>14.05</u> 670	-	1–1–1	3015
2		70–70–60		<u>12.03</u> 565	<u>08.04</u> 575	<u>2.05</u> 615	<u>27.05</u> 714	1–2–1	3570
3		70–80–60		<u>12.03</u> 580	<u>08.04</u> 570	<u>30.04</u> 650	<u>27.05</u> 730	1–2–1	3630
4	Посев озимой пшеницы в растущий хлопчатник	65–65–60	650	<u>26.03</u> 645	<u>20.04</u> 630	<u>19.05</u> 660	-	1–1–1	2585
5		70–70–60		<u>20.03</u> 560	<u>12.04</u> 535	<u>07.05</u> 525	<u>27.05</u> 635	1–2–1	2905
6		70–80–60		<u>20.03</u> 545	<u>13.04</u> 552	<u>04.05</u> 590	<u>28.05</u> 750	1–2–1	3087
Автоморфный режим почвы									
1	Посев озимой пшеницы по вспаханному полю	65–65–60	1495	<u>15.03</u> 762	<u>10.04</u> 850	<u>18.05</u> 875	-	1–1–1	3982
2		70–70–60		<u>07.03</u> 702	<u>01.04</u> 703	<u>24.04</u> 688	<u>17.05</u> 795	1–2–1	4383
3		70–80–60		<u>06.03</u> 718	<u>01.04</u> 743	<u>17.04</u> 770	<u>12.05</u> 812	1–2–1	4538
4	Посев озимой пшеницы в растущий хлопчатник	65–65–60	520	<u>15.03</u> 765	<u>18.04</u> 813	<u>21.05</u> 835	-	1–1–1	2933
5		70–70–60		<u>11.03</u> 673	<u>05.04</u> 635	<u>28.04</u> 648	<u>17.05</u> 755	1–2–1	3231
6		70–80–60		<u>11.03</u> 678	<u>05.04</u> 685	<u>21.04</u> 730	<u>14.05</u> 772	1–2–1	3385
Примечание – в столбцах 5–8 в числителе указана дата полива, в знаменателе – поливная норма (м ³ /га).									

Погодные условия в год проведения исследований (весна 2015 г.) характеризовались следующими показателями: резкие перепады температуры воздуха от минус 10,0 до плюс 35,4 °С (при многолетнем показателе среднемесячной температуры воздуха 17,8–24,0 °С); за вегетационный период количество выпавших осадков составило 73,0 мм (среднемноголетнее – 32,0–71,4 мм). Все эти показатели повлияли на продуктивность озимой пшеницы.

На полугидроморфных почвах первого опытного участка с технологией посева озимой пшеницы по вспаханному полю в варианте 1, в котором предполивная влажность удерживалась на уровне 65–65–60 % ППВ, урожайность составила 29,9 ц/га, в варианте 2 с уровнем предполивной влажности почвы 70–70–60 % ППВ урожайность была равна 31,6 ц/га, в варианте 3 при предполивной влажности почвы на уровне

70–80–60 % ППВ – 29,1 ц/га. На опытном участке с технологией посева озимой пшеницы в растущий хлопчатник в варианте 4, в котором предполивная влажность удерживалась на уровне 65-65-60 % ППВ, урожайность составила 28,2 ц/га, в варианте 5 – 30,4 ц/га, в варианте 6 – 28,7 ц/га.

Урожайность озимой пшеницы, возделанной на автоморфных почвах, в 1, 2 и 3-м вариантах составила соответственно 29,9; 31,6 и 29,1 ц/га. В вариантах 4, 5 и 6 с технологией посева озимой пшеницы в растущий хлопчатник урожайность составила соответственно 28,2; 30,4; 28,7 ц/га (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние различных режимов орошения на продуктивность озимой пшеницы

Вариант	Технология посева	Режим орошения	Количество колосков на 1 м ² , шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерен одного колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность зерна, ц/га
Полугидроморфный режим почвы							
1	Посев озимой пшеницы по вспаханному полю	65–65–60	299,7	28,4	1,01	35,2	29,9
2		70–70–60	319,2	32,1	1,02	30,8	31,6
3		70–80–60	310,8	31,2	1,01	30,0	29,1
4	Посев озимой пшеницы в растущий хлопчатник	65–65–60	300,7	31,2	1,01	30,0	28,2
5		70–70–60	312,7	31,9	1,01	30,5	30,4
6		70–80–60	308,4	30,8	1,01	30,2	28,7
Автоморфный режим почвы							
1	Посев озимой пшеницы по вспаханному полю	65–65–60	300,2	29,7	1,00	34,2	29,9
2		70–70–60	321,1	32,9	1,02	31,4	31,6
3		70–80–60	314,6	31,1	1,01	30,7	29,1
4	Посев озимой пшеницы в растущий хлопчатник	65–65–60	301,4	32,1	0,99	30,7	28,2
5		70–70–60	318,2	32,4	1,00	31,8	30,4
6		70–80–60	316,1	30,9	0,99	30,7	28,7

Сравнительный анализ вариантов показывает, что различные режимы орошения также существенно влияют на формирование и продуктивность озимой пшеницы. Из всех вариантов наблюдается преимущество 2-го и 5-го вариантов с режимом орошения 70-70-60. В этих вариантах количество растений и продуктивных стеблей было выше, чем в остальных вариантах.

Выводы. На полугидроморфных почвах опытного участка с технологией посева озимой пшеницы по вспаханному полю в варианте 2 с уровнем предполивной влажности почвы 70-70-60 % ППВ получен самый высокий урожай зерна (31,6 ц/га), на опытном участке с технологией посева озимой пшеницы в растущий хлопчатник – в варианте 5 (30,4 ц/га). Урожайность озимой пшеницы, возделанной на автоморфных почвах, в варианте 2 составила 31,6 ц/га. В варианте 5 с посевом озимой пшеницы в растущий хлопчатник и поддержанием предполивной влажности на уровне 70-70-60 % ППВ урожайность составила 30,4 ц/га.

Список использованных источников

- 1 Водное хозяйство Узбекистана. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2011. – 59 с.
- 2 Безбородов, Г. А. Показатели продуктивности озимой пшеницы при возделывании

вании на типичных серо-бурых почвах / Г. А. Безбородов, М. Н. Ташматов, Г. А. Дуйсенова // Водные ресурсы и ресурсосберегающие технологии в сельском хозяйстве Республики Узбекистан: сб. науч. докл. междунар. науч.-практ. конф., 5–6 декабря 2008 г. / УзНИИХ. – 2008. – С. 352–354.

УДК 633.15:631.67:631.8(477.72)

Т. В. Глушко, Е. В. Сидякина

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ НАДЗЕМНОЙ МАССЫ ГИБРИДАМИ КУКУРУЗЫ НА ЮГЕ УКРАИНЫ

Целью исследований являлось изучение влияния условий увлажнения и фона минерального питания на динамику накопления сырой и сухой надземной массы растениями гибридов кукурузы разных групп спелости. Установлено, что гибриды кукурузы с более длительным вегетационным периодом формируют большую надземную массу. Максимальные ее значения зафиксированы при выращивании в условиях орошения на фоне применения минеральных удобрений, и особенно расчетной нормы на запланированный уровень урожайности. В фазу цветения при выращивании кукурузы в условиях орошения раннеспелый гибрид Тендра на неудобренном фоне сформировал 11,62 т/га сухой массы, при внесении рекомендованной нормы удобрений ($N_{150}P_{90}$) – 13,61 т/га, расчетной нормы – 13,86 т/га, а среднепоздний гибрид Быстрица – соответственно 17,47; 20,81 и 21,04 т/га. Установлена высокая корреляционная зависимость между высотой растений и накоплением сухой надземной массы. В фазу образования 7 листьев коэффициент корреляции составлял $0,8991 \pm 0,0799$, в фазу 12–13 листьев – $0,9093 \pm 0,0760$, а в фазу цветения – $0,8429 \pm 0,0982$.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, группа спелости, орошение, норма внесения минеральных удобрений, сырая и сухая надземная масса, корреляционная зависимость.

Введение. Интенсивность и продолжительность накопления сухих веществ в значительной степени зависят от прироста растений в высоту, их биологических особенностей и энергии фотосинтетического потенциала. С повышением интенсивности ростовых процессов ускоряется формирование ассимиляционной поверхности и усиливается фотосинтетическая деятельность растений, а следовательно, возрастает их потенциальная урожайность [1–3]. Литературные данные свидетельствуют о том, что сырая биомасса одного растения кукурузы в условиях орошения достигает максимума в период восковой спелости зерна, содержание сухих веществ в надземной массе кукурузы в фазу молочно-восковой спелости зерна составляет 28–30 %, восковой спелости – 30–33 %, а в фазу физиологической спелости увеличивается до 42–45 % [4, 5].

Материал и методы. Исследования по определению влияния орошения и минеральных удобрений на накопление сырой и сухой надземной массы растениями гибридов кукурузы разных групп спелости проводили в 2010–2012 гг. на опытных полях Института орошаемого земледелия НААН, который расположен на юге Украины в зоне Ингулецкого орошаемого массива. Почва опытного поля – темно-каштановая средне-суглинистая слабосолонцеватая при глубоком уровне залегания грунтовых вод.

Опыт трехфакторный. Фактор А – условия увлажнения: без орошения; орошение (при 75 % НВ). Фактор В – районированные на Украине гибриды кукурузы разных групп спелости (ФАО 190–420): раннеспелые: Тендра (ФАО 190), Квитневый (ФАО 190); среднеранние: Сиваш (ФАО 280), Оржица (ФАО 280); среднеспелые: Азов (ФАО 380), Красилов (ФАО 380); среднепоздние: Соколов (ФАО 400), Быстрица (ФАО 420). Фактор С – минеральные удобрения: без удобрений; рекомендованная норма $N_{150}P_{90}$; расчетная норма удобрений на запланированную урожайность зерна 11 т/га

для раннеспелых и среднеранних гибридов (в 2010 г. – $N_{145}P_0K_0$, в 2011 г. – $N_{181}P_0K_0$, в 2012 г. – $N_{190}P_0K_0$, в среднем за 2010–2012 гг. – $N_{172}P_0K_0$) и 14 т/га для среднеспелых и среднепоздних гибридов (в 2010 г. – $N_{203}P_0K_0$, в 2011 г. – $N_{254}P_0K_0$, в 2012 г. – $N_{263}P_0K_0$, в среднем за 2010–2012 гг. – $N_{240}P_0K_0$).

Посевная площадь опытных делянок – 84,0 м², учетная – 51,2 м², повторность четырехкратная. Предшественником в опыте была соя. Агротехника была общепринятой для условий юга Украины, за исключением изучаемых факторов. Поливы проводили дождевальную машиной ДДА-100МА.

Результаты и обсуждение. Результаты проведенных исследований показали, что минимальная сырая и сухая надземная масса всех гибридов кукурузы, которые выращивали в опыте, была сформирована без орошения и применения минеральных удобрений (таблица 1).

Таблица 1 – Нарастание сырой и сухой надземной массы растений гибридов кукурузы при возделывании без удобрений и орошения (среднее за 2010–2012 гг.)

В т/га

Гибрид	Масса растений	Фаза развития растений				
		7 листьев	12–13 листьев	Цветение	Молочно-восковая спелость зерна	Полная спелость зерна
Тендра	Сырая	3,16	9,17	13,42	17,97	16,04
	Сухая	0,35	1,28	2,28	3,60	4,48
Квитневый	Сырая	3,23	9,33	15,84	19,03	16,97
	Сухая	0,36	1,31	2,69	3,81	4,76
Сиваш	Сырая	3,28	9,38	16,98	21,57	19,23
	Сухая	0,37	1,34	2,89	4,31	5,38
Оржица	Сырая	3,37	9,47	17,67	22,94	20,51
	Сухая	0,38	1,34	3,01	4,59	5,74
Азов	Сырая	3,44	9,56	18,03	24,03	21,43
	Сухая	0,38	1,36	3,06	4,81	5,99
Красилов	Сырая	3,53	9,72	18,45	25,02	22,32
	Сухая	0,40	1,36	3,14	5,02	6,25
Соколов	Сырая	3,61	9,84	18,89	25,84	23,07
	Сухая	0,42	1,40	3,21	5,16	6,47
Быстрица	Сырая	3,65	9,97	19,34	26,77	24,01
	Сухая	0,43	1,42	3,28	5,36	6,74

При оптимизации условий питания растений и их увлажнении накопление как сырой (таблица 2), так и сухой надземной массы (таблица 3) гибридами кукурузы существенно возрастает. Максимальная их масса формируется в условиях орошения на фоне применения расчетной нормы минеральных удобрений.

Значение минерального питания в нарастании надземной массы кукурузы на протяжении всей вегетации культуры наглядно демонстрирует рисунок 1. Следует отметить, что сухая надземная масса всеми гибридами интенсивно накапливается от начальных фаз развития до молочно-восковой спелости зерна. В дальнейшем, до полной спелости зерна она увеличивается менее значительно за счет нарастания початков.

Нами установлена высокая корреляционная зависимость между высотой растений и накоплением сухой надземной массы. Уже в фазу образования 7 листьев коэффициент корреляции составлял $0,8991 \pm 0,0799$, 12–13 листьев – $0,9093 \pm 0,0760$, а в фазу цветения – $0,8429 \pm 0,0982$.

Таблица 2 – Динамика накопления сырой надземной массы растениями гибридов кукурузы в зависимости от минерального питания в условиях орошения (среднее за 2010–2012 гг.)

В т/га

Гибрид	Норма минеральных удобрений	Фаза развития растений				
		7 листьев	12–13 листьев	Цветение	Молочно-восковая спелость зерна	Полная спелость зерна
Тендра	Без удобрений	3,16	15,88	33,13	40,71	36,67
	Рекомендованная	4,98	17,99	38,78	47,62	42,88
	Расчетная	5,13	18,21	39,51	48,41	43,42
Квитневый	Без удобрений	3,23	16,60	36,48	47,37	42,59
	Рекомендованная	5,03	19,20	42,15	55,42	49,46
	Расчетная	5,19	19,45	42,93	56,33	50,37
Сиваш	Без удобрений	3,28	18,07	38,92	52,24	46,78
	Рекомендованная	5,18	23,02	47,14	61,12	54,75
	Расчетная	5,24	23,35	48,27	61,70	55,33
Оржица	Без удобрений	3,37	18,72	43,35	57,02	50,97
	Рекомендованная	5,20	24,01	52,02	66,48	59,48
	Расчетная	5,26	24,43	53,10	67,73	60,56
Азов	Без удобрений	3,44	19,21	47,07	58,09	51,98
	Рекомендованная	5,25	25,13	54,13	67,97	60,88
	Расчетная	5,29	25,57	55,88	68,65	61,54
Красилов	Без удобрений	3,53	19,34	47,59	59,13	53,06
	Рекомендованная	5,28	25,78	56,79	68,78	61,53
	Расчетная	5,34	26,12	57,68	69,61	62,14
Соколов	Без удобрений	3,61	19,80	48,63	60,24	54,04
	Рекомендованная	5,33	26,82	58,42	70,48	63,16
	Расчетная	5,37	27,53	59,27	71,21	63,78
Быстрица	Без удобрений	3,65	20,32	49,78	61,40	55,07
	Рекомендованная	5,35	28,37	59,30	71,82	64,21
	Расчетная	5,40	28,62	59,97	72,48	64,84

Таблица 3 – Динамика накопления сухой надземной массы растениями гибридов кукурузы в зависимости от минерального питания в условиях орошения (среднее за 2010–2012 гг.)

В т/га

Гибрид	Норма минеральных удобрений	Фаза развития растений				
		7 листьев	12–13 листьев	Цветение	Молочно-восковая спелость зерна	Полная спелость зерна
1	2	3	4	5	6	7
Тендра	Без удобрений	0,76	4,92	11,62	13,85	15,77
	Рекомендованная	1,20	5,58	13,61	16,20	18,44
	Расчетная	1,23	5,64	13,86	16,47	18,68
Квитневый	Без удобрений	0,78	5,14	12,80	16,11	18,32
	Рекомендованная	1,21	5,96	14,79	18,85	21,27
	Расчетная	1,25	6,03	15,06	19,16	21,66

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
Сиваш	Без удобрений	0,79	5,60	13,65	17,76	20,12
	Рекомендованная	1,25	7,14	16,54	20,79	23,55
	Расчетная	1,26	7,25	16,94	20,99	23,80
Оржица	Без удобрений	0,81	5,80	15,18	19,39	21,92
	Рекомендованная	1,25	7,44	18,25	22,61	25,58
	Расчетная	1,26	7,57	18,63	23,04	26,05
Азов	Без удобрений	0,83	5,95	16,52	19,76	22,34
	Рекомендованная	1,26	7,79	18,99	23,12	26,18
	Расчетная	1,27	7,93	19,61	23,35	26,47
Красилов	Без удобрений	0,85	6,00	16,70	20,11	22,82
	Рекомендованная	1,27	7,99	19,93	23,39	26,46
	Расчетная	1,28	8,10	20,24	23,68	26,73
Соколов	Без удобрений	0,87	6,14	17,06	20,49	23,24
	Рекомендованная	1,28	8,31	20,50	23,97	27,17
	Расчетная	1,29	8,53	20,80	24,22	27,43
Быстрица	Без удобрений	0,88	6,30	17,47	20,88	23,68
	Рекомендованная	1,29	8,79	20,81	24,43	27,62
	Расчетная	1,30	8,87	21,04	24,65	27,89

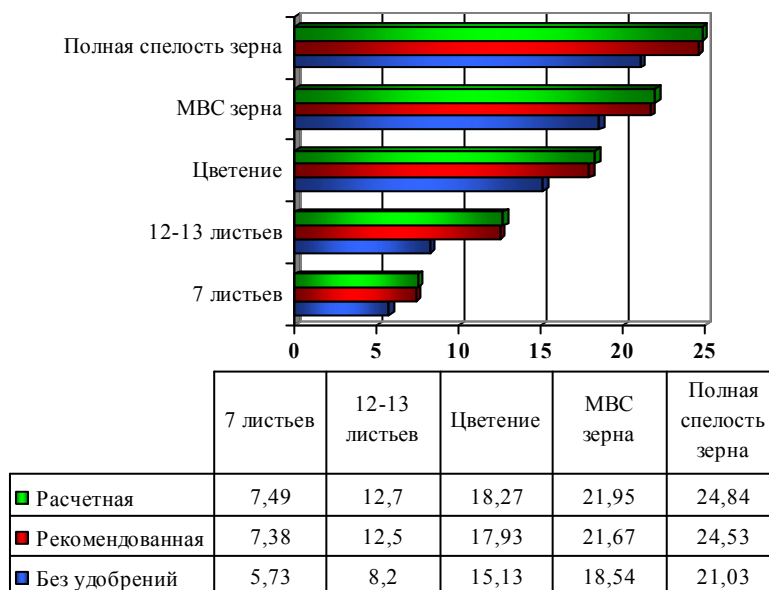


Рисунок 1 – Влияние минеральных удобрений на накопление сухой массы растениями кукурузы в условиях орошения (среднее по гибридам), т/га

Данные по накоплению надземной массы растениями кукурузы свидетельствуют о том, что гибриды с более длительным периодом вегетации формируют значительно большую сырую и сухую надземную массу по сравнению с раннеспелыми гибридами. Так, например, в фазу цветения при выращивании кукурузы в условиях орошения гибрид Тендра на неудообренном фоне сформировал 11,62 т/га сухой массы, при внесении рекомендованной нормы удобрений (N₁₅₀P₉₀) – 13,61 т/га, расчетной нормы – 13,86 т/га, а гибрид Быстрица – соответственно 17,47; 20,81 и 21,04 т/га. То есть разница между исследуемыми нормами удобрений была незначительной с некоторым преимуществом расчетной нормы удобрений на запланированный уровень урожайности.

Выводы

1 Наименьшее количество надземной массы формируют растения всех гибридов кукурузы при возделывании в неорошаемых условиях без применения минеральных удобрений. Оптимизация условий увлажнения и питания значительно увеличивает исследуемые показатели. Максимальной надземная масса формируется в условиях орошения на фоне применения расчетной нормы минеральных удобрений.

2 Надземная масса гибридами кукурузы всех групп спелости интенсивно накапливается от начальных фаз развития растений до молочно-восковой спелости зерна. В дальнейшем, до полной спелости зерна она увеличивается преимущественно за счет нарастания початков.

3 Гибриды кукурузы с более длительным периодом вегетации формируют соответственно и существенно большее количество сырой и сухой надземной массы по сравнению с раннеспелыми гибридами, т. е. с увеличением группы ФАО возрастает и надземная биомасса культуры.

4 Между высотой растений кукурузы и накоплением сухой надземной массы установлена высокая корреляционная зависимость. В фазу образования 7 листьев коэффициент корреляции составил $0,8991 \pm 0,0799$, 12–13 листьев – $0,9093 \pm 0,0760$, а в фазу цветения – $0,8429 \pm 0,0982$.

Список использованных источников

1 Лашина, М. В. Установление корреляционных зависимостей между адаптивными и морфометрическими признаками и их значение при разработке моделей гибридов кукурузы различных групп спелости в условиях орошения южной степи / М. В. Лашина, В. М. Туровец, Т. В. Глушко // Бюллетень Института сельского хозяйства степной зоны НААН Украины. – 2012. – № 3. – С. 141–145.

2 Параметры изменчивости продуктивности гибридов кукурузы различных групп спелости в условиях орошения / М. В. Лашина, В. М. Туровец, Т. В. Глушко, Т. Ю. Марченко, Ю. А. Лавриненко // Орошаемое земледелие: сб. науч. работ. – Херсон: Айлант, 2012. – Вып. 58. – С. 151–153.

3 Изменчивость и проявление морфологических показателей гибридов кукурузы различных групп спелости в орошаемых условиях юга Украины / А. А. Нетреба, Ю. А. Лавриненко, Н. В. Лашина, В. М. Туровец, Т. В. Глушко, В. М. Нижеголенко // Орошаемое земледелие: сб. науч. работ. – Херсон: Айлант, 2011. – Вып. 56. – С. 258–261.

4 Панфилова, О. Н. Влияние высоты растений на продуктивность инцухт-линей кукурузы в различных погодных условиях северо-западной части Волгоградской области / О. Н. Панфилова, С. Ю. Сергеев // Кукуруза и сорго. – 2005. – № 5. – С. 4–6.

5 Гаврилюк, В. Н. Селекция и семеноводство раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы / В. Н. Гаврилюк. – Киев: Аграрная наука, 1998. – 304 с.

УДК 631.67:631.95

В. В. Морозов, А. Я. Полухов

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

А. В. Морозов

Институт орошаемого земледелия Национальной академии аграрных наук Украины, Херсон, Украина

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОНИТОРИНГА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Одним из основных направлений развития и совершенствования мониторинговых исследований для улучшения состояния, повышения устойчивости и эффективно-

сти использования мелиорируемых (осушаемых и орошаемых) земель является формирование информационного обеспечения эколого-агроемелиоративного мониторинга и эколого-мелиоративного режима путем сочетания двух направлений развития отдельных видов отраслевого мониторинга мелиорируемых земель: специализации (углубления) и интеграции (объединения в пространстве и времени) на принципах и методах системного подхода с использованием ГИС-технологий и полученных закономерностей, моделей, прогнозов и сценариев управления состоянием земель, в разных ландшафтно-географических, климатических и водохозяйственных условиях. Объектом исследований в системе мониторинга являются процессы пространственной и временной изменчивости состояния и устойчивости мелиорированных земель для организации геоинформационной системы эколого-агроемелиоративного мониторинга. Предметом исследований является комплекс природно-хозяйственных условий, факторов и показателей формирования эколого-агроемелиоративного состояния и устойчивости мелиорируемых земель, продуктивности и плодородия почв.

Ключевые слова: мелиорация земель, эколого-агроемелиоративный мониторинг, системный подход, ГИС-технологии, анализ эколого-мелиоративного состояния земель.

Для улучшения информационного обеспечения мониторинга осушаемых земель целесообразно использование системных принципов и методов формирования интегрированной информации о состоянии, устойчивости и эффективности использования мелиорируемых (осушаемых и орошаемых) земель с помощью эколого-агроемелиоративного мониторинга (ЭАММ).

Системный подход, как ведущий метод мониторинговых исследований, включает наблюдение за состоянием земель, степенью их трансформации; оценку и анализ эколого-агроемелиоративного состояния (ЭАМС) земель; наблюдение за состоянием агроирригационной нагрузки на почвы, эколого-агроемелиоративной обстановкой, направлением ее развития и эволюции, а также методы управления.

Под ЭАММ понимается подсистема мониторинга мелиорируемых земель, которая охватывает наблюдениями компоненты природно-агроемелиоративных геосистем, характеризующие ЭАМС земель, их устойчивость, состояние токсичного загрязнения почв, грунтовых и оросительных вод, гидрогеологические, почвообразовательные и ландшафтно-формирующие процессы, урожайность сельскохозяйственных культур, качество продукции, анализ и обобщение данных мониторинговых исследований, разработку сценариев и рекомендаций по сохранению устойчивости, охране и повышению плодородия и продуктивности мелиорируемых почв и агроландшафтов и контроль за их реализацией.

Основным принципом организации, оценки природно-агроемелиоративных геосистем (агроландшафтов) и управления ими является иерархия схематизации, функционирования и подчиненности элементов целостной системы от более высокого к более низкому уровню (иерархия геосистем). В иерархически построенной системе реализуется принцип структурной и функциональной дифференциации, то есть каждый уровень управления специализируется на выполнении определенного круга функций. При этом на высших уровнях управления геосистемами осуществляются преимущественно функции интеграции, на более низких – дифференциации.

Основные функциональные задания исследований в системе мониторинга: изучение изменений отдельных показателей ЭАМС мелиорируемых земель в пространстве и времени; моделирование природно-агроемелиоративных процессов и оптимизация эколого-мелиоративных режимов, системы рекомендаций, мероприятий и контроля; оценка и прогноз ЭАМС и устойчивости мелиорируемых земель; диагностика экологических последствий водных мелиораций и пространственная оценка ЭАМС и устойчивости земель как основа принятия управленческих решений по формированию эколого-

мелиоративного режима; обоснование комплекса мелиоративных мероприятий и технологий по реализации условий безопасного орошения и осушения земель, разработка сценариев системы поддержки управленческих решений [1, 2].

Теоретико-методологическая концепция формирования информационного обеспечения мониторинга продуктивности и экологической устойчивости мелиорируемых земель и управления ими по данным мониторинга формируется на принципах методологии системного анализа и подхода (Л. М. Рекс, 1978 [3]; А. С. Образцов, 1990 [4]; В. Н. Спицнадель, 2000 [5]; М. З. Згуровский, Н. Д. Панкратова, 2007 [6], В. В. Морозов, 2006 [7] и др.). Данные принципы играют роль «связующего звена» между методологией отдельных видов мониторинга мелиорируемых земель, которая объединяет в целостную систему научных знаний информацию о комплексном влиянии мелиораций на ЭАМС и устойчивость земель.

Одной из основных задач теоретико-методологического обоснования мониторинга мелиорируемых земель является разработка научных положений (принципов) формирования комплексной, интегрированной информации о состоянии, устойчивости и эффективности использования мелиорируемых земель.

Это принципы целостности, структурности, взаимозависимости изучаемой геосистемы и окружающей среды, иерархичности, многовариантности описания системы, обратной связи, специализации и интеграции, неопределенности, адаптивности, наследственности и др. Разработанные принципы формирования интегрированной информации о состоянии, устойчивости и эффективности использования мелиорируемых земель являются составляющей теоретико-методологического обоснования организации и внедрения в практику мелиоративного земледелия новой геоинформационной системы ЭАММ мелиорируемых земель (таблица 1).

ЭАММ рассматривается как геоинформационная система и фактически играет роль обратной связи в системе формирования ЭАМС мелиорируемых земель, в которой система мелиоративного земледелия рассматривается как сложная, открытая, динамическая система со свободным входом и выходом. Данную систему в исследованиях можно методически отобразить в виде черного или серого ящика (рисунок 1). В процессе формирования ЭАМС мелиорируемых земель геоинформационная система ЭАММ имеет вид обратной связи.

Система информационного обеспечения ЭАММ основана на научно-методических принципах эколого-мелиоративного мониторинга мелиорируемых земель, водохозяйственного мониторинга и эколого-агрохимического мониторинга почв как основных источников получения базовой, оперативной и долгосрочной информации для систем поддержки управленческих решений. Структура данной системы должна наследовать функционально-организационную структуру мониторинга окружающей среды и мониторинга мелиорируемых земель.

ЭАМС земель оценивается по комплексу показателей: агрономических (качеству урожая, продуктивности сельскохозяйственных культур), мелиоративных (водно-солевому режиму почв, уровню, минерализации и химическому составу грунтовых вод, качеству оросительных вод по агрономическим показателям) и экологических (содержанию тяжелых металлов в почвах, растениях и т. п.). На основе системных принципов и методов формирования интегрированной информации о состоянии, устойчивости и эффективности использования мелиорированных земель с помощью ЭАММ разрабатываются методы мониторинговых исследований в системе ЭАММ (таблица 2).

Таблица 1 – Теоретико-методологическое обоснование информационного обеспечения ЭАММ мелиорированных земель, его организации, функционирования и постоянного совершенствования

Составляющая системы теоретико-методологического обоснования ЭАММ	Основные результаты исследования показателей ЭАМС земель и формирования теоретико-методологических принципов ЭАММ	Использование теоретико-методологического обоснования ЭАММ для его организации и функционирования
1 Теоретические (фундаментальные) исследования по обоснованию эффективного сельскохозяйственного производства. Влияние гидромелиорации на почвы, земли (геосистемы). Научно обоснованные пути и методы решения эколого-агромелиоративных проблем и задач	Районирование территории (карты, схемы); научные основы изучения влияния гидромелиорации на почвы, ландшафты; разработка эколого-агромелиоративных мероприятий; законы, закономерности, зависимости, развитие и эволюция изучаемых процессов, методы, модели, прогнозы и т. п.	Формирование базы данных и базы знаний, терминологического аппарата, критериев эффективности использования орошаемых земель, нормативов, ПДК; разработка научно обоснованных рекомендаций и мероприятий
2 Научные и методологические результаты функционирования ЭАММ: оценка, анализ, обобщение (синтез)	Оценка ЭАМС. Оценка устойчивости земель, эффективности использования и продуктивности мелиорируемых земель, модели, прогнозы, рекомендации	Базы данных. Практические рекомендации для улучшения ЭАМС земель
3 Разработанные в процессе функционирования ЭАММ научные принципы (положения), методы и способы формирования ЭАМС, устойчивости и эффективности использования мелиорируемых земель	Принципы системности; целостности; структурности; многовариантности описания ЭАМС; иерархичности; специализации и интеграции, неаддитивности; агрегирования, взаимозависимости ЭАМС от влияния окружающей среды; обратной связи; оптимума; разделяемости; изолированности и относительной изолированности; наблюдаемости; неопределенности; отображаемости; совместимости; адаптивности; наследственности, развития и эволюционности; целенаправленности; эмерджентности; альтернативности; детерминизма; фазовости принятия управленческих решений	Использование для обоснования разработки ЭАММ, для функционирования ЭАММ, разработки практических рекомендаций и научной продукции (зависимостей, закономерностей, моделей, прогнозов и т. п.), разработки методов и способов управления продуктивностью, экологической устойчивостью и эффективностью использования мелиорируемых земель по данным мониторинга

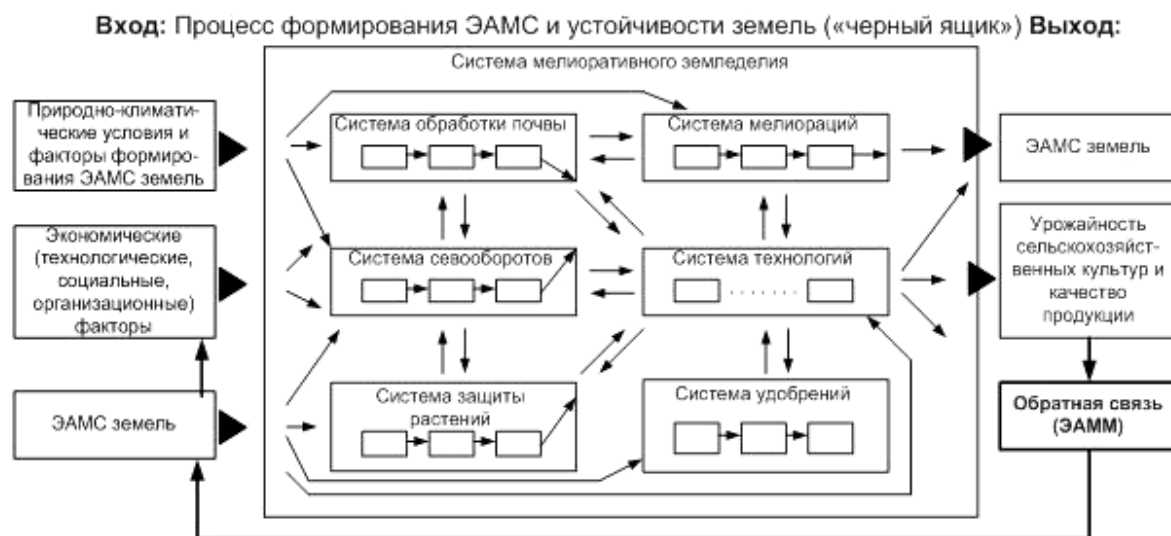


Рисунок 1 – Структурная схема изображения места подсистемы ЭАММ в системе формирования ЭАМС и устойчивости мелиорируемых (осушаемых, орошаемых) земель

Таблица 2 – Сущность методов мониторинговых исследований в системе ЭАММ осушаемых земель

Метод мониторинговых исследований	Сущность метода	Рекомендации по практическому применению методов мониторинговых исследований
1	2	3
1 Метод структурно-организационного моделирования ЭАМС и устойчивости мелиорируемых (осушаемых, орошаемых) земель	На основе многолетних наблюдений (базы данных) создается интегральная структурно-организационная модель формирования ЭАМС мелиорируемого массива (хозяйства, поля). Принцип формирования модели заключается в ранжировании изучаемых показателей по степени их влияния на формирование (ухудшение) ЭАМС (на базе обобщенных многолетних исследований)	Создание единой информационной базы данных. На базе многолетних исследований (обобщения данных за 20–50 лет) определяются закономерности современного развития ЭАМС, осуществляется оптимизация мониторинговой сети наблюдений
2 Метод целевого прогнозирования показателей состояния и устойчивости мелиорируемых земель	Определения показателей, которые влияют на ухудшение ЭАМС и приводят к развитию деградационных процессов в почвах и ландшафтах. Целевое прогнозирование этих показателей, мониторинг последующего развития негативных процессов и их изменений под воздействием мелиоративных мероприятий	Организация детальных (специальных) мониторинговых исследований по показателям, которые лимитируют формирование соответствующего ЭАМС мелиорируемых земель. Эффект – оптимизация расходов на организацию и ведение мониторинговых исследований

Продолжение таблицы 2

1	2	3
3 Метод интегрированного управления продуктивностью, экологической и экономической эффективностью использования мелиорируемых земель	На основе оценки ЭАМС для геосистем регионального уровня (мелиорируемых массивов) предлагаются соответствующие общие управленческие решения (например, режимы орошения и осушения). Для геосистем локального уровня предлагаются первоочередные мелиоративные мероприятия с учетом ранжирования (иерархии) показателей, которые лимитируют формирование соответствующего ЭАМС земель	Внедрение метода интегрированного управления состоянием и эффективностью использования мелиорируемых и прилегающих к ним земель позволяет дифференцированно (с учетом лимитирующих факторов) подойти к каждому мелиорируемому массиву, севообороту, полю. В современных социально-экономических условиях это позволит оптимизировать соотношение «затраты – эффективность» при управлении осушаемыми землями

Выводы

1 Одним из основных направлений развития и совершенствования мониторинговых исследований для улучшения состояния, повышения устойчивости и эффективности использования мелиорируемых (осушаемых и орошаемых) земель является формирование информационного обеспечения ЭАММ и эколого-мелиоративного режима путем сочетания двух направлений развития отдельных видов отраслевого мониторинга мелиорируемых земель: специализации (углубления) и интеграции (объединения в пространстве и времени) на принципах и методах системного подхода с использованием ГИС-технологий и полученных закономерностей, моделей, прогнозов и сценариев управления состоянием земель, в разных ландшафтно-географических, климатических и водохозяйственных условиях.

2 Основой теоретико-методологического обоснования ЭАММ, объединения баз данных и знаний, которые характеризуют ЭАМС земель, являются принципы системного подхода для интегрирования данных различных видов мониторинга мелиорированных земель в единой, комплексной геоинформационной системе ЭАММ: целостности, структурности, взаимозависимости изучаемой системы ЭАМС и окружающей среды, иерархичности, специализации и интеграции, обратной связи и др. Мониторинговые исследования и наблюдения в системе ЭАММ необходимо организовывать на региональном и локальном уровнях.

3 Объектом исследований в системе мониторинга являются процессы пространственной и временной изменчивости состояния и устойчивости мелиорированных земель для организации геоинформационной системы ЭАММ. Предметом исследований является комплекс природно-хозяйственных условий, факторов и показателей формирования ЭАМС и устойчивости мелиорируемых земель, продуктивности и плодородия почв.

4 Оценка и прогноз ЭАМС и устойчивости мелиорируемых земель с применением ГИС-технологий являются основными заданиями ЭАММ, базовой основой разработки и принятия управленческих решений для повышения эффективности мелиоративного земледелия.

5 Разработанные системные принципы формирования интегрированной информации о состоянии, устойчивости и эффективности использования мелиорируемых земель с помощью ЭАММ являются основой его теоретико-методологического обоснования.

6 На основе системных принципов и методов формирования интегрированной

информации о состоянии, устойчивости и эффективности использования мелиорируемых земель с помощью ЭАММ разрабатываются методы мониторинговых исследований: метод структурно-организационного моделирования ЭАМС и устойчивости мелиорируемых земель; метод целевого прогнозирования показателей состояния и устойчивости мелиорируемых земель; метод интегрированного управления продуктивностью, экологической и экономической эффективностью использования мелиорируемых земель.

Список использованных источников

1 Информационно-вычислительное обеспечение мониторинга мелиорированных земель. Ч. 1. Методика организации системы информационного обеспечения мониторинговых работ на орошаемых землях: рук. к ВСН 33-5.5-01-97. – Киев: Гос. ком. Украины по водному хоз-ву, 2002. – 65 с.

2 Методика оценки и прогноза эколого-мелиоративного состояния мелиорированных земель. Ч. 1. Методика оценки и прогноза эколого-мелиоративного состояния и устойчивости земель при орошении: рук. к ВСН 33-5.5-01-97. – Киев: Гос. ком. Украины по водному хоз-ву, 2002. – 147 с.

3 Рекс, Л. М. Гидромелиоративная система / Л. М. Рекс // Степные просторы. – 1978. – № 8. – С. 35–37.

4 Образцов, А. С. Системный метод: применение в земледелии / А. С. Образцов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 303 с.

5 Спицнадель, В. Н. Основы системного анализа: учебн. пособие / В. Н. Спицнадель. – СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2000. – 323 с.

6 Згуровский, М. З. Основы системного анализа: учеб. / М. З. Згуровский, Н. Д. Панкратова. – Киев: Издательская группа ВНУ, 2007. – 544 с.

7 Морозов, В. В. Основы системного анализа в гидромелиорации: учеб. пособие / В. В. Морозов. – Херсон: Изд-во ХГУ, 2006. – 64 с.

УДК 626.845.004.14

Б. М. Куртебаев, П. А. Калашников

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, Тараз, Республика Казахстан

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МЕЛКОДИСПЕРСНОГО ДОЖДЕВАНИЯ

Для поддержания благоприятного водного режима растений в вегетационный период необходимо создание не только оптимальной влажности почвы, но и достаточной относительной влажности воздуха в приземном слое. В мировой практике для увеличения относительной влажности воздуха в термически напряженный период используют аэрозольное увлажнение. Основным препятствием широкому внедрению этого перспективного способа орошения является отсутствие конкретных технических решений для серийного производства, а также высокая энергоемкость. С учетом сложившейся ситуации в ТОО «КазНИИВХ» были разработаны и изготовлены опытные образцы модульных систем мелкодисперсного дождевания, проведено их испытание и определены технико-эксплуатационные показатели. Суть разработанных модульных систем заключается в том, что вместо аппаратов аэрозольного увлажнения используются насадки мелкодисперсного дождевания, одновременно увлажняющие воздух и почву. Такое одновременное увлажнение не предусмотрено аэрозольным увлажнением.

Ключевые слова: мелкодисперсное дождевание, модульная система, аэрозольное увлажнение, орошаемое земледелие, качество полива, глубинная фильтрация.

Ключевые проблемы в развитии орошаемого земледелия Жамбылской области – уменьшение объема стока трансграничных рек и рост водопотребления промышленных отраслей экономики. Прогнозируемые объемы располагаемого стока области на нужды орошения снизятся к 2018 г. до 2,506 и 1,466 млрд м³, к 2020 г. – до 2,336 и 1,416 млрд м³ и к 2030 г. – до 2,102 и 1,274 млрд м³ соответственно для среднемноголетних и мало-водных лет [1].

Существующие способы орошения сельскохозяйственных культур в области: поверхностный, дождевание и капельное. Намечено к 2030 г. довести площади орошения поверхностным поливом до 219 тыс. га, дождеванием – до 31 тыс. га, капельным – до 20 тыс. га.

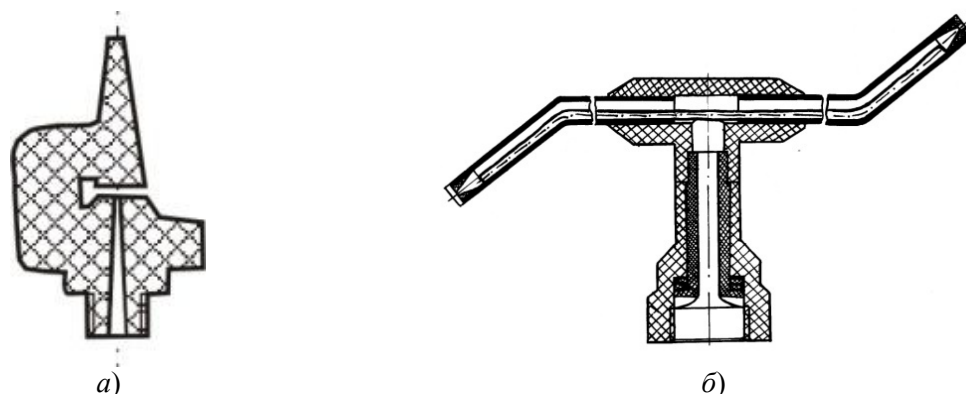
В условиях дефицита оросительной воды и увеличения стоимости энергоносителей система землепользования должна иметь технологию и технические средства, обеспечивающие сокращение непроизводительных потерь воды и снижение энергетических затрат. В современных условиях к водосберегающим технологиям полива относятся капельное, аэрозольное увлажнение (мелкодисперсное дождевание), подпочвенное орошение и дождевание. Широкое распространение в ведущих странах мира получило капельное орошение, которое позволяет создать оптимальные водный и питательный режимы в корнеобитаемом слое почвы, повысить урожайность, автоматизировать процесс полива. Капельное орошение особенно перспективно в районах с дефицитом оросительной воды, а применение сдерживается из-за конструктивных особенностей применяемых капельниц, требующих установки сложных систем фильтров тонкой очистки, значительной энергоемкости и высокой стоимости.

В последние годы интенсивно ведутся работы по использованию аэрозольного увлажнения в орошаемом земледелии. Известно, что при низкой относительной влажности воздуха даже при оптимальной влажности почвы не всегда удается создать необходимый уровень водного режима растений. Возникновение даже небольшого дефицита воды в органах растений сразу же сказывается на интенсивности и направленности физиолого-биохимических процессов, что замедляет рост и снижает урожайность сельскохозяйственных культур.

Аэрозольное увлажнение воздуха осуществляется дождевальными аппаратами, создающими дождь, диаметр которых меньше 1 мм. Эффективность работы дождевальных аппаратов обеспечивается наличием только высокой скорости ветра. Установлено, что средняя за период вегетации растений суточная норма аэрозольного увлажнения находится в пределах 2–7 м³/га, а оросительная норма, независимо от интенсивности поливов, в несколько раз меньше, чем при других способах орошения. При аэрозольном увлажнении отсутствует поверхностный сток и глубокая фильтрация, исключается поднятие грунтовых вод, сохраняется структура и физические свойства почвы. Серьезным препятствием для широкого распространения данного способа орошения является не только отсутствие конкретных технических решений для серийного производства, но и высокая энергоемкость при отсутствии высокой скорости ветра (искусственное создание ветра).

С учетом вышеизложенного в ТОО «КазНИИВХ» были разработаны и изготовлены опытные образцы модульных систем мелкодисперсного дождевания, проведено их испытание и получены положительные результаты по технико-эксплуатационным показателям этих систем [2]. Суть новизны данных разработок заключается в том, что вместо аппаратов аэрозольного увлажнения используются насадки мелкодисперсного дождевания, выполняющие одновременно функции увлажнения воздуха и почвы. Дождевальные насадки мелкодисперсного дождевания, обеспечивая увлажнение воздуха, увлажняют еще и почву, что не предусмотрено аэрозольным увлажнением.

Для модульной системы мелкодисперсного дождевания рекомендованы из значительного многообразия дождевальных насадок и изготовлены насадки, обеспечивающие при рабочем давлении 0,15–0,25 МПа структуру дождя малой интенсивности с диаметром менее 1,0 мм (рисунок 1). Структура дождя, создаваемого этими насадками, позволяет сохранить структуру почвы и устранить возможность повреждения растений при поливе (аналогично аэрозольному увлажнению воздуха). Помимо этого, насадки обеспечивают высокую равномерность распределения воды по площади орошения (0,80–0,87), что свидетельствует о высоком качестве полива, и тем самым не допускают глубинной фильтрации.



а – форсунка дождевальная; б – насадка карусельная

Рисунок 1 – Дождевальные насадки конструкции КазНИИВХ

Модульная система мелкодисперсного дождевания применяется как самостоятельная система орошения, обеспечивающая полив и улучшение микроклиматических показателей в зоне расположения растений, для уменьшения стрессового влияния высоких температур воздуха на растения.

В таблицах 1 и 2 приведены технико-эксплуатационные показатели модульной системы мелкодисперсного дождевания с форсунками и карусельными насадками.

Таблица 1 – Техничко-эксплуатационные показатели модульной системы мелкодисперсного дождевания (с форсунками)

Наименование показателя	Напор, МПа		
	0,15	0,20	0,25
1	2	3	4
Модульная система мелкодисперсного дождевания			
- тип	быстроразборная		
- режим работы	полуавтоматический (с ручной настройкой нормы водоподачи)		
- марка насоса	«Кама-10»		
- мощность насоса, кВт	0,4		
- количество насадок на комплект, шт.	12		
- схема расстановки насадок	по квадрату		
- расстояние между насадками, м	1,66	1,82	1,90
- площадь орошения одной форсунки с учетом перекрытия, м ²	2,75	3,31	3,61
- площадь орошения комплектом, м ²	33,0	39,7	43,3
- общий расход воды, л/с	0,49	0,60	0,66

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Дождевальная насадка (форсунка)			
- тип	непрерывного действия		
- диаметр сопла, мм	2		
- расход, л/с	0,041	0,050	0,055
- радиус полива без перекрытия, м	1,18	1,29	1,35
Трубопроводная сеть			
- материал	полиэтилен		
- диаметр, мм	20 (25)		
- общая длина, м	30		
- количество секций, шт.	11		
Коэффициент			
- эффективного полива	0,86	0,87	0,82
- недостаточного полива	0,08	0,07	0,10
- избыточного полива	0,06	0,06	0,08
Коэффициент			
- готовности	0,99		
- технического использования	0,99		
- технологического использования	0,99		

Таблица 2 – Техничко-эксплуатационные показатели модульной системы мелкодисперсного дождевания (с карусельными насадками)

Наименование показателя	Напор, МПа		
	0,15	0,20	0,25
1	2	3	4
Модульная система мелкодисперсного дождевания			
- тип	быстроразборная		
- режим работы	полуавтоматический (с ручной настройкой нормы водоподачи)		
- марка насоса	«Кама-10»		
- мощность насоса, кВт	0,4		
- количество насадок на комплект, шт.	6		
- схема расстановки насадок	по квадрату		
- расстояние между насадками, м	9,2	9,9	10,1
- площадь орошения, га	0,051	0,059	0,061
- общий расход воды, л/с	0,50	0,60	0,66
- водоподача за сутки работы (без учета потерь на испарение), м ³ /га	850	878	936
- масса комплекта без насоса и стоек для фиксации насадок, кг:			
с трубами диаметром 20 мм	9,72		
с трубами диаметром 25 мм	12,91		
Дождевальная насадка (карусельная)			
- тип	непрерывного действия		
- диаметр сопла, мм:			
дальнего полива	2		
ближнего полива	2		

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
- расход, л/с	0,083	0,100	0,110
- радиус полива без перекрытия, м	6,5	7,0	7,2
- масса, кг	0,074		
Трубопроводная сеть			
- материал	полиэтилен		
- диаметр, мм	20 (25)		
- общая длина, м	60		
- количество секций, шт.	6		
- масса трубопроводной сети, кг:			
с трубами диаметром 20 мм	7,38		
с трубами диаметром 25 мм	10,56		
Коэффициент			
- эффективного полива	0,81	0,82	0,80
- недостаточного полива	0,11	0,10	0,13
- избыточного полива	0,08	0,08	0,07
Коэффициент			
- готовности	0,99		
- технического использования	0,99		
- технологического использования	0,99		

Анализ таблиц 1 и 2 показывает, что радиус действия дождевальных насадок при напорах 0,15–0,25 МПа составляет для форсунки дождевальной 1,18–1,35 м, для карусельных насадок – 6,5–7,2 м, расход воды соответственно равен 0,041–0,055 и 0,083–0,11 л/с, средняя интенсивность дождя – 0,028–0,031 и 0,055–0,065 мм/мин, коэффициент эффективного полива – 0,87–0,82 и 0,82–0,80.

Полевые испытания, проведенные в яблоневом саду, показали, что температура воздуха в знойный период снижается на 5–7 °С, а относительная влажность воздуха повышается на 8–10 %. Микроклиматический коэффициент изменяется от 0,82 до 0,89; поправки к продолжительности работы модуля системы микрождевания на изменение скорости ветра более 3 м/с составляют 1,0–1,3.

Анализ эффективности применения модульных систем мелкодисперсного дождевания показывает, что капитальные вложения на создание опытных образцов модульных систем мелкодисперсного дождевания, включая затраты на изготовление и приобретение оборудования с монтажными работами (без насосно-силового оборудования), по данным экспериментальной мастерской КазНИИВХ, составляют для площади обслуживания 0,06 га 85000 тенге (все стоимостные выражения приведены в ценах 2008 г.).

При привязке такого модуля с площадью орошения 0,06 га к участку 1,00 га (10000 м²) возможны два варианта:

- позиционная работа шести комплектов с переносом их по завершении поливов на очередную зону полива;
- установка 17 комплектов для одновременного орошения всей площади.

При первом варианте общая стоимость шести модулей складывается из стоимости насосно-силового оборудования (28000 тенге), трубопроводной сети (35000 тенге), арматуры (13000 тенге), монтажных работ (112000 тенге), шести комплектов полива (510000 тенге) и составляет 698 тыс. тенге.

Во втором варианте при комплектации участка орошения площадью 1 га 17 модулями стоимость системы складывается из стоимости насосно-силового оборудования (58000 тенге), трубопроводов (71000 тенге), арматуры (13000 тенге), монтажных работ

(128000 тенге), 17 комплектов модулей (1445000 тенге) и составляет 1715 тыс. тенге.

Ввиду неплодоношения яблоневого сада на опытно-производственном участке в период испытаний, эффективность применения модульных систем мелкодисперсного дождевания оценена по затратам электроэнергии на проведение технологического процесса полива; предполагаемому повышению урожайности культур за счет улучшения микроклиматических показателей при мелкодисперсном дождевании, качества проведения полива (коэффициент эффективности полива – 0,80–0,87), сохранению плодородия почвы и отсутствию водной эрозии.

Модульные системы мелкодисперсного дождевания, помимо оптимального водоснабжения растений, обеспечивают улучшение микроклиматических показателей в зоне развития сельскохозяйственных культур, снижая высокую температуру воздуха и повышая его влажность, что очень эффективно в условиях с температурами воздуха выше 25 °С и с низкими значениями влажности воздуха (менее 50 %). Модульные системы мелкодисперсного дождевания способны также ограничить в вегетационный период воздействие неблагоприятных факторов природной среды на урожайность сельскохозяйственных культур и расширить диапазон применения данного способа полива (предгорные районы, близкое залегание грунтовых вод). Такие системы не только позволяют повышать урожайность возделываемых культур на 5–10 % и более за счет улучшения условий развития растений, но и являются экологически безопасными.

Список использованных источников

1 Региональная программа реконструкции ирригационных систем и восстановления орошаемых земель Жамбылской области с применением ресурсосберегающих технологий на 2014–2020 гг. и в перспективе до 2030 г. / А. А. Калашников, Р. А. Кван [и др.]. – Тараз, 2013. – 97 с.

2 Разработать и внедрить технологии и технические средства низконапорного орошения сельскохозяйственных культур, обеспечивающие ресурсосбережение и сохранение плодородия почв. Этап 3. Изготовление опытных образцов модульных систем и технических средств низконапорного капельного орошения и мелкодисперсного дождевания и проведение их производственных испытаний: отчет о НИР (промежуточ.): 05.01.03.01.01. – Тараз, 2008. – 60 с. – Исполн.: Калашников А. А., Жарков В. А.

УДК 631.674

Т. С. Гричаная

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, Тараз,
Республика Казахстан

ТЕХНОЛОГИЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛУКА РЕПЧАТОГО НА ЮГЕ КАЗАХСТАНА

В статье приведены результаты изучения применения ресурсосберегающей технологии и технических средств капельного орошения при возделывании лука репчатого на юге Казахстана, разработанных в ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства». Установление эффективности использования водосберегающей технологии проводилось в 2012 г. при возделывании лука репчатого в сравнении с поверхностным поливом на площади 1 га. Суммарное водопотребление лука репчатого при капельном орошении за время вегетации составило 6800 м³, что оказалось почти в 2 раза меньше оросительной нормы при поверхностном поливе (12000 м³). Урожайность лука репчатого при капельном орошении составила 82,2 т/га, при поверхностном поливе – 54,3 т/га. В системе фертигации капельного орошения использовались хорошо растворимые удобрения, что отразилось на уровне товарности корнеплодов, который составил 88–92 %.

Ключевые слова: лук, капельное орошение, технология возделывания, суммарное водопотребление, урожайность, фертигация, норма полива.

Переход Республики Казахстан к устойчивому развитию предполагает достижение целей, намеченных стратегией развития страны до 2050 г. [1]. Устойчивость аграрного сектора экономики – основа продовольственной безопасности и социально-экономической стабильности.

Орошаемое земледелие занимает одно из ведущих мест в сельскохозяйственном производстве и является основным водопотребителем, поэтому необходимо развитие (восстановление) орошаемого земледелия в целом по стране, по каждому региону на основе экосистемного подхода и бассейнового принципа. Прежде всего необходимо предусматривать разработку и осуществление принципов интегрированного управления водными ресурсами на орошаемых землях, которые основывались бы на адаптивно-ландшафтной системе земледелия. Данная система отвечает конкретным природным климатическим, рельефным, почвенным, гидрологическим, гидрогеологическим, экологическим и социально-экономическим условиям, обеспечивающим рациональное использование водных и земельных ресурсов, сохранение и восстановление естественного плодородия почв, применение ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Природно-климатические условия Республики Казахстан позволяют выращивать различные овощные культуры. В начале 90-х годов прошлого столетия на орошаемые земли страны приходилось почти 6 % обрабатываемой площади (более 2,3 млн га) и на них производилась примерно треть (в южных регионах две трети и более) всей растениеводческой продукции. На орошаемых землях возделываются такие высокоприбыльные культуры, как хлопчатник, сахарная свекла, рис, овощи и т. д., а продуктивность зерновых при орошении в 2–3 раза выше, чем на богарных землях. Максимальное водопотребление в эти годы составляло ежегодно 20–25 км³ воды при общем объеме ее изъятия на народно-хозяйственные нужды 35–37 км³.

В XX веке, по данным ЮНЕСКО объемы водозабора на все нужды в мире возросли в 6 раз, а безвозвратное потребление за это же время – в 5 раз. Рост водопотребления в сельском хозяйстве связан прежде всего с интенсивным развитием орошения. В Казахстане на долю орошаемого земледелия приходится более 70 % забора воды отраслями экономики, а значит, оно является той подотраслью экономики, в которой необходимо сделать акцент на эффективное использование водных ресурсов. В настоящее время в результате спада сельскохозяйственного производства на регулярное орошение забирается всего 7–10 км³ воды ежегодно.

Орошение является одним из главных элементов успешного выращивания сельскохозяйственных культур и поэтому требует особого внимания и изучения. Интенсивное выращивание возможно с применением перспективных систем орошения, в частности капельного, которое характеризуется высокой экономической и технологической эффективностью.

При капельном орошении осуществляется точное дозированное поступление растворимых удобрений, в том числе с помощью систем автоматического регулирования количества подаваемых удобрений, контроль показателя заданного рН рабочего раствора, контроль количества раствора на единицу площади орошения.

По сравнению с традиционным поливом (дождеванием или поливом по бороздам) капельное орошение имеет преимущества, основными из которых являются:

- потребление воды снижается в 2–5 раз, эффективность орошения достигает 90 %, поскольку вода поступает в корневую систему растений;
- обеспечение оптимальных затрат воды и удобрений согласно физиологическим потребностям растений; повышение урожайности орошаемых культур на 30–50 % и более, а также улучшение качества продукции; сокращение использования средств за-

щиты растений; снижение эксплуатационных затрат по сравнению с энергозатратами других способов орошения (до 70 %); исключение влияния ветра на процесс орошения; снижение требований к системам дренажа; уменьшение или полное исключение вредного влияния на окружающую среду; возможность освоения уклонных земель до 30°, а также малопродуктивных (маломощных, песчаных, супесчаных, рекультивированных) земель.

Выращивание овощей при капельном орошении предполагает применение самых передовых технологий, поэтому получение высоких урожаев возможно только при обязательном выполнении всех агротехнических мероприятий по защите растений, внесению удобрений, уходу за растениями.

Капельное орошение применимо при дефиците испаряемости 5–10 тыс. м³/га, скорости впитывания за первый час 5–20 см/ч, глубине почвенной толщи от 1,0 до 1,5 м. Глубина залегания пресных и соленых грунтовых вод не должна превышать соответственно 1,5 и 3,0 м. Допустимая минерализация грунтовых вод – 3,0 г/л [2].

Задача технологии капельного полива заключается в том, чтобы путем правильного подбора схемы расстановки капельниц и режима водоподачи создать минимально допустимую для растений зону увлажнения, при которой растения не испытывают недостатка влаги, а потери воды на испарение с поверхности поля и на фильтрацию сведены к минимуму [3].

В ТОО «КазНИИВХ» была разработана технология возделывания лука репчатого при капельном орошении для условий южных регионов Казахстана (рисунок 1) [4]. Данная технология представляет комплекс взаимосвязанных агротехнических, технологических и организационно-хозяйственных мероприятий, разработанных на основе обобщения результатов современных научных исследований и передового опыта.



Рисунок 1 – Капельное орошение лука репчатого (автор фото Б. М. Куртебаев)

Установление эффективности использования водосберегающей технологии проводилось при возделывании лука репчатого в 2012 г. в сравнении с поверхностным поливом на площади 1 га.

Была применена 4-рядная сдвоенная схема посева лука. Посев проводился сеялкой точного высева, которая позволила достичь оптимальной густоты посева (1,2 млн семян/га) (5 кг) и глубины заделки семян (2,0–2,5 см). Одновременно с посевом на глубину 2–3 см укладывались поливные трубопроводы (на одной полосе две трубки с расстоянием между ними 60 см). При этой схеме посева один поливной трубопровод равномерно увлажняет две посевные строчки. Расстояние между капельными водовыпусками – 15–20 см.

После посева и монтажа системы орошения были проведены прикатывание почвы и полив нормой 100–120 м³/га до полного промокания контура увлажнения в зоне залегания семян. Влажность почвы в зоне размещения основной массы корней должна поддерживаться до начала образования луковиц не ниже 70–80 % НВ. Поддержание влажности почвы в зоне залегания корневой системы на оптимальном для данной фазы развития растений уровне является основным принципом капельного орошения. Поливные нормы, а следовательно и режим полива, определялись количеством испаряемой и потребляемой растениями влаги и контролировались при помощи контрольно-

измерительных приборов (тензиометров) и влагомеров. Максимальное суточное суммарное водопотребление лука зафиксировано в период от начала интенсивного роста луковиц до начала полегания пера.

Срок прекращения вегетационных поливов влияет на качество хранения урожая, поэтому поливы прекращали за 15–20 дней до уборки лука.

Минеральные удобрения вносились в несколько этапов. Под вспашку было внесено около 70 % фосфорных и 60 % калийных удобрений. Одновременно с посевом также были внесены минеральные удобрения в дозе $N_{20}P_{30}K_{20}$. Оставшуюся часть расчетного количества удобрений вносили на протяжении вегетационного периода с поливной водой следующим образом: 80 % азотных удобрений – начиная с фазы 1–2 настоящих листьев и заканчивая формированием луковиц, а 10 % – во время формирования луковиц. Фосфорные и калийные удобрения вносились на протяжении всего периода вегетации. Нормы их внесения увеличивались с фазы интенсивного нарастания листьев до начала формирования луковиц.

При капельном орошении система удобрений отличается от поверхностного полива. Однако по периодам вегетации лука систему удобрений необходимо выдерживать согласно рекомендациям (таблица 1).

Таблица 1 – Примерные нормы минеральных удобрений под лук в зависимости от планируемого урожая

Планируемый урожай, ц/га	Доза удобрений, кг д. в./га								
	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	Степень обеспеченности почвы элементами питания								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
400	120	90	60	80	80	80	90	90	60

Примечание – Степень обеспеченности почвы удобрениями: I – низкая, II – средняя, III – высокая.

Суммарное водопотребление лука репчатого при капельном орошении за время вегетации составило 6800 м³, что оказалось почти в 2 раза меньше оросительной нормы при поверхностном поливе (12000 м³).

Урожайность лука репчатого при капельном орошении составила 82,2 т/га, при поверхностном поливе – 54,3 т/га.

Достигнутый уровень урожайности лука при капельном орошении стал возможным в результате применения комплекса агротехнических мероприятий. В системе фертигации капельного орошения использовались хорошо растворимые удобрения: аммиачная селитра, монокалий фосфат, калийная селитра, сульфат магния, кальциевая селитра и ортофосфорная кислота, что отразилось на уровне товарности корнеплодов, который составил 88–92 %. Количество элементов питания распределялось по периодам выращивания – фазам роста и развития растений с учетом особенностей агрохимических и агрофизических свойств почвы.

Таким образом, при капельном орошении обеспечивается большая по сравнению с поверхностным способом полива урожайность и продуктивность использования оросительной воды.

Список использованных источников

1 Казахстанский путь – 2050: единая цель, единые интересы, единое будущее: послание Президента РК.

2 Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справ. / под ред. Б. Б. Шумакова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 415 с.

3 Гершунов, Э. В. Перспективные способы и техника полива на орошаемых землях

Казахстана / Э. В. Гершунов, Ю. Д. Жуйко, Р. С. Жунусов. – Алма-Ата: КазНИИНТИ, 1988. – 64 с.

4 Рекомендации по водосберегающей технологии возделывания лука при капельном орошении / Н. Н. Балгабаев, А. А. Калашников [и др.]. – Астана, 2012. – 56 с.

УДК 631.347

П. А. Калашников

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, Тараз,
Республика Казахстан

ТЕХНОЛОГИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОГО ДОЖДЕВАНИЯ ОВОЩНЫХ И КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

В большинстве случаев возделывание культур овоще-кормового севооборота невозможно без орошения, поэтому для получения высоких урожаев необходима разработка и внедрение высокоэффективных технологий орошения и техники полива сельскохозяйственных культур. Разработанная в Казахском научно-исследовательском институте водного хозяйства технология мелкодисперсного дождевания овощных и кормовых культур для Жамбылской области направлена на обеспечение населения конкурентоспособной и недорогой продукцией овощеводства, а также качественной кормовой базой, необходимой для эффективного развития животноводческой отрасли. Технология обеспечивает повышение урожайности возделываемых на орошении культур на 20–40 % при снижении затрат оросительной воды до 30 % в сравнении с традиционными способами полива.

Ключевые слова: технология мелкодисперсного дождевания, овощные культуры, кормовые культуры, техника полива, Жамбылская область Республики Казахстан.

Для рационального использования воды в условиях дефицита водных ресурсов разработаны экономичные, высокоэффективные способы орошения полей, в том числе способ мелкодисперсного дождевания. От обычного дождевания мелкодисперсное отличается тем, что вода выбрасывается в воздух в сильно раздробленном состоянии. Испарение мельчайших капелек в полете, а также тонкой пленки воды, создающейся на поверхности растений и почве, приводит к повышению относительной влажности и снижению температуры воздуха. Уменьшается скорость всех видов испарения, в том числе и транспирации, то есть мелкодисперсное дождевание сельскохозяйственных культур в максимальной степени приближается к естественному.

Традиционные способы орошения (дождевание, внутрпочвенное и поверхностное орошение), создавая оптимальную влажность почвы, незначительно влияют на температуру и влажность воздуха в среде обитания растений. У подавляющего большинства исследованных сельскохозяйственных культур депрессия фотосинтеза и угнетение ростовых процессов отмечались уже при температуре воздуха выше 25 °С и относительной влажности воздуха менее 50 %. Специфические особенности мелкодисперсного дождевания требуют принципиально новых технических средств механизации орошения, к которым можно отнести дождевальные машины и установки нового поколения кругового, фронтального типа, машины для осуществления ипподромного вида орошения.

Суть мелкодисперсного способа полива заключается в смачивании листовой поверхности растений микроскопическими каплями воды. Степень дисперсности воды должна быть такой, чтобы капли не скатывались с листьев на почву, а оставались на них до полного испарения. Мелкодисперсное орошение проводят днем, в жаркую погоду, когда температура воздуха превышает оптимальную для развития растений. Вода, постепенно испаряющаяся с поверхности листьев, охлаждает их, при этом влаж-

ность воздуха повышается на 25–35 %, а испарение с поверхности почвы уменьшается. Этим устраняется явление «депрессии фотосинтеза» у растений. С целью экономии оросительной воды полив проводится в ночное время или при невысоких температурах воздуха в дневные часы.

По климатическим условиям район расположения хозяйства ТОО «Гамбург» относится к зоне полуобеспеченной богары. Годовое количество осадков – 400–450 мм, в том числе за период с температурой выше 10 °С – до 100–140 мм. Среднегодовая температура составляет плюс 6,7 °С, самые жаркие месяцы – июнь–август (18–21 °С), самые холодные – декабрь–февраль (минус 6–8,9 °С). Гидротермический коэффициент составляет около 1,0 и более. Сумма положительных температур выше 10 °С равна 2700–2900 °С.

Среднегодовая относительная влажность воздуха – 65 %, число дней с относительной влажностью менее 30 % в среднем за год составляет 100–120, причем около 90–95 с суховеями различной интенсивности. Среднегодовая амплитуда колебания температуры воздуха равна 30 °С. Крайние температуры дают амплитуду колебания до 85 °С. Переход среднегодовых температур воздуха выше 5 °С происходит в конце марта – начале апреля.

Заморозки продолжаются до конца мая, изредка наблюдаются и в июне. Осенние холода устанавливаются в октябре, заморозки наступают в сентябре. Продолжительность безморозного периода в среднем 127 дней. По месяцам осадки выпадают неравномерно. Третья часть годового количества осадков приходится на весну – 168 мм, а летом осадков выпадает мало. Число дней со снегом в среднем 100. Величина снежного покрова в среднем до 25–35 см. В районе преобладают северо-восточные ветры. Самые сильные ветры весной, когда скорость ветра достигает 15 м/с и более. Наибольшее число дней с сильными ветрами наблюдается в осенне-зимний период (4–7 дней)

Орошаемые площади ТОО «Гамбург» расположены в зоне сероземов темных разного механического состава. Наибольшее распространение здесь получили средние и тяжелые суглинки. Описываемые почвы в основном неэродированные, но при использовании их под орошаемое земледелие может наблюдаться проявление ирригационной эрозии. В связи с этим в зависимости от уклона местности они подразделяются на эрозионно неопасные, эрозионно малоопасные и эрозионно опасные. Эти факторы должны учитываться при выборе поливной техники на орошаемых землях.

Территория массива орошения относится к дренированной зоне и не требует применения специальных мелиоративных мероприятий. К тому же рассматриваемый массив расположен в долине р. Терс, которая является региональной дренажной системой района.

Глубина залегания грунтовых вод в основном свыше 15 м. Коэффициенты фильтрации варьируют от сотых долей до 12 м/сут. По химическому составу грунтовые воды относятся к гидрокарбонатно-сульфатным натриево-кальциевым с минерализацией воды до 0,50 г/л. Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Для орошения массива используется вода из Терс-Ащибулакского водохранилища. Вода в водоеме слабой минерализации.

Системы орошения сельскохозяйственных культур ТОО «Гамбург» включают два участка: Центральная усадьба (287,2 га) и Водовод (585,45 га) общей площадью 872,65 га. На всей площади в соответствии основной специализацией хозяйства предусмотрено выращивание кормовых культур: кукурузы на силос, кормовой свеклы, люцерны, овощей. Орошение обеспечивается поливным оборудованием нового поколения: стационарным Т-Л с центральным приводом (580, 560, 520, 490, 410 м) (рисунок 1, а); Т-Л с фронтальной системой полива (220 м) (рисунок 1, б); поливочными машинами Irtec барабанного типа с поворотной платформой (модели 100 ES 500 и 125 ES 350) (рисунок 1, в).



а – поливочная машина с центральным приводом (кругового действия);
 б – поливочная машина с фронтальной системой полива;
 в – поливочная машина барабанного типа с поворотной платформой

Рисунок 1 – Поливное оборудование нового поколения

Для повышения урожайности необходимо соблюдение зональных агротехнических мероприятий, режима орошения и питания растений.

Полив дождевальными машинами начинается с момента снижения уровня влажности почвы ниже оптимального.

Поливные нормы с учетом сложившихся погодных условий и количеством осадков применяются согласно данным таблицы 1 и рекомендуются в пределах от 350 до 500 м³/га с привязкой к основным фазам развития растений. Возможно проведение более частых поливов с меньшими нормами с целью улучшения физиологических показателей растений и снижения отрицательного влияния высоких температур воздуха в летний период (свыше 30 °С) на их рост и развитие.

Таблица 1 – Внутрисезонное распределение оросительных норм сельскохозяйственных культур для ТОО «Гамбург»

Культура	Обеспеченность	В процентах																			
		Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	
Многолетние травы	50								7	11	12	13	11	9	8	8	8	7	6		
	75							5	8	10	11	12	10	10	9	7	7	6	5		
	95							6	9	9	10	10	11	11	10	7	6	6	5		
Овощи	50							5	9	13	13	15	12	8	7	6	5	4	3		
	75							6	8	10	12	12	14	11	7	6	5	4	3	2	
	95						4	5	9	11	12	12	13	10	7	6	4	3	2	2	
Кукуруза	50							3	5	7	10	12	16	15	14	12	6				
	75							5	7	8	10	12	15	14	13	11	5				
	95						3	6	8	9	9	11	14	13	12	10	5				
Кормовая свекла	50							6	9	12	14	12	11	9	8	6	6	4	3		
	75							5	6	7	10	13	12	10	9	8	7	6	4	3	
	95						3	6	7	7	9	12	11	10	8	7	7	7	4	2	

При разработке технологии мелкодисперсного дождевания возделываемых сельскохозяйственных культур оросительные нормы приняты согласно рекомендациям КазНИИВХ для агроклиматических зон Жамбылской области [1].

Оросительные нормы брутто-поля при дождевании для культур овощного и кормового севооборотов при закрытой оросительной сети рассчитываются с учетом потерь оросительной воды на испарение (до 30 % от водоподачи), величина которых может изменяться в зависимости от агроклиматической зоны.

Оросительные нормы нетто сельскохозяйственных культур для ТОО «Гамбург» приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Оросительные нормы нетто сельскохозяйственных культур для ТОО «Гамбург»

Орошаемая культура	Почвенно-гидрогеологическая область								
	автоморфная, УГВ > 3 м			полугидроморфная, УГВ = 2–3 м			гидроморфная, УГВ = 1–2 м		
	Процент обеспеченности								
	50	75	95	50	75	95	50	75	95
Кукуруза	2300	2800	3650	1550	1990	2870	950	1340	2240
Кормовая свекла	3900	4450	5300	2260	2810	3710	1130	1720	2550
Овощи	3600	4400	5400	2750	3620	4620	2160	2910	3950
Многолетние травы	4600	5450	6500	3450	4330	5380	2600	3470	4520

Расчет доз внесения органических и минеральных удобрений проведен на основании расчета по выносу питательных веществ из почвы с урожаем по методу Каюмова [2]. Дозы удобрений зависят от требований культурных растений, особенностей почвы, удобрения предшествующей культуры, сроков и способов внесения, климатических условий и других причин. Расчеты доз удобрений для получения гарантированных урожаев кормовой свеклы, люцерны и кукурузы на силос приводятся в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет доз удобрений для получения гарантированного урожая кормовой свеклы (600 ц/га), люцерны (до 550 ц/га зеленой массы) и кукурузы на силос (до 700 ц/га) на орошаемых землях ТОО «Гамбург»

Орошаемый участок	Сельскохозяйственная культура	Элементы питания	Показатель						
			планируемый вынос питательных веществ с урожаем	будет использовано питательных веществ из почвы, кг/га	используется из 50 т/га органических удобрений	требуется внести питательных веществ с минеральными удобрениями, кг/га	коэффициент использования питательных веществ из удобрений, %	необходимо внести элементов минерального питания с удобрениями, кг/га д. в.	
Центральная усадьба	Кормовая свекла	N	120	30	60	100	65	97	
		P	65	15	30	20	20	85	
		K	90	37	80	80	70	45	
	Люцерна	N	75	42	60	63	60	45	
		P	65	28	30	57	20	64	
		K	90	50	80	38	50	52	
	Кукуруза на силос	N	100	30	50	78	65	105	
		P	50	15	25	31	20	80	
		K	90	30	80	60	50	65	
Водовод	Кормовая свекла	N	120	35	60	50	65	83	
		P	65	22	30	20	20	68	
		K	90	53	80	60	70	75	
	Люцерна	N	75	50	60	43	60	35	
		P	65	34	30	44	20	50	
		K	90	55	80	42	50	57	
	Кукуруза на силос	N	100	42	50	66	65	85	
		P	50	25	25	33	20	50	
		K	90	32	80	42	50	60	

При возделывании овощных культур в качестве основных рекомендованы столовая свекла, капуста и лук. Выращиваемые на землях ТОО «Гамбург» культуры овощного и кормового севооборотов имеют особенности:

- *кормовая свекла* предъявляет высокие требования к условиям влагообеспеченности. Оптимальным для нее является режим орошения, поддерживающий влажность почвы в течение всей вегетации в пределах 70–75 % и 60–65 % от НВ соответственно на средних и легких почвах. Кормовая свекла особенно чувствительна к дефициту воды во время появления всходов и в течение месяца после появления всходов. При отсутствии влагозарядки в этот период предпочтительны частые поливы небольшими нормами. Дефицит воды в середине вегетации влияет на прирост массы корнеплодов сильнее, чем в конце вегетации. Обильное орошение в конце вегетативного периода неблагоприятно влияет на качество, хотя и может увеличивать размеры корнеплода при небольшом влиянии на окончательный размер урожая. Дефицит воды вместе с недостатком азота ближе к концу вегетационного периода ведет к уменьшению роста корнеплода. При правильном соотношении «питание–вода» урожай корнеплодов достигает 1500 ц/га, листьев 300–500 ц/га;

- *люцерна* при своевременном орошении и удобрении, сохраняя продуктивность в течение 4–5 лет, способна давать по 4–5 укосов за вегетацию. Перед севом люцерны (чистым посевом или под покров ячменя и др.) весной необходимо проводить предпосевной влагозарядковый полив нормой до 700 м³/га, при проведении вегетационных поливов учитывается фаза развития растений. Урожайность зеленой массы может составлять 400–600 ц/га, сена 50–120 ц/га и более [3];

- *кукуруза на силос* дает высокие урожаи на плодородных почвах и при поддержании высокого порога предполивной влажности корнеобитаемого слоя почвы. Это лучше всего удается при сочетании влагозарядковых (апрель) и вегетационных поливов. Кукуруза для прорастания семян и образования первых 2–3 листьев расходует сравнительно мало воды и способна переносить засуху. Значительно больше требуется влаги в фазе 6–8 листьев, когда закладываются початки. Максимальную потребность в воде растения испытывают в период, начинающийся за 10 дней до выметывания метелок и заканчивающийся спустя 20 дней после выметывания;

- получение высоких и стабильных урожаев *столовой свеклы* возможно только при орошении. Полив столовой свеклы необходимо проводить сразу же после посева для создания оптимальных условий для прорастания семян и поддерживать влажность почвы в период от всходов до формирования корнеплодов на уровне не ниже 75–80 % НВ в слое 0–40 см и не ниже 65–70 % НВ – в слое 0–60 см в период формирования и роста корнеплодов [4]. Согласно рекомендациям КазНИИВХ [1] при возделывании овощей в зоне естественной увлажненности с коэффициентом увлажненности $K_y = 0,35–0,30$ при уровне влагообеспеченности 50 % оросительная норма составит 3900 м³/га. При дождевании на средних суглинках рекомендуемая поливная норма 400–500 м³/га. Для поддержания принятого уровня влажности возможно проведение частых поливов дождеванием поливными нормами 200–250 м³/га с учетом основных фаз развития столовой свеклы;

- *капуста* – влаголюбивая культура, что объясняется большой испаряемостью поверхностью ее листков и сравнительно неглубоким размещением корневой системы. Высокие и постоянные урожаи можно получить только при орошении. Наибольшее количество воды расходуется в период завязывания головки – начало созревания. Наилучшие условия создаются при влажности почвы на протяжении вегетационного периода не ниже 80–75% НВ, воздуха – 60–80 % в период всходы – начало формирования головок, 75–90 % – массовое формирование. Перерывы в водоснабжении во время массового формирования головок могут привести к их растрескиванию, для исключения этого необходимы более частые поливы дождеванием малыми нормами;

- *лук репчатый* обладает высокой отзывчивостью на влажность почвы. Его ли-

стья содержат примерно в 2 раза больше воды, чем листья капусты и томатов, а корневая система развита слабо, она не может проникать на достаточную глубину и обеспечивать постоянное водоснабжение растения, к тому же ее сосущая сила невелика. Малая поверхность листьев лука очень слабо защищает почву от испарения. В зависимости от возраста растения требования лука к влаге меняются, резко снижается урожай при недостатке влаги в отдельные периоды вегетации. Особенно требователен лук к обеспечению водой в первые 3–4 недели после всходов, когда у растений появляется первый настоящий лист. Недостаточное количество влаги чревато сильной изреженностью посевов, поэтому сразу после посева рекомендуется полив до полного промокания контура увлажнения в зоне залегания семян. Влажность почвы в зоне размещения основной массы корней должна поддерживаться до начала образования луковиц не ниже 70–80 % НВ. Поливные нормы, а следовательно, и режим полива определяется количеством испаряемой и потребляемой растениями лука влаги. Максимальное суточное суммарное водопотребление лука зафиксировано в период от начала интенсивного роста луковиц до начала полегания пера. Срок прекращения вегетационных поливов влияет на качество хранения урожая, поэтому оптимальным является прекращение поливов за 15–20 дней до уборки лука. Наиболее эффективным является соблюдение дифференцированного полива по фазам развития лука репчатого (всходы – начало образования луковиц; формирование – начало созревания луковиц и созревания луковиц), а также уровня предполивной влажности почвы, соответственно равного 85, 70 и 75 % НВ для среднесуглинистой почвы. При возделывании лука репчатого в зоне естественной увлажненности с коэффициентом увлажненности $K_y = 0,35-0,30$, при уровне влагообеспеченности 50 % оросительная норма составит 3600 м³/га. При дождевании на средних суглинках рекомендуемая поливная норма 400–500 м³/га. Для поддержания принятого уровня влажности возможно проведение частых поливов дождеванием поливными нормами 200–250 м³/га с учетом основных фаз развития лука [5].

Разработанная технология мелкодисперсного дождевания овощных и кормовых культур для Жамбылской области (ТОО «Гамбург») с учетом агроклиматических зон расположения, направленная на повышение продуктивности имеющихся орошаемых земель хозяйства, создание собственной кормовой базы для содержания скота, получение высоких урожаев овощных культур, обеспечивает повышение урожайности на 20–40 % при снижении затрат оросительной воды до 30 % в сравнении с традиционными способами полива.

Список использованных источников

- 1 Оросительные нормы сельскохозяйственных культур: рекомендации / Р. А. Кван [и др.]. – Джамбул: КазНИИВХ, 1989. – 74 с.
- 2 Каюмов, М. К. Расчет доз удобрений / М. К. Каюмов // Земледелие. – 1971. – № 10.
- 3 Нокушева, Ж. А. Возможности интродукции интенсивных сортов люцерны в систему кормопроизводства Северо-Казахстанской области / Ж. А. Нокушева // Сельское, лесное и водное хозяйство. – Май, 2012.
- 4 Агротехника выращивания столовой свеклы: сайт профессиональных советов для овощеводов, растениеводов, цветоводов, плодородов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://urozhayna-gryadka.narod.ru/stolovaya_svekla.htm, 2014.
- 5 Водосберегающая технология возделывания лука при капельном орошении: рекомендации / А. А. Калашников [и др.]. – Тараз: КазНИИВХ, 2012. – 44 с.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

УДК 631.95:504.062

Н. В. Стратичук

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

РЕШЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЭКОСИСТЕМНОГО ВЕДЕНИЯ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В статье указано, что особую остроту приобретают вопросы обеспечения природоохранных мероприятий при новых формах хозяйствования на орошаемых землях. Для осуществления этой задачи необходимо ввести экологические регуляторы в экономику орошаемого земледелия. Предложена схема приоритетных связей экологизированного орошаемого земледелия (от суммарных затрат до получения прибыли) через направления производственного процесса, которые обеспечивают стимулирующий интегральный результат на выходе системы.

Ключевые слова: орошаемое земледелие, гидромелиоративная система, водохозяйственный комплекс, налоговые льготы, водосберегающие режимы орошения, тариф на оросительную воду.

Постановка проблемы. Переход к рыночным отношениям хозяйствования в наибольшей степени негативно отразился именно на водном хозяйстве и мелиорации земель, а острый дефицит бюджетных средств, в т. ч. и централизованных инвестиций, обусловил почти полную разбалансированность развития водохозяйственного комплекса и сделал невозможным нормальное функционирование водохозяйственных и мелиоративных систем и объектов. Исследование этого вопроса с учетом особенностей современной социально-экономической ситуации на Украине связано с рядом трудностей не только теоретико-методологического плана, но и практического характера.

Рыночные трансформации, которые произошли за последние два десятилетия на Украине, и необходимость создания в государстве конкурентоспособной экономики требуют радикальных изменений в развитии и функционировании водохозяйственного комплекса, существенного повышения эффективности использования как уже созданного производственного потенциала, так и инвестиций, направленных на его дальнейшее наращивание, обновление и техническую модернизацию с учетом требований рыночных отношений и ресурсно-экологической безопасности функционирования указанного комплекса. Для этого следует в кратчайшие сроки перейти от экстенсивной и затратной модели к модели устойчивого, экологически безопасного и конкурентоспособного развития водохозяйственного комплекса [1]. Только таким путем и на основе широкомасштабного внедрения в практику инноваций и новейших достижений научно-технического прогресса можно успешно решить задачу существенного повышения экономико-экологической эффективности функционирования водохозяйственного комплекса Украины.

Задачи и методика исследований. За последние годы в результате значительного ухудшения ресурсного обеспечения земледелия на мелиорированных землях, особенно орошаемых, произошел значительный спад объемов производства. Ухудшилось состояние внутриводохозяйственной мелиоративной сети. Снизилась эффективность использования орошаемых земель, а их роль в продовольственном обеспечении государства значительно уменьшилась. В 2015 г. по сравнению с 1995 г. на орошении посевная площадь кукурузы на зерно сократилась в 3,3 раза, овощных культур – в 2,0 раза, кормовых культур – в 1,7 раза, а валовое производство зерна – в 1,6 раза, в т. ч. кукурузы – в 7,2 раза, овощей – в 4,5 раза, кормов – в 3,6 раза.

Именно сейчас большинство государственных мелиоративных объектов (магистральных и межхозяйственных каналов, трубопроводов, насосных станций, гидротехнических сооружений, защитных дамб и т. п.) требуют текущего и капитального ремонта.

Итак, процесс полной потери гидромелиоративного потенциала уже начался и развивается ускоренными темпами. Негативное воздействие этого процесса заключается в том, что мелиоративные системы не только не способны выполнять свою основную функцию (поддержание оптимального водно-воздушного баланса на мелиорированных землях), но и, разрушаясь, создают экологическую и техногенную опасность.

Первоочередная задача заключается не в расширении площади орошаемых земель, а в обеспечении эффективного использования того фонда, который уже функционирует в сельскохозяйственном производстве. В области мелиоративного строительства основная часть капитальных вложений должна идти на реконструкцию и усовершенствование существующих систем, приведение к оптимальному соотношению орошения с другими мелиоративными способами улучшения свойств почвы и повышения ее плодородия. В проектах реконструкции следует предусматривать рост коэффициента использования воды за счет уменьшения фильтрационных расходов; повышение оперативности управления межхозяйственным водораспределением и уменьшение производственных сбросов; аккумуляцию и повторное использование дренажно-сбросных вод; автоматизацию управления технологическими процессами водораспределения; уменьшение энергоемкости полива; совмещение функций полива с внесением удобрений, мелиорантов и химических средств защиты растений; внедрение оперативных методов планирования поливов с учетом фактической влажности почвы; оптимизацию использования имеющихся ресурсов воды и техники.

Результаты исследований. Несмотря на негативные процессы, о которых говорилось выше, потенциал орошаемых земель необходимо сохранить, но на условиях его экосистемного использования и скорейшего восстановления биологической активности почвы, при наличии которой срабатывают механизмы ее самоочищения. Для осуществления этой задачи необходимо прежде всего ввести экологические регуляторы в экономику орошаемого земледелия. Реальными регуляторами могут быть:

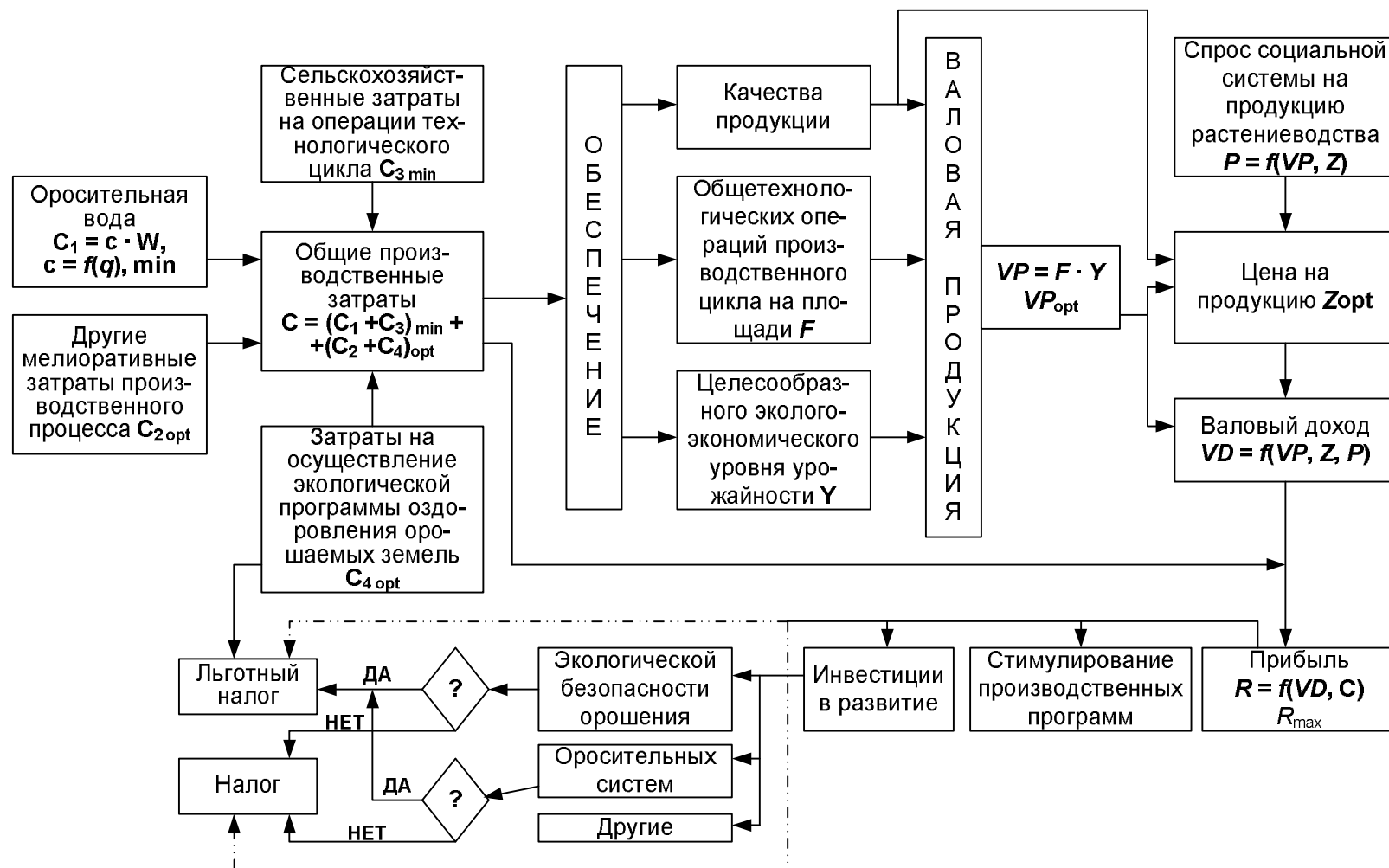
- адекватная плата за поливную воду при мультипликативной дифференциации цены на нее в зависимости от уровня удельных расходов воды, использованных при формировании единицы урожая;

- налоговые льготы за выполнение экологической программы «оздоровления» орошаемых земель в части полного исключения их площади из расчета единого налога для сельскохозяйственных предприятий на период восстановления биологической активности почвы, которая обоснована соответствующим проектом и заключением экологической экспертизы. После окончания оговоренного периода целесообразно оставить налоговую льготу в размере 50 % налоговой ставки при условии ежегодного лабораторного подтверждения удовлетворительного состояния биологической активности почвы;

- полное освобождение сельхозпредприятия в отчетный год от налогообложения при условии инвестирования не менее 50 % годового дохода (но не ниже 1000 грн./га) на экологическое совершенствование внутрихозяйственных оросительных сетей и техники полива;

- полное освобождение сельхозпредприятия от налогообложения при условии, что оно инвестирует средства в строительство новой или реконструкцию существующей системы орошения, на срок окупаемости инвестиций, определенный проектом.

Рисунок 1 дает представление о приоритетности экономических связей в системе экологического орошения от затрат до получения прибыли через направления производственного процесса, которые обеспечивают стимулирующий интегральный результат на выходе системы.



min, max, opt – направления соответственно минимизации, максимизации и оптимального использования средств;
 c – тариф на поливную воду; q – удельные затраты поливной воды на единицу урожая

Рисунок 1 – Схема приоритетных экономических связей экологизированного орошаемого земледелия

Расходы на потенциально опасные для экологии технологические процессы должны быть минимизированы, а расходы, связанные с улучшением экологической безопасности, необходимо оптимизировать по определенным заранее критериям. Такие критерии должны быть обязательно «персонифицированными», то есть определенными для каждого орошаемого поля. При их определении необходимо применять методологию системного анализа с использованием всех имеющихся прямых и косвенных данных о состоянии почвы, динамике плодородия и др. Эту работу следует выполнять систематически, на уровне экологического проекта эксплуатации оросительной системы хозяйства на срок не более 5 лет.

Реализация такого подхода к использованию орошаемых земель позволит удовлетворить требования экологии и потребности экономики, постоянно удерживать конфликт между ними в зоне компромисса. Одновременно рекомендованный подход повышает квалификационные требования к специалистам-технологам, которые должны обладать навыками системотехники, что, кстати, одинаково благоприятно и для экологии, и для экономики.

Таким образом, эффективное использование поливной воды при орошении не является прерогативой только режимов орошения, а обуславливается всей системой орошаемого земледелия.

Одним из главных вопросов повышения эффективности использования орошаемых земель в условиях энергетического кризиса является внедрение на всех оросительных системах водосберегающих режимов орошения, основанных на четких количественных показателях реакции растений на наличие доступной влаги в течение вегетационного периода, предусматривающих максимальное получение дополнительной продукции на единицу поливной воды. Применение водосберегающих режимов орошения – это не просто механическое сокращение оросительной нормы, а целенаправленное регулирование водного баланса агроландшафта с учетом всех его расходных частей без ущерба или с минимальным ущербом для производственных процессов растений, наиболее полного использования биоприродных факторов.

Эффективное внедрение водосберегающих режимов орошения в условиях дефицита воды и электроэнергии вызывает необходимость гибкой системы принятия решений по приоритету орошения культур в отдельные периоды поливного сезона. Наиболее эффективно почвенная влага используется в критические периоды, когда каждый кубометр воды обеспечивает получение максимального количества дополнительной продукции. Поэтому в эти периоды поливы необходимо проводить при оптимальной влажности почвы, не допуская «стресса» растений. Очень важно правильно установить сроки начала и окончания поливов по отдельным культурам с учетом их биологических потребностей, что позволяет существенно уменьшать величину оросительной нормы, стимулировать развитие мощных корневых систем растений, обеспечивать получение высоких урожаев качественной продукции, поддерживать на оптимальном уровне основные физико-механические показатели почвы.

Переход к рыночным отношениям в орошаемом земледелии требует радикальных изменений форм собственности на землю путем ее поэтапной трансформации через осуществление земельной реформы, главной задачей которой является перестройка земельных отношений и определение эффективных землевладельцев с целью рационального использования земельно-водных ресурсов [2].

С учетом чрезвычайно важного места и роли орошаемого земледелия в создании рынка продовольствия и сельскохозяйственного сырья мероприятия по реформированию земельных отношений в этой области должны быть чрезвычайно взвешенными и обоснованными и базироваться на принципах, в основе которых лежат как краткосрочные, так и долгосрочные прогнозы ожидаемых последствий.

Если сегодня в среднем каждый орошаемый гектар пашни «работает» за два

неорошаемых, а в отдельные годы – за 3–4, нетрудно представить размеры возможного недобора продукции при неверном выборе стратегии в этой области АПК [3].

Сезонность и цикличность сельскохозяйственного производства и его тесная связь с основным средством производства – землей объективно затрудняют процесс реформирования земельных отношений. Земледелие же в орошаемых условиях базируется одновременно на двух составляющих средствах производства – земле и воде. Отсюда и специфичность данной проблемы. Более того, до сих пор не существует четких экономических взаимоотношений в звене «сельское хозяйство – водное хозяйство». Развитие рыночных отношений показало несовершенство организационно-правовой структуры водохозяйственного комплекса, которое неизбежно будет отражаться на дальнейшем функционировании сельскохозяйственного производства на орошаемых землях.

В орошаемом земледелии кроме общеизвестных (разгосударствление, приватизация, оценка земли, рынок земельных участков, земельный банк) возникает совершенно новый блок проблем, которые касаются организационно-методических и правовых механизмов, обеспечивающих функционирование в новых условиях всей инфраструктуры сельскохозяйственного производства на орошаемых землях (установление цены за поливную воду, создание рынка воды и т. д.).

Особую остроту приобретают вопросы обеспечения природоохранных мероприятий при новых формах хозяйствования на орошаемых землях, поскольку установлено, что они в большей степени подлежат экологическим деформациям, чем богарные. А зарубежный опыт ведения сельскохозяйственного производства (Германия, Англия, США и др.) показывает, что рынок, особенно на первых этапах его зарождения, не способствует улучшению экологической ситуации, и только через общегосударственные программы возможно проведение действующих мелиоративных мероприятий по сохранению плодородия почв и агробиоценоза в целом.

В основе принципов ведения орошаемого земледелия в новых условиях хозяйствования лежат две составляющие: изменение форм собственности и рациональное использование земельных, водных, материально-технических и трудовых ресурсов при их эколого-экономической пропорциональности и сбалансированности во взаимодействии.

Выводы и предложения. По нашему мнению, основными принципами ведения орошаемого земледелия в новых условиях хозяйствования являются следующие:

- целостность использования орошаемых массивов, функционирование которых обеспечивается широкофронтальной дождевальнoй техникой, эксплуатационными службами водохозяйственных организаций, налаженной инфраструктурой всего водохозяйственного комплекса. Суть этого принципа заключается в том, что в ходе разгосударствления орошаемой земли не должно идти ее раздробление на отдельные участки, что приведет к ликвидации освоенных севооборотов, деструктуризации поливных площадей. В свою очередь, небольшие (до 2–3 тыс. га) орошаемые площади, где находится, как правило, кратное количество севооборотов, можно акционировать. Локальные поливные участки (до 50–100 га) целесообразно приватизировать. Водохозяйственные, эксплуатационно-монтажные и мелиоративно-строительные организации на первом этапе реформирования могут функционировать как государственные структуры с перспективой их акционирования. Внутрихозяйственная оросительная сеть в процессе разгосударствления и распаевки земли должна передаваться сначала на баланс землепользователей, а затем по балансовой стоимости землевладельцам;

- единство интересов сельхозтоваропроизводителей (водопотребителей) и водохозяйственных организаций. Суть этого принципа заключается в разработке и функционировании регулирующего инструмента – договора, предусматривающего равенство партнеров, эквивалентность обмена по договорным соглашениям, равную материальную ответственность и заинтересованность в выполнении обязанностей;

- интеграция в единый организационно-экономический механизм сельско-, во-

дохозяйственного производства в условиях единства агроэкологического, хозяйственных и экономических интересов, создание мелиоративно-производственных объединений в пределах оросительной системы или ее самостоятельной части и их функционирование на принципах самокупаемости;

- экологическая направленность сельскохозяйственного производства на орошаемых землях и обязательный контроль за их экологическим состоянием. В основе данного тезиса лежит объективная необходимость системной переориентации агротехнических мероприятий, приемов и технологий на экологически безопасную основу получения растениеводческой продукции, биологизацию орошаемого земледелия и систематический контроль за экологическим состоянием орошаемых земель;

- комплексность ведения системы орошаемого земледелия: стадия «сельскохозяйственное производство» и стадия «природоохранная система мероприятий в орошаемом земледелии». Суть этого положения заключается в соблюдении экологического равновесия двух диалектических противоречий – сельскохозяйственного производства на орошаемых землях и природосбережения в зоне орошения. На наш взгляд, механизм реформирования земельных отношений в орошаемом земледелии должен носить поэтапный характер и предусматривать:

- передачу вместе с земельным участком и внутривладельческой оросительной системы в коммунальную собственность с последующим учетом в ставке земельного налога функциональной роли оросительной системы при формировании валового дохода и издержек землепользователя на оплату услуг по водоподаче;

- создание государственного и регионального фондов средств на финансирование работ по реконструкции оросительных систем и улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель (за счет отчислений от земельного налога, поступления от продажи и аренды орошаемых земель, от НДС на мелиоративно-строительные сооружения и др.) и резервирование в нем доли адекватного количества частных хозяйств;

- государственную финансовую поддержку. Она должна идти в тех направлениях, в развитии которых государство заинтересовано в первую очередь (зернопроизводство, овощеводство, производство сои, семеноводство), иметь дотационный характер с возможностями регионов и быть ориентирована на повышение плодородия почв и сохранение региональных экологических режимов;

- разработку рациональной стратегии поведения водопотребителей в процессе реформирования водохозяйственных организаций, что позволит избежать перевода орошаемого земледелия на богарное;

- создание и развитие производственной инфраструктуры хозяйств, использующих орошаемые земли.

Список использованных источников

1 Сташук, В. А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами / В. А. Сташук; під ред. П. І. Коваленка. – Дніпропетровськ: ВАТ «Видавництво «Зоря», 2006. – 480 с.

2 Жовтоног, О. Роль асоціацій водокористувачів у сталому використанні зрошуваних земель / О. Жовтоног, В. Поліщук // Водне господарство України. – 2008. – № 1. – С. 17–25.

3 Інституціональне забезпечення екологічно збалансованого водокористування в сучасних умовах: моногр. / М. А. Хвесик, В. Л. Голян, О. В. Яроцька, Н. В. Коржунова. – Донецьк: ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2008. – 455 с.

МЕЛИОРАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.6:631.445.41:631.445.53

Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА И ГУМУСИРОВАННОСТЬ СОЛОНЦОВ ЧЕРНОЗЕМНЫХ

Цель исследований – изучить влияние комплексной мелиорации, включающей химическую мелиорацию, внесение навоза и мелиоративные вспашки, на содержание гумуса в солонцах черноземных и их гумусированность. Исследования проводились в Ростовской области на двух фонах: фон 1 – мелиоративная вспашка трехъярусным плугом (ПТН-3-40); фон 2 – мелиоративная вспашка плужно-фрезерным орудием (ПТН-2-40Ф). В результате установлено, что по мелиорирующему воздействию на содержание гумуса в солонце черноземном и степень его гумусированности самыми эффективными являются сочетания 10 т/га Ф + 20 т/га Н и 10 т/га Ф + 40 т/га Н с последующим проведением мелиоративной вспашки плужно-фрезерным орудием. Содержание гумуса за четыре года воздействия этих приемов увеличилось соответственно на 39 и 38 %, а по степени гумусированности почвы из класса «меньше минимального значения» перешли в класс «слабогумусированные почвы», что свидетельствует о трансформации органического вещества в лучшую сторону. Внесение фосфогипса и навоза в чистом виде в течение четырех лет их воздействия не способствовало переводу солонца в другой класс по степени гумусированности. При обработке плужно-фрезерным орудием ПТН-2-40Ф как относительные, так и абсолютные показатели содержания гумуса и степени гумусированности после четырех лет последствия на 6–11 % выше, чем по плантажному плугу ПТН-3-40.

Ключевые слова: гумус, комплексная мелиорация, солонец черноземный, фосфогипс, мелиоративная обработка, навоз.

Введение. В последние годы значительно снизилось почвенное плодородие, которое зависит от многих показателей, и первый из них – это содержание гумуса. Мероприятия по улучшению почв, которые проводились согласно ФЦП «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006–2010 годы и на период до 2013 года», позволили несколько приостановить снижение и стабилизировать уровень почвенного плодородия, предотвратить выбытие сельскохозяйственных угодий из хозяйственного оборота [1]. Но они осуществлялись крайне некомплексно и зачастую несвоевременно, что с точки зрения экологической безопасности может вызвать такую же деградацию почв, как и отсутствие их вовсе. В этой ситуации сельскохозяйственные угодья в зависимости от типа почв и вида использования подвергаются уплотнению, первичному и вторичному осолонцеванию, слитизации, происходит обеднение почвенной массы гумусом и питательными веществами, поэтому внесение все больших доз удобрений не приносит ожидаемого результата [2]. Основными причинами низкого плодородия почв с неблагоприятной мелиоративной обстановкой являются как естественные факторы, так и ухудшение в результате неправильного использования [3–5].

Комплексная мелиорация направлена на решение одной из проблем солонцов – слабой гумусированности и небольшой мощности плодородного слоя. Отмеченные

ранее потери этого ценнейшего почвенного материала при мелиоративных вспашках могут быть восстановлены при помощи удачного подбора химических мелиорантов.

Для достижения этого необходимо при их помощи создать в почве соответствующие условия, которые будут способствовать гумификации органического вещества самой почвы и вносимого извне, а также правильно определить соотношение мелиоранта и органического вещества.

В этом и состоит цель нашей работы – изучить влияние комплексной мелиорации на содержание гумуса в солонцах черноземных и их гумусированность.

Материалы и методы. Исследования проводились в ООО «Цимлянский» Мартыновского района Ростовской области. Территория исследуемого объекта находится на второй надпойменной террасе р. Западный Маныч (Сало-Манычского водораздела) и расположена на правом берегу Веселовского водохранилища. Орошение осуществляется с 1962 г. водой Цимлянского водохранилища, транспортируемой Донским и Пролетарским каналами. По химическому составу вода гидрокарбонатно-натриевая с минерализацией 0,9–1,1 г/дм³.

Основными почвообразующими породами на объекте исследований являются карбонатные лессовидные суглинки и глины. Грунтовые воды расположены глубже 2,5 м, годовая амплитуда их колебаний 0,5–0,8 м, поэтому они не оказывают влияния на почвообразовательные процессы в слое 0–60 см.

Объектом исследований являются солонцы, расположенные в комплексе с черноземами южными. В верхнем пахотном слое солонцов отмечается сильное уплотнение почвы (в среднем 1,31 т/м³, а местами до 1,34 т/м³). Солонцовый горизонт имеет еще большую плотность: в среднем 1,36 т/м³, а с глубины 60 см почва уплотнена до 1,41 т/м³. Гранулометрический состав солонцов представлен физической глиной (57–62 %). Количество гумуса в верхнем слое солонцов находится в пределах 3 %. С глубиной содержание его уменьшается постепенно и приближается к 1 %.

Исследование влияния комплексной мелиорации, включающей химическую мелиорацию, внесение навоза и мелиоративные вспашки, на общее содержание гумуса в черноземных солонцах и их гумусированность проводилось на двух фонах:

- 1-й фон – мелиоративная вспашка трехъярусным плугом (ПТН-3-40);
- 2-й фон – мелиоративная вспашка плужно-фрезерным орудием (ПТН-2-40Ф).

При вспашке трехъярусным плугом верхний слой почвы остается на месте, нижний (третий) слой перемещается на место второго (солонцового), а второй слой (карбонатный) – на место третьего. Глубина пахоты 45 см.

Плужно-фрезерное орудие осуществляет трехъярусную вспашку с одновременным подпочвенным крошением и перемешиванием солонцового и карбонатного горизонтов активным фрезервателем.

Схема опыта:

- вариант 1 – контроль (без мелиорантов);
- вариант 2 – 40 т/га навоза (Н);
- вариант 3 – 10 т/га фосфогипса (Ф);
- вариант 4 – 5 т/га фосфогипса + 40 т/га навоза;
- вариант 5 – 10 т/га фосфогипса + 40 т/га навоза;
- вариант 6 – 10 т/га фосфогипса + 20 т/га навоза.

Повторность опыта трехкратная, площадь делянок 200 м².

Расчет доз фосфогипса производился по формуле, рассчитанной на полное вытеснение натрия из ППК солонцов [6]. Полевые опыты проводились при определенном чередовании сельскохозяйственных культур, которое соответствует высокопродуктивным севооборотам, осваиваемым в данном регионе. Агротехника общепринятая для черноземной зоны орошаемого земледелия [7]. Орошение производилось машиной

ДДА-100ВХ. Расчетная норма обеспечивала промачивание слоя 0–60 см при поддержании влажности на уровне 75–80 % НВ и в зависимости от возделываемых культур составляла не более 500 м³/га.

Во всех вариантах опыта имелись постоянные динамические площадки, на которых до мелиорации и после четырех лет воздействия комплексной мелиорации отбирались образцы почв для определения общего содержания гумуса (ГОСТ 26213-91)¹ с последующим определением степени гумусированности почв по Карманову [8]. Для оценки общего содержания гумуса в солонцах использована классификация Д. С. Орлова [9]. Срок отбора образцов – осень. Образцы отбирались послойно: 0–20, 20–40, 40–60, 60–80, 80–100 см.

Результаты и обсуждения. Наши исследования показали, что наибольшего накопления гумуса к четвертому году после проведения комплексной мелиорации можно достичь, внося на фоне мелиоративных вспашек следующие сочетания фосфогипса и навоза: 10 т/га Ф + 40 т/га Н, 10 т/га Ф + 20 т/га Н, 5 т/га Ф + 40 т/га Н (таблица 1). При этом благодаря фосфогипсу в почве нейтрализуется щелочность, вносится дополнительное количество кальция, что в сумме дает толчок к преобразованию органики, содержащейся в навозе, в почвенный гумус.

Таблица 1 – Влияние комплексной мелиорации на содержание гумуса в солонце черноземном

Срок отбора	Слой, см						Накопление гумуса в слое 0–40 см	
	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	0–40	% в абс. ед.	% в отн. ед.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПТН-3-40								
Контроль								
До мелиорации	3,15	3,01	2,83	1,97	1,11	3,08		
Четвертый год после мелиорации	3,20	3,19	2,85	2,01	1,15	3,19	0,11	3
Внесение 40 т/га Н								
До мелиорации	3,18	2,97	2,68	1,83	1,23	3,41		
Четвертый год после мелиорации	3,64	3,44	2,96	1,69	1,18	3,54	0,13	4
Внесение 10 т/га Ф								
До мелиорации	3,21	2,86	2,61	1,89	0,99	3,04		
Четвертый год после мелиорации	4,01	3,38	2,73	2,06	1,06	3,70	0,66	22
Внесение 5 т/га Ф + 40 т/га Н								
До мелиорации	3,16	3,03	2,46	1,85	1,11	3,10		
Четвертый год после мелиорации	4,14	3,82	2,51	1,82	1,15	3,98	0,88	28
Внесение 10 т/га Ф + 40 т/га Н								
До мелиорации	3,05	2,87	2,58	2,09	1,09	2,96		
Четвертый год после мелиорации	4,36	3,71	2,61	1,99	1,12	4,04	1,08	36

¹ ГОСТ 26213-91 «Методы определения органического вещества»

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Внесение 10 т/га Ф + 20 т/га Н								
До мелиорации	3,20	2,81	2,59	1,99	0,98	3,00		
Четвертый год после мелиорации	4,51	3,62	2,57	2,03	1,11	4,07	1,07	35
ПТН-2-40Ф								
Контроль								
До мелиорации	3,00	2,98	2,74	1,81	1,26	2,99		
Четвертый год после мелиорации	3,18	3,24	2,89	1,89	1,22	3,21	0,22	7
Внесение 40 т/га Н								
До мелиорации	3,21	3,02	2,81	1,90	1,16	3,11		
Четвертый год после мелиорации	3,67	3,47	2,83	2,06	1,21	3,57	0,46	15
Внесение 10 т/га Ф								
До мелиорации	3,20	2,86	2,66	1,79	1,09	3,03		
Четвертый год после мелиорации	4,27	3,67	2,41	1,79	1,18	3,97	0,94	31
Внесение 5 т/га Ф + 40 т/га Н								
До мелиорации	2,91	2,68	2,63	1,85	0,99	2,80		
Четвертый год после мелиорации	3,75	3,48	2,70	1,79	1,08	3,61	0,81	29
Внесение 10 т/га Ф + 40 т/га Н								
До мелиорации	3,08	3,00	2,78	2,08	0,98	3,04		
Четвертый год после мелиорации	4,47	3,96	2,83	2,19	1,03	4,21	1,17	38
Внесение 10 т/га Ф + 20 т/га Н								
До мелиорации	3,10	3,06	2,80	1,88	0,93	3,08		
Четвертый год после мелиорации	4,51	4,03	2,94	1,90	0,97	4,27	1,19	39
Точность опыта – 6 %								

Содержание гумуса в верхнем слое 0–20 см за четыре года в этих вариантах выросло соответственно на 42, 41, 31 % (по фону ПТН-3-40), на 45, 45, 29 % (по фону ПТН-2-40Ф); в слое 0–40 см – на 36, 35, 29 % (ПТН-3-40), на 38, 39, 29 % (ПТН-2-40Ф).

При этом абсолютное значение содержания гумуса в слое 0–20 см достигло 4,51 %, в слое 0–40 см – 4,27 % (ПТН-2-40Ф – 10 т/га Ф + 20 т/га Н), что по классификации соответствует среднему содержанию.

Несмотря на то что внесение навоза в чистом виде дозой 40 т/га приводит к росту содержания гумуса в почве, в создаваемых им щелочных условиях процесс гумификации протекает значительно хуже, чем при внесении чистого фосфогипса дозой 10 т/га. Для сравнения: увеличение содержания гумуса в слое 0–20 см за четыре года исследований в варианте 40 т/га Н было равно 14 %, в варианте 10 т/га Ф – 33 % на фоне ПТН-2-40Ф (для ПТН-3-40 соответственно 14 и 25 %).

До мелиорации, согласно классификации, солонцы черноземные по степени гумусированности относились к классу «меньше минимального значения» (рисунки 1, 2). Это означает, что пахотный слой этих почв частично утратил инертную компоненту гумуса в результате эрозионного выноса почвенных частиц, перемешивания гумусового

горизонта с нижележащими, механического выноса тонкодисперсных частиц при уборке пропашных культур.

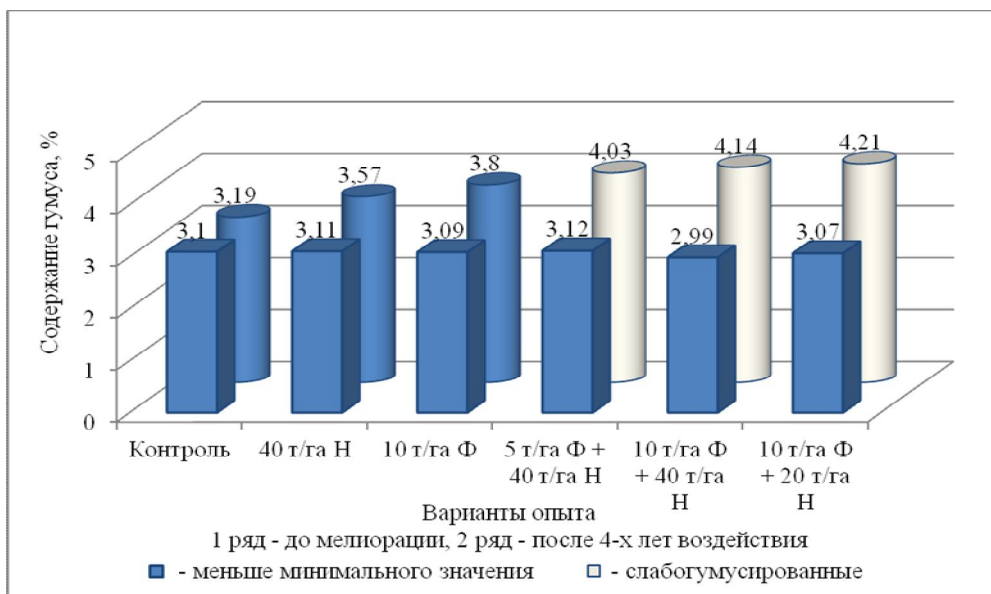


Рисунок 1 – Степень гумусированности пахотного слоя солонца черноземного при обработке трехъярусным плугом ПТН-3-40

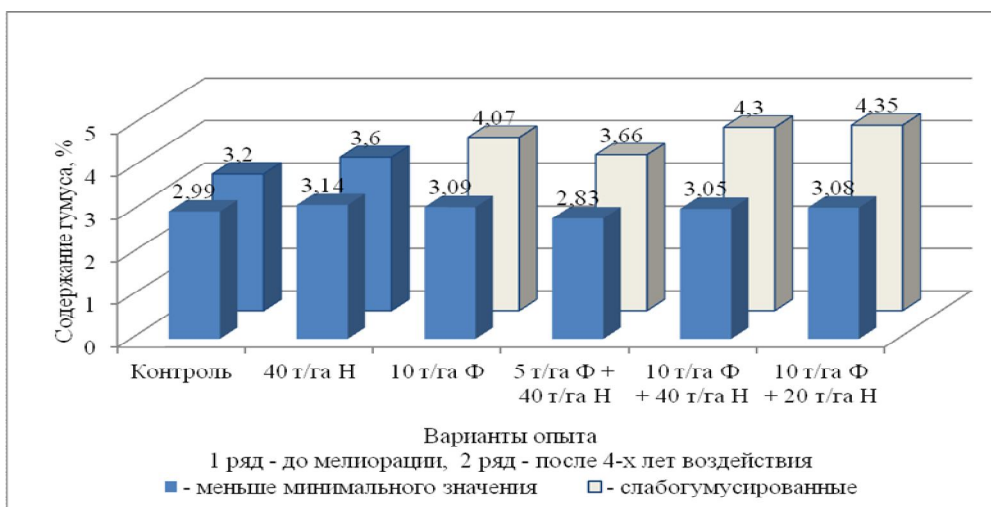


Рисунок 2 – Степень гумусированности пахотного слоя солонца черноземного при обработке плужно-фрезерным орудием ПТН-2-40Ф

Внесение фосфогипса и навоза в чистом виде в течение четырех лет их воздействия не способствовало переводу солонца в другой класс по степени гумусированности. Только сочетание навоза и фосфогипса обеспечило перевод этих земель из класса «меньше минимального значения» в класс «слабогумусированные почвы», то есть почвы стали на класс выше по степени гумусированности, что свидетельствует о трансформации органического вещества в лучшую сторону.

Рассматривая результаты опытов в разрезе преимущества какого-либо из плугов, можно сказать, что при обработке плужно-фрезерным орудием ПТН-2-40Ф как относительные, так и абсолютные показатели содержания гумуса и степени гумусированности после четырех лет последствие на 6–11 % выше, чем по плантажному плугу ПТН-3-40. Такое отличие, видимо, обусловлено конструктивным усовершенствованием плуга,

за счет которого верхний плодородный слой сохраняется в большей мере, чем при обработке ПТН-3-40, и благодаря фрезе лучше крошатся и перемешиваются солонцовый и карбонатный слои.

Выводы

1 По мелиорирующему воздействию на содержание гумуса в солонце черноземном и степень его гумусированности самыми эффективными являются сочетания 10 т/га Ф + 20 т/га Н и 10 т/га Ф + 40 т/га Н с последующим проведением мелиоративной вспашки плужно-фрезерным орудием. Содержание гумуса за четыре года воздействия этих приемов увеличилось соответственно на 39 и 38 %, а по степени гумусированности почвы из класса «меньше минимального значения» перешли в класс «слабогумусированные почвы», что свидетельствует о трансформации органического вещества в лучшую сторону.

2 Внесение фосфогипса и навоза в чистом виде в течение четырех лет их воздействия не способствовало переводу солонца в другой класс по степени гумусированности.

3 При обработке плужно-фрезерным орудием ПТН-2-40Ф как относительные, так и абсолютные показатели содержания гумуса и степени гумусированности после четырех лет последствия были на 6–11 % выше, чем при использовании плантажного плуга ПТН-3-40.

Список использованных источников

1 Стратегия инновационного развития мелиоративного комплекса России на период 2012–2020 годы / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай, А. И. Перелыгин, Л. М. Докучаева, Т. П. Андреева, Н. И. Балакай; ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2011. – 48 с. – Деп. в ВИНТИ 19.07.11, № 348-В2011.

2 Причины ухудшения качественного состояния орошаемых земель и мероприятия по повышению эффективности их использования / Л. М. Докучаева, О. Ю. Шалашова, Л. А. Воеводина, Т. В. Усанина // Современные проблемы мелиорации земель, пути и методы их решения: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Ч. 2. – Новочеркасск, 2003. – С. 156–170.

3 Зайдельман, Ф. Р. Современные проблемы мелиорации почв и пути их решения / Ф. Р. Зайдельман // Почвоведение. – 1994. – № 11. – С. 16–23.

4 Скуратов, Н. С. Прогноз динамики изменения плодородия орошаемых земель / Н. С. Скуратов, О. Ю. Шалашова, В. Д. Гостищев // Мелиорация антропогенных ландшафтов: межвуз. сб. науч. тр. / НГМА. – Новочеркасск, 2002. – Т. 16. – С. 29–35.

5 Шалашова, О. Ю. Изменение направленности почвенных процессов на орошаемых землях / О. Ю. Шалашова // Мелиорация антропогенных ландшафтов: межвуз. сб. науч. тр. / НГМА. – Новочеркасск, 2002. – Т. 16. – С. 137–151.

6 Рекомендации по использованию фосфогипса для мелиорации солонцов. – М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева РАСХН, 2006. – 46 с.

7 Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. I. – Ростов н/Д., 2013. – 248 с.

8 Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: «Росинформгротех», 2003. – 240 с.

9 Скуратов, Н. С. Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель при их использовании / Н. С. Скуратов, Л. М. Докучаева, О. Ю. Шалашова. – Новочеркасск, 2000. – 86 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

УДК 626.824.002.5

А. А. Чураев, В. М. Школьная

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

В статье авторами рассмотрены проблема внедрения автоматического управления системой водораспределения на оросительных каналах; задачи, необходимые для решения данной проблемы; основные виды системы водораспределения. Предложено решение поставленной проблемы, состоящее в разработке алгоритма построения имитационной модели управления процессами водораспределения на оросительных системах.

Ключевые слова: водораспределение, оросительная сеть, автоматизация, имитационная модель, водоподача, расход воды.

Повышение эффективности управления водораспределением на оросительной системе является одним из основных вопросов орошаемого земледелия. К основным функциям оросительной системы относят забор воды из источника орошения, ее транспортирование и распределение между потребителями в соответствии с планами полива и поливными нормами.

Для выполнения функций транспортирования воды и ее распределения между потребителями должна существовать четкая организация водораспределения на оросительной системе, включающая согласованную работу всех гидротехнических сооружений системы при наличии большого количества технологических, ресурсных и прочих ограничений. Оптимальным решением данной задачи является автоматизация процесса управления водораспределением на оросительных системах на основе разработки и внедрения средств управления и программного обеспечения.

В ФГБНУ «РосНИИПМ» в 1980-х гг. была создана и успешно внедрена автоматизированная система управления Лево-Егорлыкской оросительной системой, основанная на использовании средств телемеханического управления отечественного производства. Также в 1990-х гг. создана и внедрена на Миусской оросительной системе АСУ ТП, которая работает на основе алгоритмов управления, разработанных ФГБНУ «РосНИИПМ» с использованием модернизированной элементной базы.

Целью исследования являлось совершенствование элементов системы водораспределения на оросительной сети на основе разработки имитационных моделей.

Оптимальным решением данной задачи будет являться оптимизация процесса управления водораспределением на оросительной сети, которая в свою очередь не представляется без современных приборов, оборудования и средств вычислительной техники.

Оптимизация системы водораспределения помогает решить следующие вопросы:

- своевременное обеспечение сельскохозяйственных культур поливной водой в соответствии с их потребностью;
- экономия воды и возможность орошения дополнительных площадей, что особенно актуально при ограниченных водных ресурсах в засушливых районах;
- повышение оперативности работы диспетчера по управлению процессами водораспределения.

К особенностям оросительных систем как объектов автоматизации технологических процессов, независимо от конструктивного исполнения и размеров (площади), можно отнести ряд общих черт [1]:

- единство функционирования всех звеньев оросительной системы, составляющих целостный технологический цикл;
- однотипность транспортирующих водоводов (каналов, трубопроводов) большой протяженности и различной конфигурации;
- наличие прямой (при некоторых условиях и обратной) гидравлической связи между управляемыми объектами, что делает их взаимозависимыми через водную среду;
- расположенность объектов автоматизации на открытом воздухе и подверженность их непосредственному воздействию окружающей среды;
- незначительное изменение режима работы управляемых сооружений (может оставаться постоянным в течение нескольких суток согласно плану водопользования);
- необходимость непрерывного обмена информацией между объектом управления (водозаборным узлом, распределительным сооружением и т. п.) и диспетчерским пунктом (системой управления);
- отсутствие источников электроснабжения поблизости от объектов автоматизации (вдоль водоводов).

На существующих оросительных системах еще недостаточно внедрено автоматическое управление водораспределением. Это объясняется тем, что многие вопросы, связанные с внедрением автоматизации водораспределения, решены частично. Построенные в 60–70 гг. прошлого столетия оросительные системы рассчитывались на ручное управление объектами. Процесс водораспределения управлялся централизованно с диспетчерского пункта при помощи телефонной связи. Перевод таких систем на автоматическое управление сопряжен с определенными трудностями, которые связаны с большой разветвленностью объектов управления; инерционностью переходных процессов, действия большого количества случайных факторов, влияющих на формирование урожая; недостаточностью научно-исследовательской и нормативно-методической информации. В настоящее время технический уровень автоматизации оросительных систем значительно отстает от современных требований и возможностей.

На современном этапе отделом эксплуатации мелиоративных систем и водочета ФГБНУ «РосНИИПМ» ведутся работы в области автоматизации вновь создаваемых (проектируемых) и существующих (подлежащих реконструкции) оросительных систем. К главным задачам автоматизации мелиоративных систем относится автоматизация водозабора, водораспределения, учета воды. Исходя из того, что технологический процесс на оросительной системе рассматривается как единое целое, предусматривается автоматизация всех составных частей системы с постепенным выводом их к одному уровню.

Объем автоматизации зависит от типа системы, особенностей ее конструкций и технологии работы и состоит из автоматизации учета и контроля протекания технологического процесса, состояния оборудования; автоматизации защиты от возможных аварий и повреждений; автоматизации работы объекта в целом, т. е. автоматизации совокупности различных операций, определяющих технологию работы объекта; комплексной автоматизации объектов и систем, которая включает сочетание мероприятий, необходимых для осуществления всех технологических операций на системе [2].

Степень автоматизации зависит от степени развития производственных процессов и конструктивного исполнения мелиоративной системы в целом.

Для осуществления полной автоматизации необходимы наличие разработанного и проверенного в производственных условиях алгоритма управления; создание необходимых средств автоматизации; применение компьютерных программ управления; накопление опыта эксплуатации средств автоматизации; наличие квалифицированного персонала по обслуживанию, профилактике и ремонту всех средств автоматики.

Наряду с осуществлением автоматизации технологических процессов на современных крупных оросительных системах внедряется телемеханизация, что позволяет связать в единое целое отдельные части автоматизированной системы и тем самым создает возможность не только управлять ими, но и контролировать их работу.

В мелиоративной практике сложились два различных подхода к осуществлению автоматизированного управления технологическими процессами на системах:

- централизованное управление всеми объектами на системе (гидротехническими водовыпускными и регулируемыми сооружениями, насосными станциями перекачки и подкачки, работающими на закрытую сеть) с центрального диспетчерского пункта по схеме «сверху вниз»;

- децентрализованное управление по схеме «снизу вверх» с помощью устройств местной автоматизации в сочетании с обратной гидравлической и электрической связью в сети каналов и трубопроводов и проведением централизованного контроля.

В некоторых случаях возникает необходимость создания на системе отдельных регулирующих емкостей, чтобы обеспечить оперативную и бесперебойную работу системы при непрерывной водоподаче и прерывистом водозаборе, исключая технологические сбросы.

Особенности оросительных систем как объектов автоматизации и режимов их работы определили следующие основные виды водораспределения [1]:

- пропорциональное водораспределение всего стока (расхода) воды, поступающего в канал, между водопотребителями в заданном соотношении;

- нормированное водораспределение по плану водопользования;

- водораспределение по требованию или ненормированное.

В системах пропорционального водораспределения управляющие воздействия обеспечивают распределение между потребителями возмущений водоподачи, стохастически поступающих с вышерасположенных объектов. Такое водораспределение применяют преимущественно как межсистемное, но нередко применяют в целом на оросительных системах или ее звеньях как межхозяйственное.

Нормированное водораспределение применяется при остром дефиците водных ресурсов. Управляющие воздействия в системах нормированного водораспределения компенсируют и локализуют возмущения водоподачи, поступающие стохастически от источника орошения и вышерасположенных объектов и детерминированно от потребителей.

Водораспределение по требованию применяют на оросительных системах при программированном орошении. Управляющие воздействия в системах водораспределения по требованию компенсируют и локализуют возмущения водоподачи, поступающие стохастически как сверху (со стороны источника орошения и вышерасположенных объектов), так и снизу (со стороны потребителей).

На оросительной системе могут одновременно использоваться различные виды водораспределения даже в пределах одного канала [1].

Для оптимизации системы управления водораспределением предлагается разработка алгоритма построения имитационной модели управления процессами водораспределения на оросительных системах.

Использование алгоритма построения модели управления процессами водораспределения при разработке специализированного программного обеспечения позволит улучшить систему управления процессом доставки оросительной воды на основе прогнозирования значений контролируемых параметров водораспределения.

Технически сможет применяться на оросительных системах для повышения оперативности работы диспетчера по управлению процессами водораспределения.

Алгоритм программы реализации модели управления процессами водораспределения на канале открытой оросительной сети с помощью ЭВМ приведен на рисунке 1.

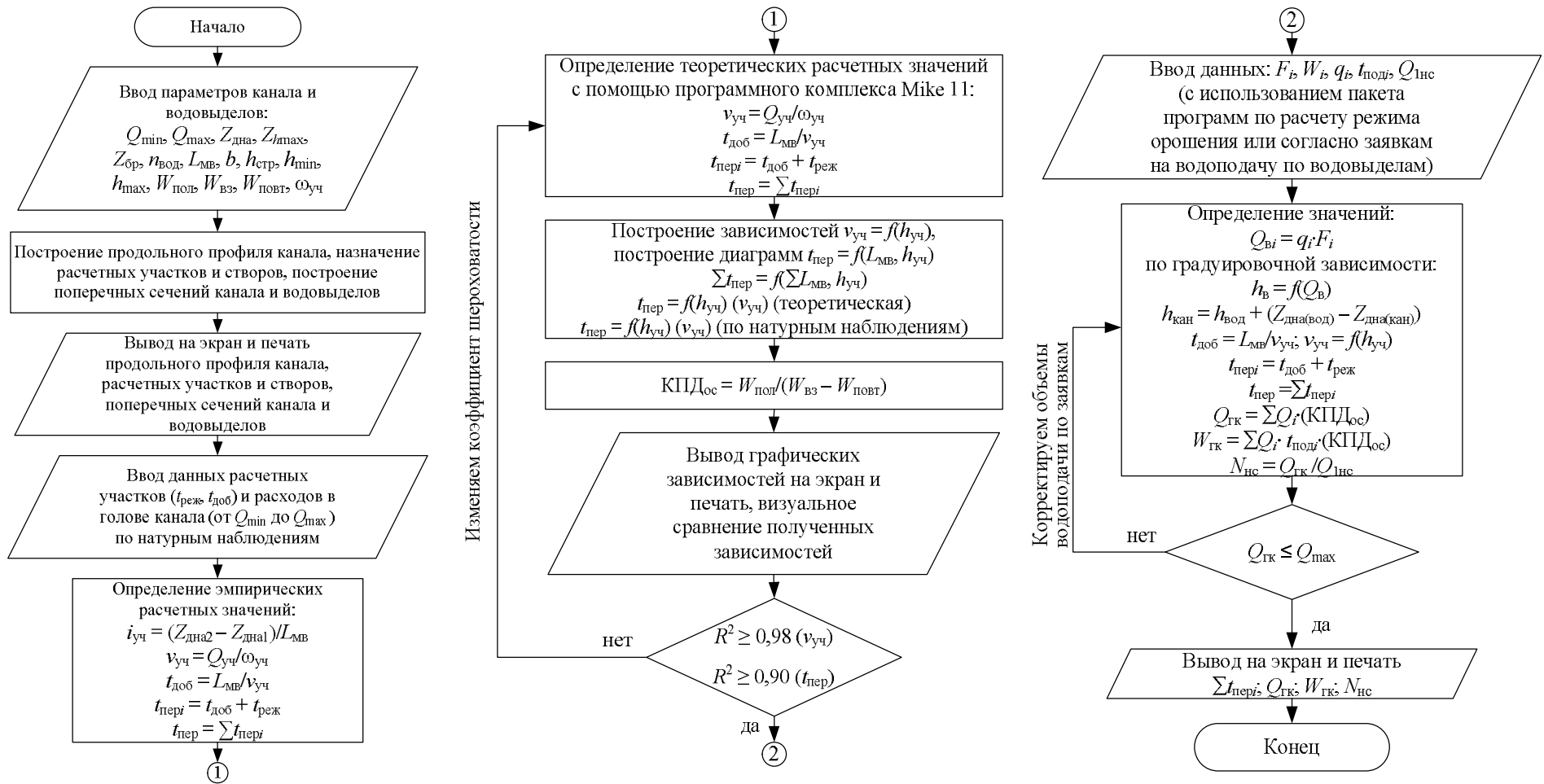


Рисунок 1 – Алгоритм программы реализации модели динамического управления процессами водораспределения на канале открытой оросительной сети

В алгоритме на рисунке 1 использовалось следующее обозначение расчетных параметров:

Q_{\min} – минимальный расход воды в канале, м³/с;

Q_{\max} – максимальный расход воды в канале, м³/с;

$Q_{\text{уч}}$ – расход воды на участке, м³/с;

$Z_{\text{дна}}$ – отметка дна, м;

$Z_{h\max}$ – отметка максимального уровня воды в канале, м;

$Z_{\text{бр}}$ – отметка бровки канала, м;

$n_{\text{вод}}$ – количество водовыделов;

$L_{\text{мв}}$ – расстояние между водовыделами, м;

b – ширина канала по дну, м;

$h_{\text{стр}}$ – строительная высота канала, м;

h_{\min} – минимальная глубина воды в канале, м;

h_{\max} – максимальная глубина воды в канале, м;

$h_{\text{уч}}$ – глубина воды на участке, м;

$W_{\text{пол}}$ – полезно используемый объем воды, м³;

$W_{\text{вз}}$ – объем воды, забираемый в голове системы, м³;

$W_{\text{повт}}$ – объем воды, используемый на системе повторно, м³;

$\omega_{\text{уч}}$ – площадь живого сечения участка, м²;

$t_{\text{реж}}$ – время перехода неустановившегося режима движения воды между створами в установившийся режим движения, с;

$t_{\text{пер}}$ – продолжительность перерегулировки глубин между створами, с;

$t_{\text{пер}i}$ – продолжительность перерегулировки глубин на участке, с;

$t_{\text{доб}}$ – время добегания фронта волны начального возмущения между створами, с;

$i_{\text{уч}}$ – уклон участка;

$Z_{\text{дна}2}$ – отметка дна канала в створе 2, м;

$Z_{\text{дна}1}$ – отметка дна канала в створе 1, м;

$v_{\text{уч}}$ – скорость потока воды на участке, м/с;

$\text{КПД}_{\text{ос}}$ – коэффициент полезного действия оросительной сети;

R – величина достоверности аппроксимации;

F_i – площадь, обслуживаемая водовыделом, га;

W_i – объем воды на водовыделе, м³;

q_i – значение гидромодуля на водовыделе, л/(с·га);

$t_{\text{под}i}$ – продолжительность подачи расхода на водовыделе, с;

$Q_{\text{НС}}$ – производительность (расход воды) одного насосного агрегата, м³/с;

Q_i – суммарный расход воды водовыделов, м³/с;

$Q_{\text{в}i}$ – расход воды на водовыделе, м³/с;

$h_{\text{вод}}$ – глубина воды в водовыделе, м;

$h_{\text{кан}}$ – глубина воды в канале перед водовыделом, м;

$Z_{\text{дна(вод)}}$ – отметка дна водовыдела, м;

$Z_{\text{дна(кан)}}$ – отметка дна канала, м;

$Q_{\text{ГК}}$ – расход воды в голове канала, м³/с;

$W_{\text{ГК}}$ – объем воды в голове канала, м³;

$N_{\text{нс}}$ – количество насосных агрегатов, ед.

Список использованных источников

1 Бочкарев, Я. В. Эксплуатационная гидрометрия и автоматизация оросительных систем / Я. В. Бочкарев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 175 с.

2 Бочкарев, Я. В. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов в гидромелиорации: учеб. для вузов / Я. В. Бочкарев, Е. Е. Овчаров. – М.: Колос, 1981. – 335 с.

УДК 631.347.3

А. Е. Шепелев, В. Э. Завалюев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ДОЖДЕОБРАЗУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ЗАРУБЕЖНОЙ ШИРОКОЗАХВАТНОЙ МНОГООПОРНОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Рабочими органами зарубежной широкозахватной многоопорной дождевальной техники, непосредственно образующими искусственный дождь, являются дождевальные аппараты и насадки. В статье раскрыт вопрос оборудования зарубежных систем орошения и техники полива дождеобразующими устройствами.

Ключевые слова: дождевальная техника, насадка, аппарат, разбрызгиватель, спринклер.

В настоящее время широко применяется зарубежная техника полива кругового и фронтального действия (пиво́ты) таких производителей, как австрийская компания Bauer, американские компании Reinke, Valley, Wade Rain, Zimmatic, канадская фирма T-L, испанские RKD и «Чамса».

Рабочими органами зарубежной широкозахватной многоопорной дождевальной техники, непосредственно образующими дождь, являются дождевальные аппараты и насадки (форсунки, разбрызгиватели). По характеру процесса образования дождя дождеобразующие устройства зарубежной многоопорной дождевальной техники полива разделяют на две группы: веерные и струйные. Первые создают широкий веерообразный поток воды в виде тонкой пленки, которая, встречая сопротивление воздуха, распадается на отдельные капли. Веерные устройства неподвижны относительно дождевальной машины и одновременно орошают всю прилегающую к позиции площадь в пределах дальности полета капель, отличаются простотой конструкции и получили наименование дождевальных насадок. Вторые создают поток воды в виде осесимметричных струй, которые в процессе движения под действием сопротивления воздуха распадают на отдельные капли. Для орошения площади круга им сообщают вращательное (угловое) движение относительно поливной техники. Струйные рабочие органы с поворотными устройствами сложнее веерных, их называют дождевальными аппаратами. Все дождеобразующие устройства, т. е. дождеватели, форсунки, разбрызгиватели, аппараты, водометы и спринклеры, подразделяют главным образом по дальности разбрызгивания и размеру капель искусственного дождя.

Зарубежная широкозахватная многоопорная дождевальная техника имеет широкий диапазон модификаций по принципу максимального учета конкретных условий применения. По этому принципу происходит оборудование распылительными дефлекторными насадками (форсунками, разбрызгивателями) по всему напорному трубопроводу и по краям концевыми аппаратами (водометами, спринклерами). Конструкции насадок и аппаратов однотипны. Насадки и аппараты имеют много модификаций и устанавливаются с учетом конкретных почвенно-климатических, территориальных и вегетативных условий применения техники полива.

К таким системам орошения относится многоопорная дождевальная техника компании Bauer (рисунок 1) [1, 2].



Рисунок 1 – Дождеобразующие устройства на дождевальной технике компании Bauer

Распылительные форсунки Superspray успешно используются в поливе уже более 30 лет. Большое расстояние между форсункой и дефлекторной пластиной обеспечивает легкость прочистки (рисунок 2, *а*).

Распылительные форсунки LDN с большим диаметром сопел все количество воды разделяют на три уровня, что обеспечивает равномерный полив при низкой интенсивности (рисунок 2, *б*).

Распылительные форсунки i-Wob имеют вращаемую дефлекторную пластину, что обеспечивает большой радиус полива, хорошее распределение воды и низкую интенсивность дождя (рисунок 2, *в*).



Рисунок 2 – Распылительные форсунки компании Bauer: *а* – низкого давления Superspray; *б* – низкого давления LDN; *в* – низкого давления i-Wob

Для увеличения орошаемой площади дождевальные машины компании Bauer оснащаются в широком диапазоне моделей концевыми водометами (рисунок 3).



Рисунок 3 – Дальнеструйный дождевальный аппарат TWINmax (концевой водомет Bauer SR 160 Pro)

Благодаря рассекателю и системе привода разбрызгивателя струя воды распадается на мелкодисперсные капли, что предотвращает повреждение поливаемых культур при любых изменениях давления полива.

Также в качестве примера оборудования и применения дождеобразующих устройств на зарубежной широкозахватной дождевальной технике полива рассмотрим оросительную систему Zimmatic. Так называется широкозахватная многоопорная дождевальная техника кругового или фронтального действия американской компании Lindsay [3]. На оросительных системах Zimmatic для обеспечения равномерного и точного полива по всему полю устанавливают три вида разбрызгивателей в зависимости от структуры почвы с вариантами стандартного, среднего, высокого и сверхвысокого просвета над землей, подходящего для полива различных сельскохозяйственных культур (рисунки 4, 5).



Рисунок 4 – Широкозахватная многоопорная дождевальная техника кругового или фронтального действия американской компании Lindsay



а



б



в

а – вращающийся разбрызгиватель; *б* – фиксированный разбрызгиватель;
в – круговой разбрызгиватель LEPA

Рисунок 5 – Разбрызгиватели компании Lindsay

Вращающиеся разбрызгиватели имеют радиус действия 3,7–22,6 м при давлениях 0,07–0,35 МПа в зависимости от высоты и давления разбрызгивателя (рисунок 5, а). Вращающиеся разбрызгиватели оборудованы сменными дефлекторами и рекомендуются для орошения больших площадей на глинистом грунте.

Фиксированные разбрызгиватели имеют радиус действия 2,3–14,3 м при давлениях 0,05–0,28 МПа в зависимости от высоты и давления разбрызгивателя (рисунок 5, б). Фиксированные разбрызгиватели оборудованы сменными дефлекторами и рекомендуются для орошения на сравнительно рыхлой почве или равнинной местности. Кроме того, фиксированные разбрызгиватели можно адаптировать для орошения борозд. Также эти устройства совместимы с обшивками для стимулирования всхожести или внесения химикатов.

Круговые разбрызгиватели LEPA (Low Energy Precision Application – «энергоэффективный и точный полив») имеют радиус действия 0,6–6,0 м при давлениях 0,04–0,14 МПа в зависимости от высоты и давления разбрызгивателя. Разбрызгиватели LEPA служат для сокращения испарения воды с поверхности земли и работают в режиме пузырькового полива и разбрызгивания (рисунок 5, в).

Большим спросом при оснащении зарубежной широкозахватной многоопорной дождевальная техники рабочими органами дождеобразующих устройств пользуются дождевальные аппараты (рисунок 6) и разбрызгиватели (рисунок 7) американской компании Nelson [4].



а – R55; б – P85AS; в – Big Gun

Рисунок 6 – Концевые дождевальные аппараты компании Nelson



а – D3000 Sprayhead; б – R3000 Rotator; в – O3000 Orbitor

Рисунок 7 – Дождеватели компании Nelson

Дождеватель D3000 (рисунок 7, а) представляет собой фиксированный распылитель, имеющий съемную крышку для изменения структуры брызг, что позволяет

выбрать опции проращивания, орошения и внесения химикатов. Он способен эффективно орошать поверхность радиусом 5,5–11,0 м при давлениях 0,04–0,30 МПа.

Дождеватель R3000 (рисунок 7, б) используется для полива чувствительных культур. R3000 позволяет наносить воду более мягко за счет специального вращающегося механизма рассекателя, уменьшающего размер капли. Он работает на траектории под углом 4–12° на круговых системах орошения и способен эффективно орошать поверхность радиусом 1,8–22,6 м при давлениях 0,07–0,34 МПа.

Дождеватель O3000 (рисунок 7, в) имеет девять канавок для оптимальной равномерности дождевания, максимальной дистанции разбрызгивания и обеспечивает устойчивость к ветру. Он используется при появлении ростков растений. O3000 работает на траектории под углом 6–20° на круговых системах орошения и способен эффективно орошать поверхность радиусом 1,8–17,7 м при давлениях 0,07–0,14 МПа в зависимости от высоты и давления аппарата.

Анализ дождеобразующих устройств зарубежной широкозахватной многоопорной дождевальной техники показывает, что:

- дождеобразующие устройства широко представлены в ассортименте продукции традиционных производителей как Северной Америки, так и Европы;
- аналогами короткоструйных отечественных насадок являются распылительные форсунки, разбрызгиватели и дождеватели;
- аналогами средне- и дальнеструйных отечественных аппаратов являются концевые водометы;
- распылительные форсунки, разбрызгиватели и дождеватели, устанавливаемые по всему напорному трубопроводу, рассчитаны на работу при низком давлении в системе (до 0,35 МПа);
- конструкции насадок и аппаратов имеют много модификаций и оборудованы сменными дефлекторами под конкретные условия эксплуатации;
- конструкции распылительных форсунок, разбрызгивателей и дождевателей выполнены из полимерных материалов, а концевые водометы – из металлических сплавов.

Список использованных источников

1 Шепелев, А. Е. Возможности использования дождевального агрегата «BAUER» на территории РФ / А. Е. Шепелев, И. Н. Нестеров, Д. В. Сухарев // Совершенствование технологий и техники орошения в современных условиях землепользования: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2005. – С. 61–67.

2 Системы орошения австрийской компании BAUER [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bauer-at.com/ru>, 2015.

3 Широкозахватная многоопорная дождевальная техника кругового или фронтального действия американской компании Lindsay [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lindsayrussia.com>, 2015.

4 Дождеобразующие устройства американской компании Nelson [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nelsonirrigation.com>, 2015.

УДК 631.347.4:631.587.002.5

А. Е. Шепелев, В. Э. Завалюев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ КАК ЭЛЕМЕНТ ТЕХНОЛОГИИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В статье приводится описание основных характеристик современных модулей, блоков и панелей управления дождевальной техникой для осуществления полива

сельскохозяйственных культур с определением принципов технологии точного земледелия и возможности применимости данных принципов к технологии гидромелиорации.

Ключевые слова: дождевальная техника, модуль, блок, панель управления, GPS-позиционирование, технология точного земледелия, технология гидромелиорации.

За последние 10 лет технологии управления поливом дождевальными машинами, контроля за осуществлением такого полива и технологии выполнения агротехнических операций интенсивно развиваются в направлении автоматизации, экономии энергетических, водных и других ресурсов, увеличения числа задач, осуществляемых дождевальной техникой непосредственно при выполнении технологических операций полива с одновременным внесением с поливной водой удобрений и химикатов в режиме реального времени с привязкой к изменяющейся потребности сельскохозяйственных культур в воде и питательных элементах. С этим связано применение и развитие не так давно появившегося направления – технологии точного земледелия.

Точный полив дождеванием, в зависимости от потребной нормы полива каждого участка поля, позволит снизить расход энергии и оросительной воды, то есть становится энергоресурсосберегающим.

Таким образом, требования к новым поколениям дождевальной техники, к их функциональным характеристикам как элементам технологии гидромелиорации можно сформировать с учетом принципов точного земледелия [1]:

- принцип информативности. Реализация технологии гидромелиорации осуществляется при постоянном количественном и качественном мониторинге орошаемого поля, местных почвенно-климатических, погодных и производственных условий выращивания сельхозкультур;

- принцип комплексности. Технология гидромелиорации при осуществлении точного земледелия позволяет дифференцированно воздействовать на природные, биологические, техногенные и экономические ресурсы эксплуатируемого водохозяйственного участка с учетом индивидуальности его агрофона и временной (сезонной) изменчивости основных мелиоративных показателей;

- принцип управления. Реализация технологии заключается в динамическом управлении процессом производства с дифференцированным воздействием на среду обитания растений и на сами растения в нужном месте, в нужное время, с оптимальной интенсивностью и оптимальным ресурсосбережением при соблюдении экологических норм и требований;

- принцип потенциальных возможностей. Технология гидромелиорации позволяет выявить критические факторы, лимитирующие урожай по качеству и количеству, потенциальные возможности почвы, растений, доступности водных ресурсов.

На рынке сельскохозяйственной техники для комплексного полива представлен широкий спектр модулей, блоков и систем управления дождевальными машинами. В качестве анализируемых дождевальных машин и их систем управления представлены несколько импортных дождевальных машин ведущих фирм-производителей, таких как Reinke, Valley и Zimmatic. Они широко используются в нашей стране и за рубежом.

Дождевальные машины Valley [2] позволяют орошать круглые, квадратные, прямоугольные и неправильной формы участки площадью от 2 до 21 га, осуществлять полив нескольких полей, проводить утилизацию животноводческих стоков, вносить минеральные удобрения с поливной водой, работать при давлении от 4 до 21 атм.

Система управления машиной Valley Cams™ (рисунок 1) обеспечивает автоматическое программное управление выдачей нормы полива, концевыми устройствами полива углов, секторным поливом с реверсом машин и ее положения, включает опции индикации параметров орошения и положения машины, связь по радио или телефонной линии с центрального пульта управления, сотового телефона или местного пульта, установленного на машине.

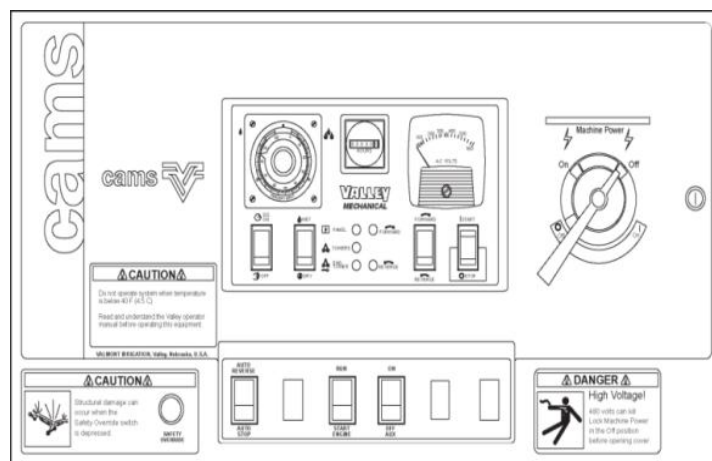


Рисунок 1 – Пульт управления машины Valley кругового действия

Иерархическая связь с вышестоящими системами управления совместима с ПО Windows и другим программным обеспечением.

Предлагаются следующие виды пультов контроля и управления: микропроцессорные Pro 2 (рисунок 2, а), микроконтроллерные Select (рисунок 2, б), электромеханические различной модификации, базовая центральная система управления (пульт дежурного оператора) Cams™.



а

б

а – Pro 2; б – Valley Select

Рисунок 2 – Панели управления

Микропроцессорный пульт контроля и управления Pro 2 имеет сенсорную клавиатуру, полноэкранный дисплей, с помощью которых осуществляются дополнительные вспомогательные функции по программированию работы машины.

Микроконтроллерный пульт управления Valley Select (рисунок 2, б) содержит сочетание цифрового дисплея и механических кнопок, с помощью которых осуществляется управление концевыми аппаратами. Норма полива изменяется автоматически в зависимости от положения машины на поливном участке.

Базовая центральная система управления (пульт дежурного оператора) Cams™ имеет расширенные возможности мониторинга, управления дождевальными машинами и составления отчетов, выдачи сообщений о сбоях на экран, слежения за работой насоса, клапанов и других устройств и управления ими.

Система управления Pocket Pro позволяет производить в режиме онлайн мониторинг систем орошения и управление ими с карманного ПК (программируемого контроллера). На машинах других фирм можно использовать ту же систему управления или средства автоматизации (контроллеры).

Для управления объектами полива фирмы Rain Bird, Nelson, Hunter, Allegro и др. выпускают контроллеры для управления клапанами, двигателями, насосами по временной программе от датчиков дождя, метеостанций по проводным линиям связи, радиоканалу, спутниковой и сотовой связи.

Панель управления Basic фирмы Zimmatic [3] (рисунок 3, а) включает в себя следующие опции:

- светодиодные системные индикаторы, позволяющие выполнять процесс пуска/остановки дождевальной машины и предоставлять текущую информацию о необходимых параметрах ее запуска в работу;
- регулирование работы насосов и направления движения (смену направления и включение/выключение подачи воды);
- полупроводниковый таймер процентной нормы, управляющий скоростью движения дождевальной машины;
- устройство контроля напряжения с удобным снятием показаний, предоставляющее сведения о состоянии питания в режиме онлайн.



а

б

в

а – Basic; б – Vision; в – Boss

Рисунок 3 – Панели управления фирмы Zimmatic

Компьютерная панель управления Vision (рисунок 3, б) мгновенно предоставляет всю необходимую информацию и имеет все современные функции, которые делают орошение простым и эффективным:

- область просмотра отображает границы поля дождевальной машины кругового действия, ее местонахождение и близость к границам или точкам остановки;
- отчет о состоянии – информативное меню;
- индикаторы состояния отображают рабочее состояние используемой дождевальной машины кругового действия;
- средства управления функциями. В число этих функций входят остановка дождевальной машины, смена направления ее движения, регулировка вспомогательного оборудования и подачи воды, изменение нормы полива и программирование остановок;
- элементы навигации. Навигация в меню осуществляется за счет интерфейса, как в сотовом телефоне или пультах дистанционного управления телевизором.

Система управления орошением Boss (рисунок 3, в) помогает обеспечивать точность и повторяемость позиционирования с целью прецизионного управления орошением, внесением химикатов и работой вспомогательных приспособлений, что, несомненно, важно для экономии ресурсов и повышения эффективности работы дождевальной машины.

Система управления орошением Boss включает следующие опции:

- функцию EZ Plan, обеспечивающую быстрый доступ к часто используемым параметрам планирования;

- функцию регулировки подачи воды в зависимости от потребностей сельскохозяйственной культуры;
- функцию настройки интенсивности дождя в зависимости от впитывающей способности почвы;
- функцию управления вспомогательным оборудованием для внесения химикатов и удобрений;
- функцию планирования орошения, осуществляемую программно для нескольких сельскохозяйственных культур, частичного прохождения круга, различных свойств почвы и особенностей микрорельефа орошаемого участка;
- функцию самодиагностики, определяющую проблемы и неисправности и снижающую время простоя до минимума.

В зависимости от порядка использования панель Boss может способствовать сбережению энергии, минимизации вымывания минеральных веществ, снижению расхода химикатов и сокращению трудозатрат.

Панель управления Precision Management (RPM) фирмы Reinke [4] (рисунки 4, 5) может быть установлена с любой стороны от центральной опоры на трех различных позициях по высоте.



Рисунок 4 – Размещение панели управления Precision Management (RPM) фирмы Reinke на неподвижной центральной опоре



Рисунок 5 – Стандартный блок панели управления Precision Management (RPM) фирмы Reinke

С помощью данной панели ведется контроль за скоростью передвижения машины, направлением движения, подачей воды и функцией автостопа-автостарта.

Панель управления RPM Advanced (рисунок 6) используется для более точного управления нормой полива, его равномерности, равномерности внесения удобрений и пестицидов. Также панель применяется на дождевальными машинах фронтального действия.

Этот вид панели управления позволяет разделить поле на участки (до 10 ед.) с различными требованиями к орошению и внесению удобрений и пестицидов. Она может контролировать до 2 конечных пушек и совместима с системой дистанционного контроля и управления OnTrac®.



Рисунок 6 – Общий вид панели управления RPM Advanced

Панель управления RPM Preferred (рисунок 7) оборудована специальным RAMS-компьютером, который легко программируется, запоминает до 1000 событий и до 64 операций для одного оборота (пивота).



Рисунок 7 – Общий вид панели управления RPM Preferred

Данный блок легко соединяется USB-кабелем с ноутбуком для осуществления передачи данных. Он контролирует две конечные пушки или одну пушку. Имеется опция подключения связи с мобильным телефоном и дистанционного управления OnTrac®.

Использование системы Reinke Navigator® GPS (рисунок 8) позволяет панели управлять концевым дождевальным аппаратом и крылом дополива углов с достаточной точностью (до 3 м²).

Панель управления RPM Preferred Touch Screen оборудована компьютером на основе Windows™, с помощью которого имеется возможность:

- графического отображения данных о машине и показаниях датчиков (рисунок 9);
- наблюдения за показаниями метеостанции (осадками, температурой, скоростью ветра и т. д.) и их записи;
- программирования и корректировки настройки конечной пушки;
- программирования и корректировки настройки мест остановки и барьеров;
- программирования сектора для выполнения полива в нужное время и при определенных условиях.

Реализация технологий гидромелиорации осуществляется с помощью дождевальных машин, которые должны отвечать существующим подходам к реализации принципов точного земледелия, а основные элементы воздействия, такие как интенсивность дождя, крупность капель и прочие, должны дифференцироваться в зависимости от агрофона и особенностей микрорельефа водохозяйственного участка.

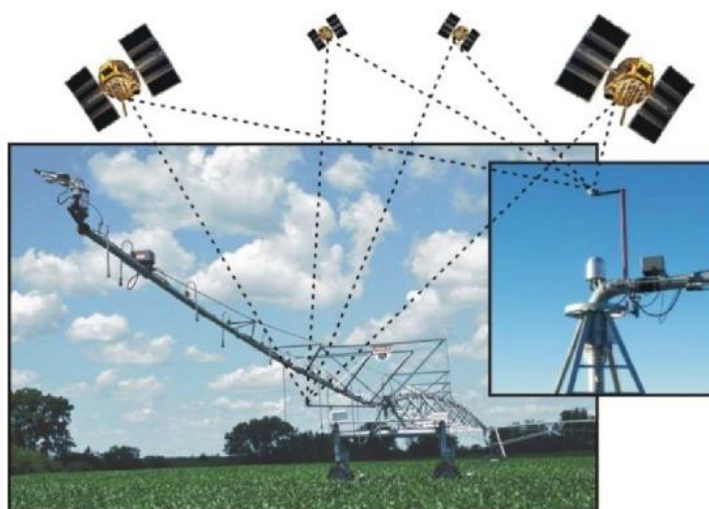


Рисунок 8 – Система управления концевым дождевальным аппаратом Reinke Navigator® GPS

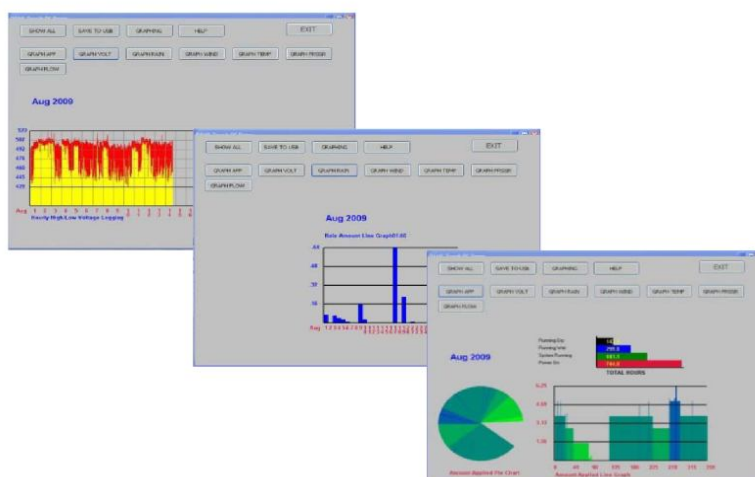


Рисунок 9 – Графики для отображения различных параметров (давления, поливной нормы, осадков и т. п.)

Дальнейшее внедрение перспективных машинных технологий возделывания сельскохозяйственных культур возможно при использовании программно-аппаратных средств, таких как глобальная система позиционирования (ГСП), геоинформационные системы (ГИС), а также дождевальных машин, способных осуществлять дифференцированное внесение оросительной воды, удобрений и пестицидов с учетом внутрипольного почвенного плодородия.

Разработка конструкций отечественных широкозахватных дождевальных машин нового поколения, оснащенных микропроцессорными системами управления движением и различными алгоритмами полива, позволит производить полив по методу координатной агротехники. Совмещение энерготехнологического процесса полива и внесения удобрений и пестицидов позволит сократить затраты на внесение удобрений с помощью специальной техники и снизить энергоемкость орошения дождеванием, уменьшить количество многократных заездов в поле специальной техники, приводящих к ухудшению пахотного слоя почвы.

Список использованных источников

- 1 Жалнин, Э. В. Методологические аспекты механизации производства зерна в России / Э. В. Жалнин. – М.: «Полиграф-сервис», 2012. – 368 с.
- 2 Широкозахватные дождевальные машины Valley [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agroserver.ru/b/mashiny-dlya-poliva-valley-ssha-147453.htm>, 2015.
- 3 Круговые, фронтальные, мобильные и ипподромные оросительные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jpragro.com/zimmatic>, 2015.
- 4 Дождевальные машины Reinke [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agroserver.ru/b/reinke-dozhdevalnye-mashiny-336819.htm>, 2015.

УДК 630.386:626

Т. А. Панкова, С. С. Орлова, С. В. Затинацкий

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, Саратов, Российская Федерация

**МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ
ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ**

В статье дан обзор материалов, применяемых для устройства противофильтрационных облицовок на открытых оросительных каналах. Учитывая возможные причины потерь воды из каналов, провели оценку эффективности противофильтрационных одежд из традиционно применяемых и новых материалов. Рассмотрены современные материалы, применяемые для облицовки каналов, такие как полимерные пленочные материалы, покрытия асфальтобетонные, грунтовые одежды из глин и суглинков в виде открытой облицовки или в виде скрытых экранов. В заключении отмечено, что окончательный выбор материала для облицовки канала делают на основе технико-экономического сравнения вариантов.

Ключевые слова: канал, облицовка, фильтрация, материал, противофильтрационные одежды, экраны.

Протяженность открытой оросительной сети в Саратовской области составляет 1205,7 км, средний износ открытых каналов – более 60 %, что приводит в первую очередь к потерям воды из каналов и снижению эффективности их работы.

Потери воды в каналах, питая грунтовые воды, способствуют заболачиванию и засолению ценных орошаемых земель, снижают КПД системы, следовательно, увеличивают водозабор, размеры головного сооружения, каналов и сооружений на них, а при машинном орошении – и затраты энергии, увеличивают строительные и эксплуатационные затраты.

Каналы, не имеющие противофильтрационных одежд, кроме потерь воды на фильтрацию в процессе эксплуатации подвержены заилению и размыву. Различные виды грунтов, слагающих русло канала, по-разному взаимодействуют с водой. Учитывая это обстоятельство, каналы различают по условиям возможных деформаций (размыва): недеформируемые каналы (грунт – скала, плотные и очень плотные глины, а также каналы в бетонных, железобетонных и каменных облицовках); слабо деформируемые (грунт – тяжелые, средние суглинки); деформируемые (грунт – слабые суглинки, лесс, супеси, песок) [1]. Средняя скорость потока в канале должна быть такой, чтобы наносы, попадающие в оросительный канал, не оседали, а транспортировались вместе с водой. Это связано с тем, что наносы, осаждаясь в канале, уменьшают пропускную способность, а это в свою очередь приводит к необходимости систематической очистки каналов и большим эксплуатационным затратам [2].

Для борьбы с фильтрацией воды из каналов служат противофильтрационные

одежды каналов из монолитного бетона, железобетонных плит, асфальта, камня, глины; водонепроницаемые экраны под каналами из полимерных пленок (пленочно-грунтовые, бетонно-пленочные и др.), геомембран, глины и суглинка, бентонитовых глин и др.; уменьшение коэффициента фильтрации путем естественной и искусственной кольматации канала, глубокого и мелкого уплотнения грунта, нефтевания, осолонцевания, оглеения и механического диспергирования грунта и т. п.

Противофильтрационные мероприятия выбирают в зависимости от сочетания гидрогеологических условий, протяженности канала, фильтрационных свойств грунта, величины требуемого снижения потерь и наличия местных материалов [3]. Принятые противофильтрационные мероприятия обосновывают технико-экономическими расчетами.

Эффективность противофильтрационных одежд определяется количеством сэкономленной воды; сроком службы; возможностью механизации строительства; затратами денежных, материальных и трудовых ресурсов; сложностью и стоимостью эксплуатации, ремонта и восстановления; улучшением мелиоративного состояния земель; увеличением сбора сельскохозяйственной продукции в результате роста орошаемой площади или повышения водообеспеченности; улучшением условий эксплуатации системы; уменьшением объема работ по очистке каналов и устройству дренажа; возможным уменьшением объема земляных работ; сокращением числа сопрягающих сооружений на оросительной сети.

В современном мелиоративном строительстве используются устаревшие приемы и способы строительства противофильтрационных облицовок каналов оросительных систем, слабо внедрены новые материалы и технические решения в области механизации технологического процесса строительства [4].

Облицовка дна и откосов канала предназначается для предотвращения размывов, защиты откосов от повреждения плавающими телами и льдом; уменьшения шероховатости русла; сокращения фильтрационных потерь воды; улучшения условий эксплуатации и снижения эксплуатационных издержек. В зависимости от основных функций, возложенных на облицовку, к ней предъявляются определенные требования в отношении прочности, надежности, долговечности, водонепроницаемости и морозостойкости. Облицовка канала необходима при сильнофильтрующих и слабых грунтах (илах, мелкозернистом песке и т. п.), для которых неразмывающие скорости течения очень малы. При малых скоростях течения в необлицованном канале его живое сечение получается чрезмерно большим.

Облицовку в скальных породах, допускающих большие скорости течения воды, можно не делать, но если скалу не облицовывать, то из-за большой шероховатости русла при больших скоростях течения получают большие потери напора, для уменьшения которых надо увеличить площадь сечения канала. Однако в ряде случаев более экономичным оказывается применение выравнивающей облицовки. Когда канал проходит в насыпях, облицовка его дна и откосов предохраняет от сильной фильтрации и повышает устойчивость дамб.

Назначение облицовки оказывает решающее влияние на выбор ее типа. Всем перечисленным выше требованиям лучше всего отвечают бетонные или железобетонные облицовки, которые обладают высокой прочностью, водонепроницаемостью, малой шероховатостью.

Также можно применять облицовки из камня, асфальтовых или битумных материалов, одежды из пластичных грунтов, а также пленочные покрытия с грунтовым защитным слоем. Иногда для обеспечения устойчивости откосы канала покрывают защитным слоем из галечника или щебня.

Бетонная облицовка выполняется либо в виде сплошного бетонного покрытия, разделенного только температурно-усадочными швами, либо из отдельных бетонных

плит, доставляемых к месту укладки в готовом виде. В том и другом случае возможна широкая механизация всех строительных работ. При облицовке плитами одежда канала получается с большим числом швов, которые увеличивают шероховатость русла и потери воды на фильтрацию. Ледяной покров, примерзая к плитам, может смещать или выламывать их при колебаниях уровня воды в канале. Совершенствование технологии изготовления и стыкования плит позволит осуществить переход к сборным облицовкам. Бетонирование откосов и дна канала при сплошном покрытии осуществляется обычно с помощью машин.

Выбор толщины облицовки зависит от класса и размеров канала, а также от климатических, геологических и других факторов. Рекомендуется сплошное бетонное покрытие делать слоем толщиной 10–20 см, причем толщина облицовки откоса может быть переменной по высоте. На незамерзающих каналах толщину покрытия рационально назначать 7–15 см в верхней части откоса и 12–25 см – внизу. Если зимой канал будет иметь ледяной покров, то в зоне воздействия последнего толщину облицовки следует увеличивать на 50–70 %. В месте сопряжения одежды откоса с одеждой дна делается, как правило, бетонный упор, превосходящий толщину облицовки не менее чем в два раза. Когда дно канала не бетонируется, упорный массив делают более мощным.

Сплошное бетонное покрытие необходимо разрезать температурно-усадочными швами с таким расчетом, чтобы при колебаниях температуры или в процессе усадки на отдельных панелях не появлялись трещины. Облицовку откоса целесообразно разрезать поперечными швами через каждые 4–6 м и отделять продольным швом от облицовки дна. Если откосы канала имеют переменную крутизну, то по линии перелома также делаются продольные швы. Деформационные швы следует совмещать со строительными швами и проектировать так, чтобы они были просты, но надежны в отношении водонепроницаемости. Бетон следует укладывать на уплотненный грунт, покрытый сверху в случае необходимости слоем дренажной подготовки. Для того чтобы уровень грунтовых вод не был выше уровня воды в канале, в слое подготовки закладывается дренаж. Дрены, собирающие воду, прокладываются под дном канала, либо по оси его, либо параллельно оси, вблизи подошвы откосов. Сброс воды из дрен лучше осуществлять коллектором, выводимым за пределы канала, и лишь когда это сделать невозможно, допускается выпуск воды в канал через колодцы в облицовке дна. Колодцы заполняются обратным фильтром, препятствующим выносу грунта, и снабжаются крышками. Обычно крышка закрыта, ее открывают только при повышении давления воды в дренах, давая выход воде в канал. Вместо колодцев иногда делают выпускные клапаны, но они менее надежны в эксплуатации.

Сборные железобетонные плиты применяют в однослойных и многослойных противofильтрационных одеждах, если применение сборного железобетона целесообразно по данным технико-экономических обоснований; если требуется облицовка повышенной долговечности; при строительстве в безводных районах с высокими температурами, где устройство качественных облицовок из монолитного бетона трудно; при наличии баз строительной индустрии и для ликвидации сезонности строительства; при строительстве в труднодоступных и малоосвоенных районах.

Одежды из битумных материалов делают в виде поверхностной облицовки каналов и скрытых экранов. Поверхностные облицовки устраивают в виде сплошного покрытия дна и откосов канала слоем асфальтобетона (толщиной 3–8 см), нагретого до 140 °С, с последующим уплотнением его до объемной массы 2,2 т/м³.

Экраны из полимерных пленок толщиной 0,2–0,6 мм применяют в грунтах, в которых необходимо выполнять противofильтрационные мероприятия. Пленочные экраны устраивают только закрытыми по траншейной, периметрической и комбинированной схемам. Траншейную схему применяют в связных и песчаных грунтах; периметри-

ческую – при укладке экрана на откосы в любом грунте, причем на щебенистых грунтах пленку укладывают на подготовку из мелкозернистого грунта; комбинированную схему используют для крупных каналов, в которых волны могут разрушать откосы.

Современные геомембраны на основе полиэтилена выпускаются с гладкой и текстурированной поверхностью, характеризуются высокими гидроизоляционными и антикоррозийными свойствами [5]. Они обладают гибкостью; безусадочностью; устойчивостью к растрескиванию, повреждениям; стойкостью к ультрафиолетовому излучению, колебанию температур; высокой сопротивляемостью прокалыванию; сейсмической устойчивостью. При профессиональном монтаже срок эксплуатации конструкций из геомембран – не менее 90 лет.

При устройстве экранов из полимерных пленок целесообразно в качестве защитного слоя использовать грунт или железобетонные плиты, которые укладывают на водонепроницаемую пленку.

Многослойные одежды с гидроизоляционным слоем применяют на ответственных участках канала, на которых не допускается увлажнение грунтов и одновременно требуются повышенные запасы устойчивости и прочности.

Грунтовые одежды из глин и суглинков применяют в тех случаях, когда ложе канала сложено из супесчаных, песчаных, гравелистых, галечниковых и других грунтов, водопроницаемость которых выше, чем водопроницаемость одежды. Грунтовые одежды делают в виде открытой облицовки каналов и в виде скрытых экранов, покрытых защитным слоем из местного грунта.

Уменьшение коэффициента фильтрации канала достигается также снижением активной пористости грунта путем естественной и искусственной кольматации, глубокого и мелкого уплотнения, осолонцевания, оглеения и других мероприятий.

Асфальтовую одежду в качестве антифильтрационной применяют значительно реже, чем бетонную, несмотря на то, что она обладает высокой водонепроницаемостью, морозо- и солеустойчивостью. Основное препятствие ее широкому применению – значительная пластичность при высокой температуре, вследствие чего возникает необходимость увеличения заложения откосов каналов до 2,5–3, что снижает КЗИ массива и увеличивает размеры сооружений на канале. Рекомендуемая толщина слоя асфальта при устройстве таких облицовок – 2–5 см. Однако и при такой толщине одежду часто пробивает сорная растительность, что снижает качество противофильтрационной защиты, разрушает покрытие.

Противофильтрационные мероприятия выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечить необходимую водонепроницаемость грунта канала, достаточную прочность и долговечность конструкции, устойчивость ее к воздействию температур и разрушительному действию сорной растительности. Кроме того, должны быть обеспечены возможность механизации работ при строительстве и экономическая эффективность противофильтрационных мероприятий.

Средства, затрачиваемые на противофильтрационные мероприятия, быстро окупаются, так как их применение обеспечивает большую экономию воды, что повышает оросительную способность водосточника, предотвращает ухудшение мелиоративного состояния орошаемого массива, снижает объем работ по строительству оросительной сети и сооружений на ней за счет уменьшения расходов брутто, увеличивает КЗИ орошаемой площади.

Окончательно противофильтрационную защиту выбирают на основе технико-экономического сравнения вариантов. При этом следует определить КПД сети (канала) до и после применения противофильтрационного мероприятия, полученную экономию воды и ее влияние на изменение стоимости насосной станции, водозаборного сооружения, на уменьшение размеров сечения каналов, улучшение мелиоративного состояния орошаемого массива.

Список использованных источников

1 Колосова, Н. М. Оценка надежности работы каналов по изменчивости поперечного сечения / Н. М. Колосова, Т. А. Панкова, С. С. Орлова // Научная жизнь. – 2013. – № 3. – С. 70–74.

2 Панкова, Т. А. Оценка надежности работы каналов / Т. А. Панкова, О. В. Михеева, С. С. Орлова // Научная жизнь. – 2013. – № 5. – С. 29–32.

3 Михеева, О. В. К вопросу об эксплуатационной надежности грунтовых плотин / О. В. Михеева, Т. А. Панкова // Вестник СГАУ. – 2012. – № 7. – С. 56–60.

4 Кокарев, Я. В. Способы строительства противofильтрационных облицовок на каналах оросительных систем / Я. В. Кокарев, Ю. М. Косиченко, А. М. Кореновский // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – Вып. 54. – С. 27–37.

5 Косиченко, Ю. М. Надежность каналов и водоемов с облицовкой из пленочных материалов и геомембран / Ю. М. Косиченко, М. А. Чернов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 37–40.

ОСОБОЕ МНЕНИЕ

УДК 626.81:631.587.001.5

А. Рамазанов

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

М. Файзуллаева

Ташкентский областной комитет по охране природы, Ташкент, Республика Узбекистан

**ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ РАСПОЛАГАЕМЫХ
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ УЗБЕКИСТАНА**

Обоснована возможность увеличения располагаемых водных ресурсов республики за счет использования нетрадиционных источников воды, которые широко используются во многих странах мира, расположенных в аридной и субаридной зоне. Определены возможные объемы подземных, коллекторно-дренажных и сточных вод, которые могут существенно восполнить имеющийся пробел в условиях их дефицита и создать реальную основу для устойчивого развития аграрного сектора в ближней и дальней перспективе.

Ключевые слова: бассейн Аральского моря, исчерпание и дефицит водных ресурсов, нетрадиционные источники воды, подземные, коллекторно-дренажные и сточные воды.

Исчерпание поверхностных водных ресурсов в бассейне Аральского моря (БАМ) в сочетании с использованием водохранилищ многолетнего регулирования государствами, расположенными в верхних частях БАМ, в энергетическом режиме вызвало появление периодов дефицита воды разной глубины и длительности не только в маловодье, но и в годы средней водности. В этих условиях задачи водоснабжения, повышения водообеспеченности, эффективности использования располагаемых водных ресурсов при их дефиците являются приоритетными прежде всего для сельского хозяйства, как основного потребителя воды в республике. Даже временный дисбаланс между наличием водных ресурсов в условиях их дефицита и потребностями в воде, ухудшение качества поверхностных вод вызывают соперничество между водопотребителями, являются причиной региональных и межрегиональных конфликтов, приводят к серьезным экономическим и социальным последствиям.

В соответствии с Соглашением государств Центральной Азии, расположенных в бассейне Аральского моря, «Генеральной схемой использования орошаемых земель, водных ресурсов и их охраны в Республике Узбекистан» [1] и «Национальной водной стратегией» [2] лимит водопотребления Узбекистана до 2010 г. составлял 59209 млн м³/год, в т. ч. 52408 млн м³ речной (88,5 %), 1891 млн м³ подземной (3,2 %) и 4910 млн м³ коллекторно-дренажных вод (КДВ) (8,3 %). Расчетные требования на объем воды, обеспечивающий устойчивое развитие орошаемого земледелия, составляют: в 2010 г. – 77,4 км³; в 2025 г. – 73,0 км³, а общая потребность для развития отраслей народного хозяйства – 87,6 и 85,5 км³ соответственно.

На современном этапе развития отраслей народного хозяйства республики водные источники, на основе которых могут быть увеличены располагаемые водные ресурсы, состоят из трех частей [3]:

- традиционный источник увеличения водных ресурсов – забор из поверхностных источников. В условиях избытка речных вод это наиболее легкий способ, однако в условиях дефицита водных ресурсов он практически исчерпан;

- использование пресных подземных вод с возможностью их восполнения в периоды высокой водообеспеченности, развитие методов искусственного восполнения;
- использование нетрадиционных источников воды – КДВ, соленых подземных и сточных вод. В условиях дефицита водных ресурсов это наиболее реальный и единственный путь преодоления его последствий.

Поверхностные водные ресурсы. В настоящее время располагаемые водные ресурсы в бассейне р. Сырдарья достигли полного исчерпания, предусмотренного «Генеральной схемой использования орошаемых земель, водных ресурсов и охраны в Республике Узбекистан» [1], р. Сырдарья зарегулирована полностью с коэффициентом 0,94.

Однако с 2000–2005 гг. в бассейне р. Сырдарья в вегетационный период часто наблюдаются жесточайшие маловодные периоды, наносящие серьезный ущерб сельскому хозяйству. Это вызвано не только годами малой водности, но и коренным изменением режима работы водохранилищ, главным образом Токтогульского. Дело в том, что в верхней части бассейна р. Сырдарья водохранилища, созданные для обеспечения нужд орошаемого земледелия, в среднем и нижнем течении перешли на энергетический режим, резко увеличив выработку электроэнергии в зимний период, что коренным образом изменило водохозяйственную обстановку и повлияло на особенности работы нижерасположенных водохранилищ. В результате этого уменьшился гарантированный объем водоподачи в бассейне р. Сырдарья на орошение на 4,5–5,0 км³/год, из которого на долю Узбекистана приходится до 2,3 км³/год.

Предполагается, что с вводом в действие Рогунского водохранилища¹ будут исчерпаны возможности многолетнего регулирования р. Амударья с коэффициентом регулирования 0,92. Однако в настоящее время строительство водохранилища не завершено. Поэтому, учитывая возможные уточнения вододеления в створе Керки, объем располагаемых водных ресурсов по речному стоку в настоящее время и на перспективу принимают в соответствии с проектом «Национальной водной стратегии» [2] в объеме 52408 млн м³. Отметим, что данные объемы воды имеют весьма условный характер, т. к. объем формирования речного стока различными организациями оценивается по-разному и здесь необходимы дополнительные исследования для их уточнения, тем не менее они являются минимально возможными и поэтому приняты в качестве основы.

Ресурсы КДВ. В пределах Узбекистана в бассейн рек сбрасывается в зависимости от водности года от 12 до 16 км³/год КДВ. Кроме этого, непосредственно в реки отводится около 6 км³/год КДВ с орошаемых территорий государств, расположенных выше по течению.

Таким образом, в настоящее время в реки в среднем сбрасывается от 18 до 22 км³/год КДВ. Фактические данные по используемому и сбрасываемому в реки объему КДВ государствами БАМ отсутствуют. Учитывая, что половину речного стока использует Узбекистан, можно считать, что 50 % от объема сбрасываемых в реки КДВ также забирается республикой, исключая их объем, сброшенный в реку с территорий Сырдарьинской и Ташкентской областей, который не может быть использован в Узбекистане.

Фактическая доля КДВ, сбрасываемых в реки и используемых Узбекистаном ниже по течению, приблизительно составляет 8,105 км³/год. Эту величину можно принять в настоящее время и на ближайшую перспективу как часть располагаемых вторичных водных ресурсов. Ежегодный объем их использования на орошение сельскохозяйственных культур непосредственно в местах их формирования в настоящее время мож-

¹ Рогунская ГЭС – строящаяся гидроэлектростанция в Таджикистане на реке Вахш, входит в состав Вахшского каскада, являясь его верхней ступенью. Согласно проекту, представляет собой ГЭС приплотинного типа с высотной (335 м) каменно-набросной плотиной. В случае завершения проекта плотина ГЭС станет самой высокой в мире [4].

но принять в размере 1,24 км³/год. Для использования их в таких объемах не требуется создание инфраструктуры, она уже есть. На ближайшую перспективу в объеме располагаемых водных ресурсов следует предусмотреть объемы использования КДВ в местах их формирования в размере 3,33 км³/год.

Следует отметить, что с периода возникновения дефицита водных ресурсов в различных почвенно-климатических условиях проводятся опытные и опытно-производственные исследования по установлению возможности использования КДВ, подземных и сточных вод для поливов сельскохозяйственных культур (хлопчатника, риса, кукурузы и др.), промывки засоленных почв. В целом получены положительные результаты, установлены предельные значения минерализации подземных вод, КДВ, разработаны порядок и технология их использования в маловодные годы в качестве дополнительного источника воды для орошения [5]. В мировой практике имеется многолетний положительный опыт использования минерализованных и сточных вод в промышленности (Япония, США, Израиль) и в сельском хозяйстве (страны Юго-Восточной и Центральной Азии). Так, в Израиле использование дренажных вод в настоящее время составляет 30 %, и в ближайшей перспективе планируется увеличить его до 50 % от общего водозабора.

Сточные воды. К располагаемым водным ресурсам также относятся сточные воды, объем которых в республике составляет 2,4 км³ ежегодно. Несмотря на положительные результаты выполненных работ [6], в настоящее время в республике не проводятся опытно-производственные исследования по использованию сточных вод для орошения. Поэтому прежде всего необходимо предусмотреть использование сточных вод только на опытно-производительных системах, чтобы получить исходные данные для создания нормативов и проектной документации, или искать зарубежных спонсоров. Основываясь на предыдущих опытах по использованию сточных вод для орошения и на международных данных, предусмотрели использование располагаемых водных ресурсов для нужд орошения в объеме 0,1 км³/год, а в отдаленной перспективе – до 1,0 км³/год.

Располагаемые ресурсы подземных вод. Опыт эксплуатации подземных вод за период с 1980 по 1990 г. показывает, что при откачке около 6,5 км³/год уменьшение стока поверхностных вод не наблюдалось. Более того, данный период отмечался определенной стабилизацией мелиоративного состояния земель, уменьшением подтопления населенных пунктов. Однако для достижения этого уровня объемов откачек необходимы определенные финансовые и организационно-технические мероприятия. Поэтому на современном этапе принят существующий среднегодовой объем откачек подземных вод 4,6 км³/год, используемый для орошения сельскохозяйственных культур. На уровень 2015 г. принят объем откачек, достигнутый в период 1980–1990 гг., – 7,1 км³/год. Следует отметить, что это значительно меньше утвержденных в настоящее время эксплуатационных запасов подземных вод. Это обусловлено тем, что восстановление прежних объемов откачек подземных вод потребует определенных ремонтно-восстановительных работ на существующих водозаборах.

Располагаемые водные ресурсы республики. Доля используемого речного стока в объеме 52408 млн м³/год хотя и является несколько условной, тем не менее наиболее целесообразна, т. к. ресурсы поверхностных вод в БАМ практически исчерпаны. По другим оценкам (САНИГМИ – 132,7 км³/год, GEF WEMP – 123,8 км³/год, НИЦМКВК – 116,6 км³/год), располагаемые ресурсы поверхностных вод в республике будут другими [7].

Помимо этого, необходимо иметь в виду, что предполагаемое строительство Камбаратинской и Рогунской ГЭС, дальнейшее планируемое расширение орошения в Таджикистане, Кыргызстане и других государствах повлекут за собой серьезные из-

менения в распределении во времени речного стока, что предопределяет не только дефицит водных ресурсов, но и необходимость изыскания новых нетрадиционных источников воды, коренного пересмотра существующих взглядов и порядка использования достаточно большого объема располагаемых в республике подземных и КДВ.

Расчеты, выполненные на основе материалов НИИ, проектно-изыскательских и эксплуатационных организаций, свидетельствуют о возможности увеличения в ближайшей перспективе объема используемых подземных вод в 1,5 раза, КДВ – в 2,8 раза, сточных вод – до 100 млн м³/год, благодаря чему будут созданы реальные предпосылки для стабильного развития сельскохозяйственного производства в орошаемой зоне республики (таблица 1).

Таблица 1 – Расчетные объемы располагаемых водных ресурсов

Бассейн реки	Речные воды	Подземные воды	Вторично используемые водные ресурсы			Располагаемые водные ресурсы
			КДВ		Сточные воды	
			в реке	в местах формирования	в местах формирования	
В настоящее время						
Сырдарья	19915	3010	4005	580	-	27510
Амударья	32493	1590	4100	660	-	38843
Всего	52408	4600	8105	1240	-	66353
На ближайшую перспективу						
Сырдарья	19915	4636	4005	1620	70	30246
Амударья	32493	2475	4100	1840	30	40930
Всего	52408	7111	8105	3460	100	71184
В перспективе						
Итого	52408	10100	6100	6000	1000	75608

За 1995–2000 гг. в республике в корне изменились организация и ведение сельскохозяйственного производства в соответствии с требованиями рыночной экономики наряду с вопросами сохранения экологического равновесия природной среды и рационального использования природных ресурсов. В этих условиях основными критериями рыночной оценки хозяйственной деятельности являются объем продукции (урожай), ее качество, прибыль с единицы площади и затраты воды, в связи с чем на ближайшую перспективу приоритетными задачами являются водосбережение, повышение водообеспеченности и рациональное использование располагаемых природных ресурсов. Необходимо разработать комплекс законодательных, экономических и организационно-технических мер, стимулирующих водопользователей использовать нетрадиционные источники воды. Также необходимо уточнить объемы располагаемых водных ресурсов на современном уровне с учетом сложившихся тенденций использования стока государствами, расположенными выше по течению основных рек, в энергетических целях, разработать сценарии предотвращения ущерба при возможном возникновении неблагоприятных событий.

Для организации и ведения устойчивого сельскохозяйственного производства в орошаемой зоне необходимо в ближайшей перспективе разработать и планомерно осуществить следующие мероприятия [8]:

- по каждой области, району и фермерскому хозяйству определить объемы использования нетрадиционных источников воды и состав мероприятий по его реализации;
- совершенствование и повышение технического уровня существующих гидромелиоративных систем и систем водоснабжения, обеспечивающих эффективное водопользование и рост продуктивности использования воды;

- внедрение организационно-технических, социально-экономических основ и методов доставки воды и водораспределения между водопотребителями, способствующих эффективному использованию воды при производстве сельскохозяйственной продукции;

- разработка и внедрение экономических, социальных и экологических критериев оценки воды как товара;

- разработка и внедрение ирригационных технологий, обеспечивающих более высокий уровень водопользования в отраслях аграрного сектора; предотвращение безвозвратных потерь воды в системе «оросительные каналы – поле»;

- разработка и внедрение организационно-правовых принципов участия водопользователей в управлении водными ресурсами и гидромелиоративными системами;

- создание постоянно действующих курсов по обучению водопользователей оценке влияния дефицита воды и методам снижения его ущерба сельскохозяйственному производству, влияния на эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель.

Список использованных источников

1 Генеральная схема использования земель, водных ресурсов и их охраны в Республике Узбекистан. – Ташкент: ПО «Водпроект», 1994.

2 Национальная водная стратегия. – Ташкент: Узводпроект, 1996.

3 Мирзаев, С. Ш. Подземные воды, их запасы использование / С. Ш. Мирзаев, Н. А. Кенесарин // Ирригация Узбекистана. – 1975.

4 Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>, 2015.

5 Руководство по использованию дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и промывки засоленных земель / О. Х. Якубов, А. Усманов [и др.]. – Ташкент, 1986.

6 Розикова, Г. Орошение кукурузы сточными водами животноводческих комплексов на типичных сероземах Узбекской ССР: автореф. дис. ... канд. наук / Розикова Г. – 1988.

7 Оценка будущего развития национального водного сектора РУз. Отчет национальной группы. – Ташкент, 2001.

8 Рамазанов, О. Важнейшие пути преодоления дефицита водных ресурсов в бассейне Аральского моря в маловодные годы / О. Рамазанов, В. Насонов // Проблемы обеспечения водными ресурсами сельских населенных пунктов в маловодные годы и пути их решения: материалы республиканской науч.-практ. конф. / Гидроингео. – 2008.

НАУКА – ПРАКТИКЕ

УДК 633.853.52:631.67

Г. Т. Балакай, С. А. Селицкий

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Рекомендованы научно обоснованные приемы возделывания сои на зерно на орошаемых землях, обеспечивающие повышение урожайности в 2–3 раза в сравнении с богарными условиями. Приведены наиболее урожайные для условий Ростовской области сорта сои, оптимальные сроки и способы посева, предшественники, потребность в элементах питания, эффективные бактериальные удобрения, критические по влагообеспеченности фазы развития, приемы борьбы с болезнями и вредителями. Предлагаемая технология обеспечивает урожайность зерна сои до 33 ц/га.

Ключевые слова: соя, сорт, бактериальные удобрения, орошение сои на зерно, технология возделывания сои на зерно.

Соя является уникальной по своим характеристикам культурой. Она широко используется в пищевой промышленности, кормовых и технических целях. Благодаря богатому и разнообразному химическому составу семян, многофункциональному использованию, высокой доходности, адаптированности к условиям произрастания соя может занять одно из ключевых мест среди возделываемых культур как юга, так и средней полосы России.

Несмотря на это соя не получила должного распространения в Ростовской области. Ее посевные площади составляют порядка 13 тыс. га, а урожайность в среднем по области находится в пределах 1 т/га.

Научными исследованиями ФГБНУ «РосНИИПМ» установлено, что можно достичь стабильного роста урожайности сои за счет внедрения комплекса агротехнических приемов, перспективных сортов, применения удобрений, средств защиты растений от вредителей и борьбы с сорняками. Разработанная технология возделывания сои на зерно с учетом этих факторов на орошаемых участках позволяет повысить урожайность в 2–3 раза по сравнению с богарными условиями.

Соя обладает высокой степенью адаптивности к различным почвенно-климатическим условиям. Для завершённого цикла произрастания современных скороспелых сортов сои северного экотипа достаточно 1700–1800 °С активных температур (> 10 °С), а для позднеспелых сортов в южных зонах – 3300–3600 °С, то есть требуемые суммы активных температур могут колебаться по сортам в 2 раза.

По агроклиматическим ресурсам территория Ростовской области разнообразна. Теплообеспеченность территории области изменяется с севера на юг в сторону увеличения от 2800–3000 до 3400–3600 °С [1]. Это позволяет использовать сорта различного срока созревания.

Сорт является биологической основой технологии возделывания. На его долю приходится около 50 % прироста урожайности культуры. В современных условиях предъявляются повышенные требования не только к продукционной способности сорта, но и к его адаптивности к стрессовым погодным ситуациям (жаре, засухе, заморозкам, ливням, градобитию), устойчивости к патогенам, надежности и стабильности по продолжительности вегетации. Наряду с высокой урожайностью и качеством семян

он должен отличаться хорошей технологичностью, которая выражается в устойчивости к полеганию и растрескиванию бобов, дружности созревания, высоте прикрепления нижних бобов, высоте стебля, прочности семенной оболочки. Все отечественные сорта сои в той или иной степени соответствуют этим требованиям. Для территории Ростовской области районировано 43 сорта сои.

Наиболее популярные сорта сои: ранние (раннеспелые): Лира, Селекта 101, Селекта 201; среднеранние: Альба, Вилана, Дива, Дон 21, Донская 9, Селекта 301, Селекта 302, Славия.

Срок посева сои дифференцируется в зависимости от зоны, сорта, конкретных погодных условий, температуры и влажности почвы, степени засоренности поля и возможной даты возврата заморозков. Достаточной температурой посевного слоя для сои является 12–14 °С. При стабильном прогревании почвы до этого уровня можно начинать сев, учитывая при этом среднесезонные календарные сроки посева культуры. Более ранний срок сева в недостаточно прогретую почву приводит к плесневению и загниванию семян, замедленному их прорастанию (15–25 дней) и изреживанию всходов. В таких случаях всходы сорняков опережают сою и борьба с ними механическим способом затруднена, так как боронованием могут повреждаться подсемядольные колени у проростков сои.

Запаздывание с посевом чревато негативными последствиями из-за пересыхания верхнего слоя почвы, приводящего к недружности всходов.

Для территории Ростовской области оптимальные условия для сева, как правило, наступают в первой-второй декаде мая.

Способ сева сои зависит от условий влагообеспеченности, биологических особенностей сорта, степени и характера засоренности поля, технической оснащенности хозяйства. Соя может высеваться широкорядно с междурядьями 70, 60 или 45 см пропашными сеялками или обычным рядовым способом зерновыми или стерневыми сеялками. Выбор способа сева обусловлен также и механическим составом почвы. На тяжелосуглинистых и глинистых заплывающих почвах предпочтителен широкорядный посев с междурядьями 70 см, что позволяет провести 2–3 рыхления почвы. Такой способ сева сои обеспечивает повышение засухоустойчивости посева, так как, благодаря оптимизации водно-воздушного режима почвы междурядными обработками, позволяет более рационально использовать дефицитные естественные ресурсы влаги.

Сою размещают в полевых севооборотах на незасоренных полях с хорошим основным запасом влаги в почве – после озимых и яровых хлебов, после кукурузы на силос и зеленый корм, а также после однолетних и многолетних трав. Предшественники, сильно иссушающие почву (подсолнечник, зерновая кукуруза, сорго, суданская трава и др.), не подходят для влаголюбивой сои. Не следует размещать ее после (или вблизи) зернобобовых культур и бобовых трав, у которых с соей много общих вредителей и болезней.

Наряду с другими культурами семейства бобовых, соя является отличным предшественником зерновых культур, повышая плодосменность севооборотов. Она довольно нетребовательна к размещению в севообороте и может успешно выдерживать насыщение до 33–50 % при чередовании со злаковыми культурами. Сою можно успешно возделывать в специализированных короткоротационных (2–4-польных) севооборотах, чередуя ее с зерновыми культурами (озимой пшеницей, озимым ячменем, яровыми зерновыми культурами), кукурузой, сахарной свеклой, картофелем.

Соя довольно отзывчива на внесение минеральных удобрений. В среднем для формирования 100 кг семян она потребляет 7,7–10,0 кг азота, 1,7–3,0 кг фосфора, 3,2–4,0 кг калия. В зависимости от типа плодородия почвы для формирования урожайности 22,5 ц/га без внесения удобрений соя потребляет 173 кг азота, 42 кг фосфора,

76 кг калия. При внесении удобрений для формирования 33,0 ц/га ей необходимо 224 кг азота, 63 кг фосфора, 101 кг калия [2, 3].

Соя по своим биологическим особенностям нуждается прежде всего в бактериальном удобрении, которое содержит жизнеспособные активные штаммы клубеньковых бактерий-азотфиксаторов, специфичных для этой культуры. Без инокулирования семян ризобиями симбиотический процесс усвоения атмосферного азота осуществляться не может, особенно при введении этой культуры на новых землях, где нет спонтанных форм этих микроорганизмов. Но и на старых пахотных участках, где постоянно возделывается соя, применение активных штаммов клубеньковых бактерий является эффективным приемом повышения урожайности этой культуры.

Для успешного функционирования симбиотрофного аппарата у сои наряду с инокулированием необходимо поддержание оптимального водно-воздушного режима корнеобитаемого слоя и наличие в нем необходимых макро- и микроэлементов. Важным условием сохранения жизнеспособности ризобий при инокулировании семян сои является недопущение контакта их с остатками пестицидов и прямыми солнечными лучами. В связи с этим данный процесс должен осуществляться на семенном складе или в тени на краю поля перед заправкой семян в сеялку.

Инокуляцию семян наиболее эффективно осуществлять методом инкрустирования, добавляя к инокулянту (нитрагину) пленкообразующее вещество (прилипатель), молибден, стимуляторы роста растений (гуматы, альбит). Применение такого комплекса препаратов (КПИС) позволяет в 1,5 раза повысить эффективность симбиоза в сравнении с применением одного нитрагина полувлажным способом.

Некоторые виды нитрагинов и стимуляторов роста представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Рекомендуемые штаммы нитрагина для обработки семян сои

Штамм бактерий (нитрагин)	Урожайность зерна, т/га	Штамм бактерий (нитрагин)	Урожайность зерна, т/га
634 ^б (контроль)	2,16	626 ^а	2,57
640 ^б	2,11	605 ^а	2,36
639 ^б	2,17	604 ^д	2,12
635 ^б	2,40	603 ^д	2,33

Таблица 2 – Рекомендуемые стимуляторы роста для обработки семян сои

Обработка семян	Урожайность зерна, т/га
Сухие семена (контроль)	1,88
Обработаны водой	2,35
Гумат натрия	2,24
Гумимакс	2,40
Лентехнин	2,53
Оксидат	2,30
Щавелевокислый аммоний	2,31

Степень увлажнения территории области изменяется с запада на восток в сторону увеличения. По этому показателю выделяется 5 зон: сухая на самом западе (коэффициент увлажнения (КУ) менее 0,2), полусухая (КУ < 0,2–0,3) (в этих зонах возделывание сои не рекомендуется), очень засушливая (КУ = 0,3–0,4), засушливая (КУ = 0,4–0,5), полужасушливая (КУ = 0,5–0,6).

Соя – влаголюбивая культура, поэтому значительную прибавку урожая, практически в 2–3 раза, можно получить, выращивая ее на орошаемых землях. Исследованиями ФГБНУ «РосНИИПМ» разработаны режимы орошения для условий Ростовской области, установлены показатели суммарного водопотребления, рассчитаны биоклиматиче-

ческие коэффициенты. Для очень засушливой и засушливой зон Ростовской области нормы водопотребности для лет 75%-ной обеспеченности дефицита водного баланса составляют 1960 и 1090 м³/га соответственно. Наиболее критическими периодами развития являются фазы цветения и налива бобов. В этот период необходимо поддержание влажности почвы в слое 0,6 м не ниже 80 % НВ.

На посевах сои насчитывается около 50 видов различных вредителей, поражающих всходы, листья, стебли, бобы и семена в соответствующие фазы формирования этих органов растений. Эта культура подвержена также поражению различными грибными, бактериальными и вирусными патогенами – всего около 30 видов. Но в сравнении с другими культурами соя довольно устойчива ко многим вредителям и болезням.

Наибольший вред посевам сои наносят акациевая огневка, паутинный клещ, соевая плодоярка, люцерновая и хлопковая совки.

Решающее значение для борьбы с вредителями имеют агротехнические меры: соблюдение севооборота, размещение сои на расстоянии не ближе 500 м от посевов бобовых культур и акациевых лесополос, глубокая зяблевая вспашка, посев в оптимальные сроки, поддержание посевов и краев полей чистыми от сорняков. Глубокой зяблевой вспашкой плугами с предплужниками уничтожаются зимующие гусеницы акациевой огневки, соевой плодоярки, клубенькового долгоносика, соевой полосатой блошки, люцерновой совки и других вредителей. Выбрав оптимальный срок посева, можно уменьшить повреждение растений проволочниками, клубеньковыми долгоносиками и акациевой огневкой.

Наряду с агротехническими необходимо применять химические меры защиты посевов от вредителей при наступлении вредоносного порога их распространения.

Из болезней сои наиболее опасны фузариоз, белая гниль, фомопсис, бактериоз и вирусная мозаика. В борьбе с болезнями сои большое значение имеет подбор устойчивых к патогенам сортов, использование комплекса агротехнических мероприятий и применение фунгицидов и протравителей семян. При защите от грибных и бактериальных болезней высокую эффективность показывает глубокая зяблевая вспашка и полная заделка растительных остатков, служащих источником инфекции. Это значительно уменьшает возможность заражения аскохитозом, пероноспорозом и другими болезнями. На полях, где появился фузариоз, нельзя высевать сою раньше чем через 2–3 года. Посев в оптимальные сроки с заданной нормой посева, содержание агроценозов в чистоте и другие приемы способствуют хорошему росту и развитию сои, повышению ее устойчивости к болезням. Своевременная уборка, сушка и очистка семян способствуют получению здорового семенного материала. Такие болезни, как фузариоз, аскохитоз, бактериоз, сильнее развиваются при хранении семян с повышенной влажностью.

В период вегетации при появлении признаков таких болезней, как бактериоз, септориоз, оливковая пятнистость, проводят обработку посевов 0,5%-ным раствором фундазола, 50 % СП, срок ожидания 20 дней. Норма расхода рабочей жидкости 300–400 л/га.

Протравливание семян ТМТД (ВСК, 40 % – 6–8 л/т или СП, 80 % – 3–4 кг/т) за 2–3 месяца до сева предохраняет посевы сои от поражения аскохитозом, фузариозом, бактериозом, защищает семена от плесневения.

Соя слабоконкурентна к сорным растениям. Для борьбы с сорной растительностью на посевах сои используют почвенные гербициды и обработки посевов в период вегетации.

Почвенные гербициды, разрешенные для применения на посевах сои, приведены в таблице 3.

Для уничтожения широколиственных и злаковых сорняков применяются баковые смеси гербицидов (таблица 4).

Таблица 3 – Почвенные гербициды, разрешенные для применения на посевах сои

Гербицид	Норма расхода, кг/га, л/га	Против каких сорняков
«Трефлан», 24 % к. э.	4–6	Злаковые и некоторые двудольные
«Пивот», ВК (100 г/л)	0,5–0,8	Те же
«Стомп», 33 к. э.	4–5	Те же
«Харнес», 90 % к. э.	1,8–2,0	Те же
«Трофи», 90 % к. э.	1,8–2,0	Те же
«Дуал», 96 % к. э.	1,5–2,0	Те же
«Дуал голд», 96 % к. э.	1,0–1,5	Те же
«Фронтьер», 90 % к. э.	1,2–1,5	Те же
«Фронтьер оптима», 72 % к. э.	0,8–1,2	Те же
«Гезагард», 50 % СП	2,0–2,5	Двудольные сорняки

Таблица 4 – Баковые смеси гербицидов для уничтожения широколистных и злаковых сорняков в период вегетации

Гербицид	Норма расхода на 1 га (л, кг)
«Базагран ДБ» + «Фуроре супер»	1,5 + 0,7
«Дуал голд» + «Фуроре супер»	1,2 + 0,7
«Галакси Топ» + «Набу супер»	1,2 + 1,5
«Хармони» + «Центурион»	0,007 + 0,200
«Хармони» + «Пантера»	0,007 + 0,750
«Галакси Топ» + «Центурион»	1,5 + 0,2

Убирают сою прямым комбайнированием зерновыми комбайнами, переоборудованными на низкий (6–8 см) срез, при полном созревании зерна (влажность 14–16 %). В зависимости от влажности зерна частота вращения молотильного барабана устанавливается в пределах 450–800 об./мин. Оптимальной скоростью уборочного агрегата является 3–4 км/ч, на участках с выровненным микрорельефом она может быть увеличена до 5 км/ч.

Список использованных источников

1 Агроклиматические ресурсы Ростовской области. – СПб.: Гидрометеиздат, 1972. – 252 с.

2 Баранов, В. Ф. Соя. Биология и технология возделывания / В. Ф. Баранов. – Краснодар, 2005. – 399 с.

3 Нагорный, В. Д. Соя: особенности минерального питания и удобрения / В. Д. Нагорный. – М.: Изд-во РУДН, 1993. – 149 с.