

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

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

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник статей

Выпуск 41

Новочеркасск 2009

УДК 631.587

ББК 41.9

П 78

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В.Н. Щедрин (ответственный редактор), С.М. Васильев,
Г.Т. Балакай, Т.П. Андреева (секретарь)

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.И. Ольгаренко – заведующий кафедрой «Эксплуатация
мелиоративных систем» ФГОУ ВПО «НГМА», засл. деятель
науки РФ, чл.-кор. РАСХН, д-р техн. наук, профессор;

В.В. Бородычев – руководитель ВКО ГНУ «ВНИИГиМ»,
чл.-кор. РАСХН, д-р с.-х. наук, профессор

Пути повышения эффективности орошаемого зем-
П 78 **леделия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ» / Под ред.**
В.Н. Щедрина. – Новочеркасск: ООО «Геликон»,
2009. – Вып. 41. – 209 с.

Сборник статей подготовлен ФГНУ «РосНИИПМ» по материа-
лам научно-практического семинара «Проблемы мониторинга и сохра-
нения плодородия почв мелиорированных земель» (26-27 мая 2009 г.).

Выпуск 41

УДК 631.587

ББК 41.9

ISBN 5-93542-024-4

© ФГНУ «РосНИИПМ», 2009

© Оформление.

ФГНУ «РосНИИПМ», 2009

СОДЕРЖАНИЕ

Балакай Г.Т., Балакай Н.И. Мониторинг плодородия земель на основе дистанционного зондирования.....	6
Докучаева Л.М., Усанина Т.В. Мониторинг орошаемых земель	11
Ольгаренко В.И., Ольгаренко И.В., Ольгаренко Г.В. Экологический мониторинг мелиоративных систем	18
Ольгаренко В.И., Ольгаренко И.В., Ольгаренко Г.В. Государственный контроль мелиоративных систем и объектов с позиций экологического мониторинга	28
Ильинская И.Н. Нормативные показатели состояния и использования мелиорированных земель.....	37
Селицкий С.А., Егорова О.В. База данных по эффективности и экологической безопасности использования мелиорированных земель	44
Григоров М.С., Григоров С.М., Федотова С.В. Оросительные мелиорации и плодородие мелиорированных земель	48
Долина Е.В., Юркова Р.Е., Шалашова О.Ю. Приемы воспроизводства плодородия орошаемых земель на базе местных сырьевых ресурсов.....	54
Андреева Т.П., Стратинская Э.Н. Циклическое орошение – способ сохранения почвенного плодородия орошаемых земель	61
Воеводина Л.А. Особенности влияния капельного орошения на почвенное плодородие	68
Ильинская И.Н., Шкодина О.П. Нормирование водоотведения – фактор рационального водопользования.....	74
Антоненко Е.М., Балакай Г.Т., Тютюнниченко А.М. Экономическая эффективность проведения регулярного агрохимического контроля состояния земель.....	84
Балакай Н.И. Мелиоративные мероприятия на различных типах агроландшафтов.....	88
Калиниченко В.П., Крюков К.А., Мальцев А.В., Удалов А.В., Ильина Л.П., Черненко В.В., Шатохин С.А. Управление СПП агроландшафта локальной агро-мелиорацией мочаристых почв	93

Сковпень А.Н., Скуратов Н.С., Калиниченко В.П., Зинченко В.Е., Черненко В.В., Иваненко А.А., Болдырев А.А. Динамика свойств чернозема обыкновенного в условиях длительной ирригации	96
Калиниченко В.П., Овчинников В.Н., Шаршак В.К., Москаленко А.П., Скуратов Н.С., Удалов А.В., Ладан Е.П., Генев Е.Д., Илларионов В.В., Зинченко В.Е., Морковской Н.А., Черненко В.В., Киппель Е.В., Докучаева Л.М. Долговременное управление плодородием тяжелых почв с элювиально-иллювиальным устройством почвенного профиля	100
Акопян А.В., Бакоев С.Ю. Регрессивная модель пространственного варьирования параметров почвенного покрова аридной зоны.....	111
Радевич Е.В., Бухтияров В.В., Пономарев Р.В., Ким В.Ч. Применение фосфогипса в качестве химического мелиоранта в очагах осолонцевания темно-каштанового комплекса Ростовской области	114
Ендовицкий А.П., Калиниченко В.П., Ильин В.Б., Иваненко А.А., Бакоев С.Ю. Математическое моделирование коэффициентов ассоциации и активности ионов кадмия и свинца в почвенных растворах.....	116
Мищенко Н.А., Иваненко А.А., Калиниченко В.П., Ендовицкий А.П., Черненко В.В., Суковатов В.А., Серенко В.В. Рециклинг фосфогипса на примере ОАО «Агрохимик» Каневского района Краснодарского края	120
Балакай Н.И. О методических указаниях по назначению компенсационных мероприятий по снижению размера ущерба от поверхностных стоков	123
Балакай Г.Т., Балакай Н.И., Юрина Л.И., Юркова Р.Е. О методических указаниях по определению ущерба, наносимого поверхностным водным объектам поверхностным стоком.....	129
Полуэктов Е.В., Головинская О.А. Оптимальность соотношения сельскохозяйственных угодий в районах интенсивного развития водной эрозии.....	133
Митяева Л.А. Анализ основных параметров, влияющих на образование ирригационного стока при поливе дождеванием	138

Козликина А.С. Параметры эрозионного стока на водосборах левобережья Нижнего Дона.....	142
Субботина М.А. Способы борьбы с ирригационной эрозией...	146
Пацера А.А. Способ обезвреживания дренажно-сбросных вод на примере территории Нижне-Донской оросительной системы.....	151
Иванова Н.А., Гурина И.В. Биологическая рекультивация золоотвалов тепловых станций.....	156
Миронченко М.С. Состояние и перспективы развития рисоводства в Ростовской области	161
Рябцева Н.А. Агроэкологическая оценка звеньев полевого севооборота степной зоны недостаточного увлажнения.....	165
Кульгин В.А. Влияние агротехнических приемов на продуктивность овощных культур и картофеля в условиях орошения.....	168
Пономарева А.И. Рациональные дозы минеральных удобрений горохо-злаковых смесей	175
Ольгаренко И.В. Биологически оптимальные нормы водопотребности сельскохозяйственных культур в полузасушливой степной зоне.....	181
Гостищев Д.П. Роль и значение орошения в эффективности сельскохозяйственного производства в Саратовской области в рыночных условиях.....	187
Бабичева Е.А., Бабичев А.Н. Динамика изменения питательных веществ в почве при выращивании лука репчатого.....	198
Акулова Т.В. Влияние минимальной обработки почвы на рост, развитие и урожайность ярового ячменя в Приазовской зоне.....	201
Грушин А.В., Гжибовский С.А. Технология мелкодисперсного увлажнения	205

МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ЗЕМЕЛЬ НА ОСНОВЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Г.Т. Балакай, Н.И. Балакай

ФГНУ «РосНИИПМ»

Внедрение в сельскохозяйственное производство ГИС-технологий все более активно охватывает все отрасли агропромышленного комплекса. Геоинформационная система (ГИС) представляет собой программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий обработку и представление информации о территориально протяженных и территориально привязанных объектах.

На основе ГИС-технологий в настоящее время налаживается отечественная система мониторинга плодородия земель России на основе дистанционного (удаленного) зондирования, осуществляемая из космоса или со специальных аэроустановок, в т.ч. самолетов, малогабаритных автопилотируемых летательных аппаратов, зондов и пр.

Это позволяет оперативно получать информацию о состоянии пахотных земель (точные размеры, динамику сокращения сельхозугодий, продуктивность земель, фитосанитарное состояние, наличие макро- и микроэлементов, содержание гумуса и т.д.). Более того, применение ГИС-технологий позволит органам управления агропромышленного комплекса в режиме реального времени получать информацию о площадях, занимаемых теми или иными сельскохозяйственными культурами, о динамике созревания, биологической урожайности, что в конечном итоге позволит наиболее точно прогнозировать состояние сельскохозяйственной отрасли и оптимизировать управление сельскохозяйственным производством.

ГИС-технологии на основе дистанционного зондирования совмещают современные эффективные методы и средства получения, хранения, обработки и представления разнообразной информации, а также средства обмена информацией. Причем осуществляется сбор значительного объема данных по множеству показателей в цифровом виде с весьма значительных по площади территорий. Затем эти данные, полученные в различных диапазонах электромагнитных волн,

обрабатывают с использованием специальных программных средств и представляют в пригодном для использования виде в виде различных схем, в табличных данных, графиках и зависимостях.

Такие системы объединяют пространственные географические данные, аэро- и космические изображения, а также тематические данные по множеству сельскохозяйственных параметров, представленных в картографической и табличной формах. Такие системы можно использовать для выведения значительных массивов информации на экран или на твердую копию в удобном для пользователя виде.

Накладывая на собранную информацию другие полученные и собранные данные, такие, например, как качество почвы, условия орошения, метеорологическую информацию, фитосанитарные наблюдения, данные полевых исследований, данные спутникового мониторинга и т.д., можно получать вторичный производный картографический материал аналитического свойства.

На его основании можно судить о степени развития растительных культур на данной площади и в определенное время. Это, возможно, самый оптимальный способ мониторинга показателей плодородия почвы, состояния растительного покрова, зерновых культур и пастбищ, а также их продуктивности, выявления деградации растительных культур или почвы, прогнозирования урожая и т.д. [1].

Космические снимки широко используются для изучения состояния растительного покрова и прогноза продуктивности выращиваемых сельскохозяйственных культур, однако на сегодняшний день требуется уточнить и получить поправочные коэффициенты для различных типов почвы, подстилающих грунтов, интенсивности солнечной радиации, и даже для сортов, например, остистой и безостой пшеницы, так как отражающая способность почвы и земли может изменяться в больших пределах. Решать эти вопросы должны тестовые полигоны Минсельхоза России.

На сегодняшний день в различных регионах России уже функционирует 9 тестовых полигонов, а в ближайшие годы их число должно быть доведено до 20 полигонов.

Один из тестовых полигонов организован при Ставропольском филиале ФГНУ «РосНИИПМ» в станице Суворовской Предгорного района Ставропольского края.

Основные направления деятельности тестового полигона – проведение на тестовом полигоне работ в рамках утвержденного Минсельхозом России и ФГНУ «РосНИИПМ» тематического плана, контрактов и договоров о научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работах, в том числе:

- мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения;

- разработка и внедрение новых методов высокоточного земледелия;

- отработка элементов и техники дистанционного зондирования земель сельскохозяйственного назначения;

- проведение научных исследований по усовершенствованию ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур и технологий орошения;

- работы по экспериментальной проверке, доработке и внедрению в сельскохозяйственное производство установочных партий мелиоративной техники для орошения и сельхозводоснабжения, приборов и оборудования по определению показателей почвенного плодородия в увязке с методами удаленного зондирования земель;

- опытно-производственная проверка устройств, технологий и нормативно-методической документации для обеспечения деятельности сельскохозяйственных предприятий и водохозяйственных организаций, внедрение мониторинга земель на основе удаленного зондирования;

- оказание научно-технических и информационно-консультационных услуг водохозяйственным и сельскохозяйственным организациям по вопросам использования мелиорированных земель, усовершенствованным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур, приемам сохранения и восполнения плодородия земель и пр.;

- разработка и реализация инновационных проектов в области мелиорации и орошаемого земледелия;

- деятельность эколого-аналитической лаборатории в области экологии и агрохимии.

Мониторинг на тестовых полигонах осуществляется с применением следующих методов получения информации: наземные обследо-

вания, съемки, наблюдения и измерения, дистанционное зондирование (космические съемки и наблюдения, съемки и измерения с помощью средств малой авиации и др.), использование фондовых данных.

Согласно программе исследований, в 2008 г. проведены и продолжаются в 2009 г. работы по анализу истории полей, анализу состава почв и рельефа, состоянию растений и их продуктивности в динамике, степени поражения вредителями, болезнями, засоренности по видам сорняков и др. Отчетность оформляется по формам 4-ДДЗ (заполняется службами ГВЦ) и 5-ДДЗ (заполняется агрохимическими центрами субъектов России).

В отличие от центров агрохимических служб, нами проводятся научные исследования на одном поле с различными дозами минеральных удобрений, различными культурами, различными режимами орошения и т.д., дающие возможность получить достоверные данные полевых исследований, сравнить полученные данные с данными удаленного зондирования и получения, таким образом, поправочных коэффициентов в динамике по полям, по видам растений, по наличию питательных веществ в почве, агрофизическим и другим свойствам почвы, влияние уклонов на эродированность почвы и т.д.

В 2009 году дополнительно проводятся пошаговые учеты урожайности с каждого 1-го гектара, т.е. на поле площадью 100 га будут получены данные по урожайности с каждого из 100 га. Опыт использования на тестовом полигоне в 2008 году техники для точного земледелия показал, что наиболее перспективным является использование на операциях, где наиболее эффективно динамическое изменение параметров операции (дозы и нормы) – операциях внесения минеральных удобрений, обработки пестицидами, в т.ч. в ночное время, ингибиторами роста и посева. То есть в первую очередь необходимы распределители твердых минеральных удобрений, полевые опрыскиватели и сеялки точного высева.

Многочисленные данные показывают, что наиболее эффективно применение техники точного земледелия при внесении удобрений, где за счет точного внесения расчетных доз удобрений на планируемую урожайность, с учетом наличия питательных веществ в почве и плановой урожайности, экономится до 30 % удобрений при получении планируемой урожайности.

Применение системы спутникового мониторинга позволяет контролировать сроки и качество проведения основных агротехнических работ, условия влагообеспеченности вегетационного периода, роста, развития и состояния посевов сельскохозяйственных культур, ожидаемую урожайность, возможность повреждения из-за неблагоприятных погодных условий, особо опасных болезней и вредителей и др.

Для решения задач спутникового дистанционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Главным вычислительным центром Министерства сельского хозяйства Российской Федерации и Институтом космических исследований Российской академии наук создана система автоматизированной обработки спутниковой информации. Данная система способна решить следующие задачи:

1. Получение информации об использовании сельхозугодий, их состоянии и продуктивности.
2. Выявление негативных почвенных процессов, распространения засух, опустынивания.
3. Обнаружение признаков поражения культур и ареалов распространения вредителей.
4. Проведение мониторинга чрезвычайных ситуаций (пожаров, паводков, заморозков).
5. Оценка состояния сельхозугодий (классификация посевов, оценка площадей, качества посевов).
6. Оперативная оценка урожая на конкретных полях.
7. Определение запасов влаги в почве (по снежному покрову, по осадкам, поливам).
8. Определение периодов созревания различных видов сельскохозяйственных культур (по вегетационному индексу).
9. Определение хода уборки урожая различных видов сельскохозяйственных культур (по вегетационному индексу).
10. Осуществление контроля хода полевых работ.

Внедрение дистанционного зондирования имеет большие перспективы и является одним из эффективных способов современного производства. В таблице приведены данные, полученные В. Орловым и Н. Бедняковым об экономии средств за счет применения дистанционного зондирования и навигационных систем параллельного вождения GPS для Самарской области, для ЮФО и Ростовской области [2].

**Экономия техники за счет применения
навигационных систем параллельного вождения GPS [2]**

Экономия техники	Самарская область	ЮФО	
		Всего	в т.ч. Ростовская область
Обрабатываемая площадь, тыс. га	1968	2216	241,4
За счет увеличения производительности и уменьшения потребности в культиваторах, млн руб.	73,3	82,5	9,0
За счет отказа от маркеров, млн руб.	75,8	85,4	9,3
За счет увеличения производительности и уменьшения потребности в сеялках, млн руб.	243,8	274,5	29,9
За счет работы в ночное время и уменьшения потребности в опрыскивателях, млн руб.	519,3	584,7	63,7
За счет работы в ночное время и уменьшения потребности в разбрасывателях удобрений, млн руб.	63,3	71,3	7,8
Общая экономия, млн руб.	975,5	1098,4	119,7

Таким образом, дистанционное зондирование и использование ГИС-технологий для сбора данных, обработки и анализа является одной из современных систем поддержки принятия решений на всех уровнях управления сельскохозяйственным производством и повышения эффективности работы АПК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Темников, В.Н. Система дистанционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения / В.Н. Темников, А.В. Столпаков, Д.И. Рухович // www.ArcReview. – 2007. – № 1 (40).

2. Орлов, В. Точное земледелие на вооружении у сельхозтоваропроизводителей / В. Орлов, Н. Бедняков // www.agro-inform.ru.

УДК 631.587:681.3.066

МОНИТОРИНГ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Л.М. Докучаева, Т.В. Усанина

ФГНУ «РосНИИПМ»

Мониторинг орошаемых земель представляет собой систему регулярных длительных наблюдений, дающих информацию о состоянии

окружающей среды (состав, свойства и режим почв и почвенного покрова, оросительных, дренажных, грунтовых, подземных вод, растительности) в границах мелиоративной системы и прилегающих территорий независимо от характера их пользования и правового режима.

Целью мониторинга является наблюдение за состоянием земель для своевременного выявления деградации и загрязнения орошаемых почв, их оценки, прогноза, предотвращения и устранения негативных процессов, обеспечения экологически безопасной ситуации территорий.

До настоящего времени многочисленные обследования, наблюдения, проводимые разными ведомствами в целях изучения земельного фонда, выполняются разобщенно на основе отраслевых нормативно-технических документов. Однако вопросы комплексного изучения земель требуют единого государственного подхода, который должен осуществляться на основе систематических всесторонних наблюдений – мониторинга земель.

Мониторинг земель призван выполнять базовую, связующую роль для всех других видов мониторинга и кадастров природных ресурсов и должен иметь государственный статус. Такой подход обеспечивает получение комплексной информации о земле, минимизацию затрат на функционирование системы наблюдений.

Основные задачи мониторинга орошаемых земель следующие:

- получение своевременной и достоверной информации о мелиоративном состоянии орошаемых земель и прилегающих территорий, их почвенном плодородии, качестве оросительных, грунтовых, коллекторно-дренажных вод, а также о состоянии и развитии растительного покрова;

- обеспечение пользователей на всех уровнях полной текущей, ретроспективной и прогнозной информацией;

- разработка мероприятий по сохранению и повышению плодородия орошаемых земель, предотвращению деградации и загрязнению их дренажными и сбросными водами;

- оценка эколого-мелиоративной эффективности осуществляемых мероприятий по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель, по сохранению и восстановлению их плодородия.

Мониторинг осуществляется путем систематического контроля и наблюдения за основными показателями, отражающими направленность процессов на орошаемых землях. Все контролируемые показа-

тели должны обеспечивать достоверность наблюдаемого процесса. Анализ имеющихся литературных данных свидетельствует о том, что для контроля за почвенным плодородием и мелиоративным состоянием орошаемых почв требуется от 6-8 до 20 показателей и более [1-4].

По нашему мнению, комплексный контроль должен реализовываться при одновременном определении трех групп показателей (рис. 1):

- показатели ранней диагностики позволяют выявить неблагоприятные изменения свойств почв и почвенных режимов;

- показатели краткосрочных или сезонных изменений необходимы для оценки текущего состояния почвенного покрова в связи с прогнозами урожайности и рекомендациями срочного (сезонного) внесения удобрений, проведения поливов и других мер) повышения урожая текущего года;

- показатели долгосрочных изменений, проявляющихся в течение 5-10 лет и более, отражают неблагоприятные тенденции изменения свойств в результате антропогенеза, то есть когда начинают проявляться скрытые процессы почвообразования, которые зачастую являются негативными.

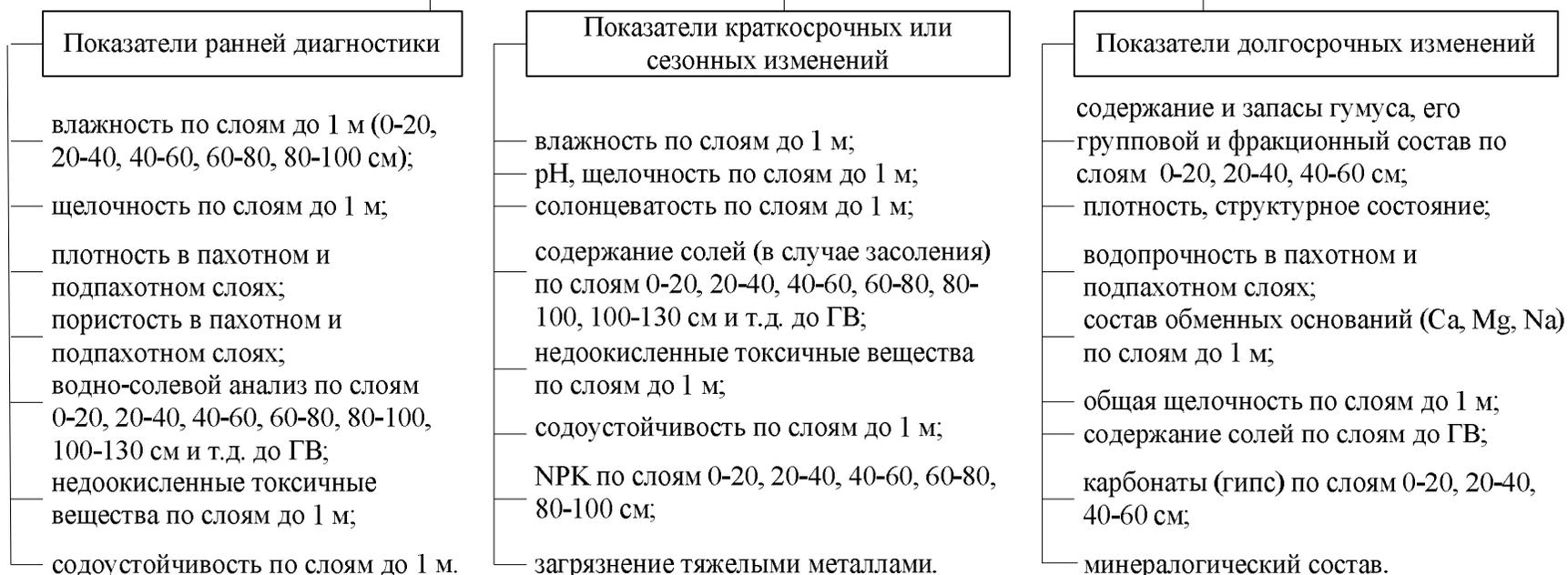
Поскольку при орошении происходит кардинальное изменение водного режима почв и прилегающих территорий, то в систему мониторинга орошаемых земель обязательно включают мониторинг оросительных и сбросных вод и мониторинг грунтовых вод (рис. 1).

Очень большое значение имеет правильная организация мониторинга. Прежде всего, следует руководствоваться тем, что наблюдения ведутся за сложной, постоянно меняющейся в пространстве и во времени биокостной системой.

Мелиоративный контроль на орошаемых землях возложен на гидрогеолого-мелиоративную службу (ГГМС). В настоящее время ГГМС проводит в основном стационарные режимные наблюдения за уровнем грунтовых вод (3 раза в месяц), занимается восстановлением режимных скважин, вышедших из строя, периодически проводит солевые съемки, следит за качеством оросительной воды.

Наблюдение за почвенным плодородием орошаемых земель в настоящее время проводится агрохимическими станциями, но их задача сводится к определению уровня обеспеченности питательными элементами, чтобы дать рекомендации по внесению минеральных и

Мониторинг орошаемых земель



Мониторинг оросительных и сбросных вод

- минерализация, рН и химический состав солей;
- содержание загрязнителей (ТМ, пестициды, нитраты, радионуклиды).

Мониторинг грунтовых вод

- уровень грунтовых вод;
- минерализация, рН и химический состав солей;
- содержание загрязнителей (ТМ, пестициды, нитраты, радионуклиды).

Рис. 1. Система показателей мониторинга орошаемых земель

органических удобрений и к установлению солонцеватости с целью мелиорации. В последние годы работы по мелиорации солонцовых земель практически не проводятся, поэтому и контроль за изменением обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе не ведется. На наш взгляд, агрохимическая служба должна осуществлять контроль за почвенным плодородием, охватывая более широкий набор его показателей. Нами предлагается перечень показателей, необходимый для контроля почвенного плодородия, методика и периодичность их определения и службы, осуществляющие эту работу (таблица).

Нами также разработан классификатор оценки показателей при ведении мониторинга.

Таблица

Рекомендуемый перечень показателей почвенного плодородия и периодичность их определения

Показатель	Метод определения	Периодичность	Глубина опробования	Служба
1	2	3	4	5
Водно-физические свойства				
Структурно-агрегатный состав	по Савинову	ежегодно	0,6 м	АС*)
Плотность скелета почв	по Качинскому	ежегодно	до 1 м	ГГМС**) и АС
Гранулометрический и микроагрегатный состав	по Качинскому	1 раз в 5 лет	до 3 м	АС
Коэффициент дисперсности	расчетный	1 раз в 5 лет	до 1 м	АС
Порозность	расчетный	ежегодно	до 1 м	АС
Плотность твердых фаз	пикнометрический	1 раз в 5 лет	до 2 м	АС
Водопроницаемость	по Качинскому	1 раз в 5 лет	0,6 м	АС
Наименьшая влагоемкость	метод заливаемых площадок	1 раз в 5 лет	1 м	ГГМС
Влажность	термостатно-весовой	4-5 раз в год	до 1 м	ГГМС
Физико-химические свойства				
Водная вытяжка	общепринятая методика	2 раза в год	до 3 м	ГГМС
Состав ППК	общепринятая методика	2 раза в год	до 1 м	АС
Содоустойчивость	по Бобкову	2 раза в год	до 1 м	АС
Гипс	общепринятая методика	1 раз в 5 лет	0,6 м	АС

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
Карбонаты	по Голубеву	1 раз в 5 лет	0,6 м	АС
Минералогический состав	по Горбунову	1 раз в 5 лет	0,6 м	АС
Загрязнение ТМ	общепринятая методика	1 раз в 5 лет	0,6 м	АС
Агрохимические свойства				
Гумус, %	по Тюрину	1 раз в 5 лет	до 1 м	АС
Групповой и фракционный состав гумуса	по Тюрину в модификации Пономаревой-Плотниковой	1 раз в 5 лет	до 1 м	АС
Легкогидролизуемый азот	по Тюрину-Кононовой	2 раза в год	до 0,6 м	АС
Подвижные формы фосфора, калия	общепринятая методика	по фазам развития растений	до 0,6м	АС
Недоокисленные вещества	по Бобкову	весной, после поливов	до 0,4 м	АС
Качество оросительных, грунтовых и коллекторно-дренажных вод				
Минерализация и химический состав	общепринятая методика	2-3 раза в год		ГГМС
УГВ	общепринятая методика	2-3 раза в год		ГГМС
Отточность дренажных вод	общепринятая методика	2-3 раза в год		ГГМС
Загрязнение вод	общепринятая методика	2-3 раза в год		ГГМС
Наблюдения за растениями				
Учет урожая	общепринятая методика	в оптимальные сроки		АС
Загрязнение продукции	общепринятая методика	по необходимости		АС
*) – агрохимическая служба; **) – гидрогеолого-мелиоративная служба.				

Наблюдения необходимо проводить на экспериментальных участках, характеризующихся наиболее типичными мелиоративными и почвенными условиями. С целью своевременного выявления опасности деградации почв рекомендуется размещение экспериментальных участков на территории с более тяжелыми, сложными мелиоративными условиями, где эволюция почвенных и гидрогеологических показателей более отчетливо выражена (ускоренная).

На почвах, где изменения происходят медленнее, экспериментальные участки необходимо размещать на территориях со средними мелиоративными условиями. Реперными или контрольными должны быть поля с традиционной системой земледелия без наложения химических и гидротехнических мелиораций. При выборе контролируемых территорий необходимо соблюдать следующие условия:

- длительность и стабильность характера использования почв, что исключит элемент случайности;

- объем сельскохозяйственной продукции, производимой на преобладающем в районе типе почв, чтобы полученные результаты могли быть увязаны с прогнозом валового сбора сельскохозяйственной продукции с территории, характеризуемой выбранным полигоном;

- наличие удобного сообщения и возможности организации стационарных исследований с использованием местных ресурсов.

Анализ химического состава и определение свойств почв, воды, растений выполняются стандартными методами на аттестованных и поверенных приборах. В лаборатории должен быть обеспечен внутренний и внешний контроль.

Для правильной организации сбора и обработки многочисленных комплексных данных, полученных мелиоративными и агротехническими службами, необходима специальная контролирующая организация, обеспечивающая координацию, анализ результатов мониторинга на региональном уровне для принятия необходимых мер с целью предупреждения процессов деградации почв. Кроме того, контролирующая организация должна иметь и юридические права. Целесообразно разрабатывать паспорта орошаемых полей любых форм собственности, а контролирующая организация должна разрабатывать систему санкций и порядок взыскания ущерба за снижение почвенного плодородия, в соответствии с утвержденным паспортом.

Таким образом, полная организация мониторинга земель, особенно орошаемых, очень сложная, но необходимая задача. От ее осуществления зависит не только экологическая ситуация наших земель, но и возможность эффективно использовать их в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольский, Г.В. Принципы и задачи почвенного мониторинга / Г.В. Добровольский, Д.С. Орлов, Л.А. Гришина // Почвоведение. – 1983. – № 11.

2. Айдаров, И.П. Регулирование водно-солевого режима орошаемых земель / И.П. Айдаров. – М.: Агропромиздат, 1985.

3. Волобуев, В.Р. Введение в энергетику почвообразования / В.Р. Волобуев. – М.: Наука, 1974.

4. Методы исследования и приборное обеспечение почвенно-экологического мониторинга на мелиорируемых землях: научно-техн. обзор. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2005.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ¹

В.И. Ольгаренко, И.В. Ольгаренко
ФГОУ ВПО «НГМА»,

Г.В. Ольгаренко
ФГНУ ВНИИ «Радуга»

Мелиоративные системы, являясь составной частью агроландшафта, должны быть прежде всего экологически надежными, то есть сохранять экологическое равновесие в установленных пределах в течение длительного времени. Это условие обуславливает определенные требования к технологии создания и функционирования мелиоративных систем, причем в полной взаимосвязи с окружающей природной средой и допустимыми минимальными антропогенными воздействиями на ее компоненты.

Функционирование мелиоративных систем в указанном режиме обуславливает необходимость установления и изучения всех факторов, влияющих на экологическую надежность систем, то есть способность систем сохранять все установленные экологические показатели в течение заданного срока службы. Классификация факторов, определяющих экологическую надежность мелиоративных систем, приведена на рис. 1, которые разделяются на объективные и субъективные. К объективным относятся взаимодействия мелиоративных систем с компонентами окружающей природной среды: почвы и грунты, растительный и животный мир, воздушная среда, водные объекты, поверхностные и грунтовые воды, ландшафты; а также жизненного цикла системы, включающей процессы старения и износа объектов, стихийные бедствия. К субъективным – несовершенство комплекса технических и технологических решений при проектировании, строительстве и эксплуатации мелиоративных систем, и в том числе несоблюдение правовых и экологических законов, невыполнение санитарных, эпидемиологических и природоохранных требований.

Мелиоративная система в процессе своего функционирования оказывает воздействие на вышеуказанные компоненты окружающей природной среды. Важное значение имеют исторические условия

¹ – Издается в авторской редакции.

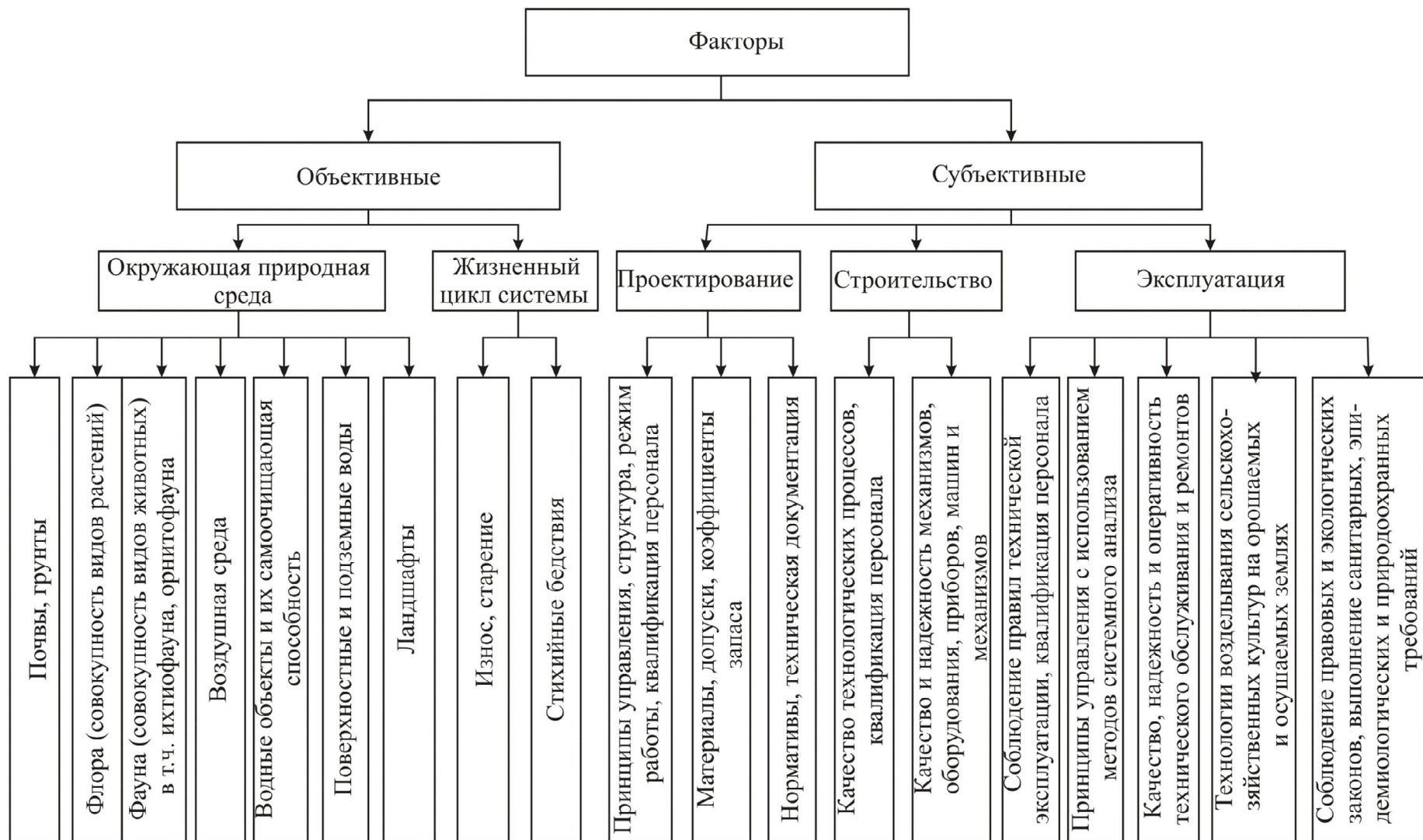


Рис. 1. Классификация факторов, определяющих экологическую надежность мелиоративных систем

территории, на которой проектируется мелиоративная система – наличие исторических памятников, архитектурных и других объектов, которые следует сохранять и создавать соответствующие условия для их нормального содержания. К субъективным факторам, кроме вышеуказанных, относятся служба эксплуатации, соответствующие административные, сельскохозяйственные, водохозяйственные организации, а также водопользователи, которые обязаны выполнять все необходимые санитарные, эпидемиологические и природоохранные требования.

Наблюдения за почвенным плодородием и мелиоративным состоянием орошаемых земель осуществляются агрохимическими станциями и гидрогеолого-мелиоративной службой, находящейся в структуре региональных управлений по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению на существующей наблюдательной сети.

Показатели почвенного плодородия и мелиоративного состояния орошаемых земель делятся на три группы в зависимости от фактора времени:

- показатели ранней диагностики появления неблагоприятных изменений свойств почв и почвенных режимов;

- показатели, характеризующие сезонные или краткосрочные (2-5 лет) изменения свойств почв. Эта группа показателей необходима для оценки текущего состояния почвенного покрова, внесения оперативной информации в технологию возделывания сельскохозяйственных культур;

- показатели долгосрочных изменений, проявляющиеся в течение 5-10 лет и более, отражающие неблагоприятные тенденции изменения свойств почв во времени под воздействием различных факторов.

Показатели потенциального плодородия почв также делятся на три группы (рис. 2):

- агрохимические (гумус, NPK, микроэлементы, pH, содержание токсичных солей, общей щелочности, состава почвенно-поглощающего комплекса);

- агрофизические (гранулометрический состав, структурное состояние, водопропускность, объемная масса, общая пористость);

- биологические (общее количество микроорганизмов, нитрифицирующая и азотофиксирующая способности, ферментативная активность).



Рис. 2. Оценка показателей почвенного плодородия

Выбор показателей для каждой зоны орошения должен быть оптимальным и в то же время достаточным для полной характеристики объекта. Для зон орошения наиболее характерны показатели, характеризующие следующие свойства почв: водно-физические, физико-химические и агрохимические.

Для оценки степени воздействия факторов на компоненты окружающей природной среды необходимо установить предельное значение параметров, их оптимальные и предельно-допустимые значения (рис. 3).

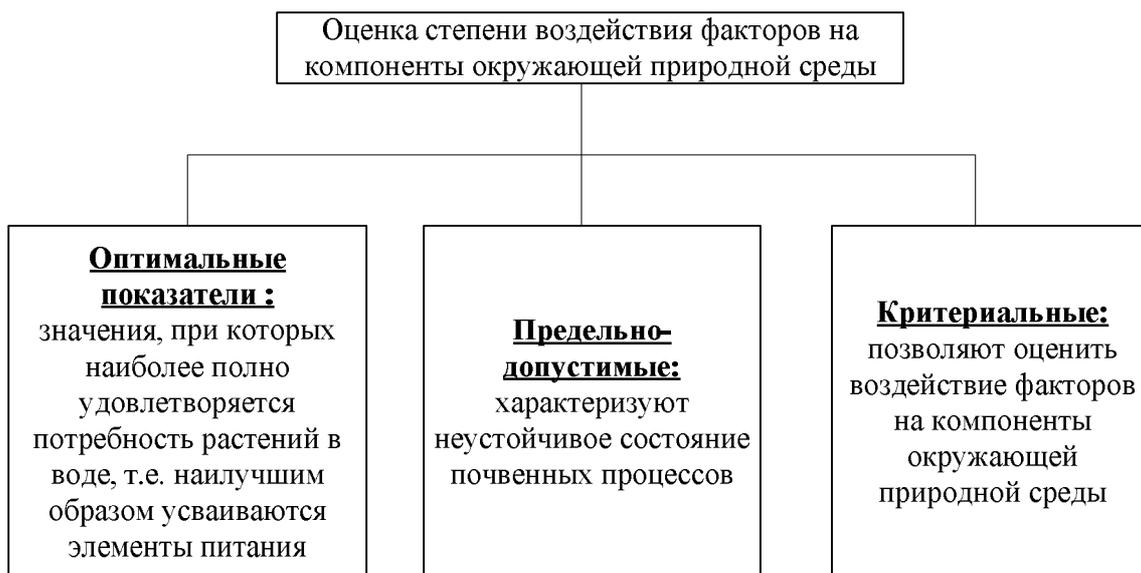


Рис. 3. Оценка систем воздействия факторов на компоненты окружающей природной среды

На основании полученной системы показателей разрабатывают конкретные организационные, технические и технологические мероприятия по сохранению, восстановлению и увеличению почвенного плодородия, которые подразделяются на две группы: первая – мероприятия, исключающие негативные процессы в почве; вторая – мероприятия по воспроизводству и регулированию почвенного плодородия.

К первой группе относится комплекс мероприятий по снижению уровня грунтовых вод; борьбе с вторичным засолением; устранению щелочности и солонцеватости почв; уменьшению уплотнения и слитизации почв.

Ко второй группе – комплекс мероприятий по бездефицитному балансу гумуса и оптимальному питательному режиму почвы; освоению севооборотов, насыщенных многолетними травами и пожнивными культурами; ресурсосберегающим технологиям обработки почвы;

научно обоснованным технологиям внесения органоминеральных удобрений.

Научно-исследовательские центры соответствующих заинтересованных министерств и ведомств должны разрабатывать на местах соответствующие технологические процессы, оформляя их в необходимые формы научно-методических документов для конкретных орошаемых регионов с учетом их природно-климатических условий, а также создавшихся особенностей хозяйственной деятельности водопользователей и форм собственности.

Результирующим мероприятием при реализации технологий по исключению негативных процессов в почвах, а также восстановлению и регулированию почвенного плодородия является определение технико-экономической эффективности с экологическими и социальными аспектами. Интегральным показателем плодородия почвы является урожайность сельскохозяйственных культур на орошаемых землях, которая и указывает на эффективность реализации комплекса технологических процессов. Высокая урожайность сельскохозяйственных культур и значения всех загрязняющих параметров в почве ниже их предельно допустимых концентраций обеспечивают нормальную экологическую обстановку и экологическую надёжность мелиоративных систем с позиций почвообразующих процессов.

Аналогичная система классификации показателей по их восстановлению проведена по всем субъективным и объективным факторам. К примеру, «Поверхностные и подземные воды». В основу положены разработки ВНИИГиМа, и в частности профессора Светланы Яковлевны Бездниной (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Комплексные показатели качества оросительных вод
(С.Я. Безднина, 1990)**

Показатели (мг-экв/л)	Для оценки опасности развития процессов	Актуально для зон
$\text{Cl}^-; \text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$	Хлоридного засоления почв	Полупустынная, пустынная
$\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$	Натриевого осолонцевания почв	Лесостепная, степная, сухостепная, полупустынная
$\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$	Магниевого осолонцевания почв	Степная, сухостепная, полупустынная, пустынная
$(\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) -$ $-(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	Содообразования почв	Лесостепная, степная, сухостепная

Показатели качества оросительной воды, подлежащие нормированию в системе «вода-сооружение» (С.Я. Безднина, 1990)

Группа показателей	Лимитирующий признак вредности	Показатели
А	Агрессивность воды по отношению к бетону	Водородный показатель Аммоний Магний Сульфаты Угольная кислота
В	Коррозия и образование осадка карбонатов	Индекс Ланжелье Индекс Ризнера
С	Засорение и закупорка оборудования	Водородный показатель Сухой остаток Взвешенные вещества Марганец Железо Сероводород Микробные популяции Скорость биообрастания

Система оценки качества оросительной воды приведена на рис. 4 и включает пять классификаций.

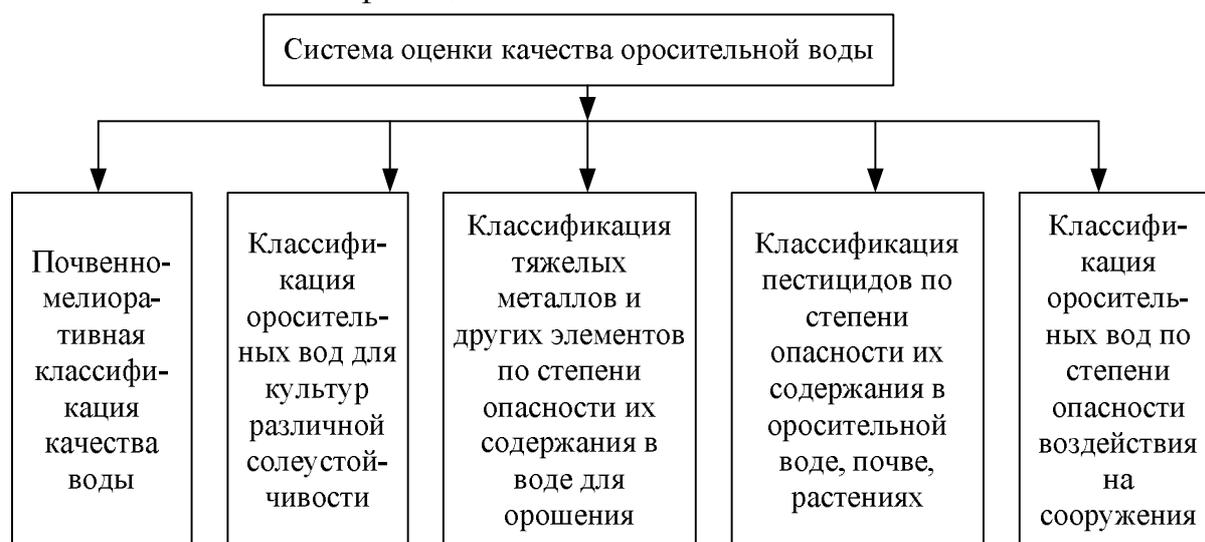


Рис. 4. Система оценки качества оросительной воды

Изучение процессов взаимодействия оросительной воды с почвой российскими и зарубежными исследователями обеспечило разработку почвенно-мелиоративной классификации качества оросительной воды, приведенной в табл. 3.

Классификация тяжелых металлов и других элементов по степени опасности их содержания в воде для орошения приведена в табл. 4.

Таблица 3

**Почвенно-мелиоративная классификация
качества оросительной воды**

Класс качества воды	Минерализация воды, г/л для орошения почв			Оценка качества воды по степени опасности развития процессов в почвах			
	с тяжелым механическим составом и почв, имеющих ППК > 30	со средним механическим составом и почв, имеющих ППК 15-30	с легким механическим составом и почв, имеющих ППК < 15	хлоридного засоления	натриевого засоления	магниевого осолощения	содообразования
				Cl ⁻ ; мг-экв/л	Na ⁺ /Ca ²⁺ мг-экв/л	Mg ²⁺ /Ca ²⁺ мг-экв/л	(CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻) - (Ca ²⁺ + Mg ²⁺) мг-экв/л
I Неопасный	0,2-0,5	0,2-0,6	0,2-0,7	<2,0	<0,5	<1,0	<1,0
II Малоопасный	0,5-0,8	0,6-1,0	0,7-1,2	2,0-4,0	0,5-1,0	1,0-1,5	1,0-1,25
III Умеренно опасный	0,8-1,2	1,0-1,5	1,2-2,0	4,0-10,0	1,0-2,0	1,5-2,5	1,25-2,5
IV Опасный	>1,2	>1,5	>2,0	>10,0	>2,0	>2,5	>2,5

Таблица 4

**Классификация тяжелых металлов и других элементов
по степени опасности их содержания в воде для орошения**

Класс	Показатель	ПДК в оросительной воде, мг/л	Лимитирующий признак вредности			
			ФТ	Т	ВМ	СТ
1	2	3	4	5	6	7
I Малоопасный	Стронций	7,0	1 ¹⁾	2	3.2.2 ²⁾	1
	Алюминий	5,0	2.1.1	1	3.2.1	1
	Литий	2,5	2.1.1	1	2	1
II Умеренно опасный	Железо ⁶⁾	5(0,3) ⁴⁾	3.2.1	1	3.2.1.	2
	Цинк ⁶⁾	1,0	3.2.1	3 ³⁾	3.2.1.	2
	Марганец ⁶⁾	0,2	3.2.1	2	3.2.1.	2
	Хром (Cr ³⁺)	0,5	1.2.2	2	2	2
	Молибден	0,01	1.2.2	2	1.2.3	2
	Ванадий	0,1	2	2	2.3.3	2
	Вольфрам	0,05	2	2	1	2
	Висмут	0,1	2	2	1	2
	Фтор	1,0	3.2.1	2	3	2
	Бор ⁶⁾	0,3-3,0 ⁵⁾	3.2.1	2	3	2
Селен	0,02	1.2.2	3	1.2.3	2	

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
III Опасный	Никель	0,2	3.3.2	3		3
	Медь ⁶⁾	0,2	3.3.2	3	3.2.2	3
	Хром (Cr ⁶⁺)	0,1	2.3.3	3	2	3
	Кобальт ⁶⁾	0,05	3.3.2	3	2.1	3
	Свинец	0,03	3	3	2.1.1	3
	Кадмий	0,01	3	3 ³⁾	3.2.2	3
	Ртуть	0,005	3	3	3.2.2	3
	Бериллий	0,1	3	2	2	3
	Мышьяк	0,05	3	3	2.3.3	2

Примечания:
 1) – индексы опасности: 1 – малоопасные; 2 – умеренно опасные; 3 – опасные;
 2) – 3.2.2 – индексы опасности соответственно для орошения кислых, нейтральных и щелочных почв;
 3) – накопление в генеративных органах растений;
 4) – в скобках для капельного орошения;
 5) – в зависимости от бороустойчивости сельскохозяйственных культур;
 6) – в микродозах необходимы для растений (микроэлементы).

Выполнены исследования по установлению возможности повышения водообеспеченности оросительных систем Ростовской области за счет использования коллекторно-дренажного стока, оценка пригодности которого для орошения проведена по объемам стока, минерализации и солевому составу, а также по содержанию загрязняющих веществ. Установлено, что в качестве дополнительного источника для орошения сельскохозяйственных культур можно использовать объем стока 35 % коллекторов, что составляет в зависимости от обеспеченности года от 130 до 160 млн м³ оросительной воды удовлетворительного качества, в том числе по Багаевско-Садковской оросительной системе до 8...9,5 млн м³.

Влияние высокоминерализованных оросительных вод на урожайность сельскохозяйственных культур установлено на основе полученных экспериментальных данных и исследований, проведенных ранее учеными РосНИИПМ и НГМА, которые описываются параболической зависимостью с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,91$:

$$V_0 = 0,005C^2 + 0,035C - 0,082,$$

где V_0 – отношение фактической урожайности (V_{ϕ}) при данной минерализации оросительной воды к урожайности проектной ($V_{п}$) при $C \leq 0,5$ г/л;

C – минерализация оросительной воды, г/л.

Для прогнозных расчетов, на основании исследований авторов и обобщения материалов литературных источников, получена зависимость для определения ирригационного показателя качества оросительной воды (рис. 5), которая описывается плоскостью логарифмического вида:

$$Y = 0,825 + 0,31 \ln X + 0,34 \ln Z; R^2 = 0,93,$$

где Y – показатель опасности развития процесса осолонцевания $[\text{Na}^+ / (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})]$;

X – минерализация оросительной воды, г/л;

Z – содержание токсичных солей в воде $(0,07\text{Na}^+ + 0,06\text{Mg}^{++})$, г/л.

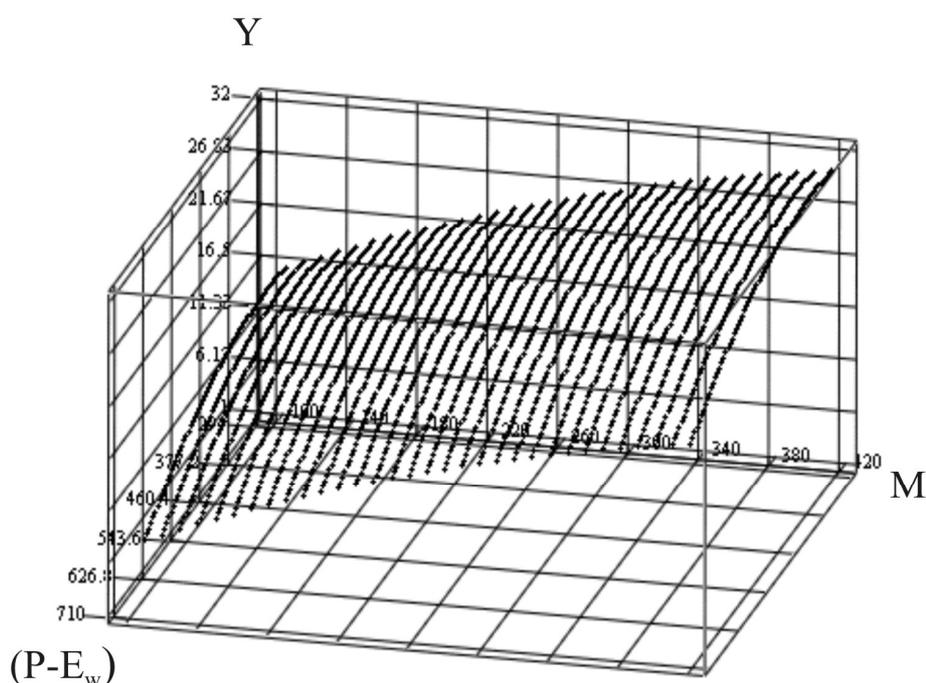


Рис. 5. Зависимость для определения ирригационного показателя качества оросительной воды

Если значение показателя составляет величину от 0 до 0,7 – в этом случае оросительная вода по классификации относится к I классу; если показатель принимает значения от 0,7 до 0,9 – оросительная вода II класса; от 0,9 до 1,1 – оросительная вода III класса; от 1,1 до 1,2 – IV класса (рис. 5).

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И ОБЪЕКТОВ С ПОЗИЦИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА¹

В.И. Ольгаренко, И.В. Ольгаренко

ФГОУ ВПО «НГМА»,

Г.В. Ольгаренко

ФГНУ ВНИИ «Радуга»

Государственный контроль мелиоративных систем и объектов должен иметь четко разработанную организационную структуру на уровне соответствующих отраслей и министерств агропромышленного комплекса России с учетом всех уровней иерархий управления производственными процессами с координирующим и управляющим центром на государственном уровне. Данная структура должна быть разработана на базе существующих структур Минсельхоза России, Министерства природных ресурсов, Госстандарта России и других заинтересованных министерств и ведомств.

Эффективность организационной структуры государственного контроля должна основываться на разработке и реализации функциональной системы контроля с использованием методов системного анализа, экономико-математических методов с применением ПЭВМ, информационных технологий, систем поддержки принятия управленческих решений (СППР) с учетом современного уровня научно-технических достижений и форм собственности для конкретных почвенно-климатических условий мелиорируемых агроландшафтов.

Система контроля технического состояния мелиоративных систем, гидротехнических сооружений, насосных станций, приборов и оборудования в системе экологического мониторинга должна функционировать с учетом имеющихся организационных структур и их производственных баз Минсельхоза России, Минприроды и других министерств и ведомств России, относящихся к системе охраны окружающей природной среды.

Например, оценка уровня технического состояния оросительных систем классифицируется по десяти основным показателям и в зависимости от их численных значений подразделяется на четыре разряда.

¹ – Издается в авторской редакции.

В таблице приведена соответствующая оценка оросительных систем Ростовской области по данным 2008 года.

Таблица

**Оценка уровня технического состояния
оросительных систем Ростовской области**

Показатели	Водозабор из источника	КЗИ	Площадь засоленных земель, %	Земли с критической глубиной залегания УГВ, %	КПД	Водообеспеченность системы по расчетному году, за вегетационный период, %	Объем наносов, %	Межхозяйственная коллекторно-дренажная и сборная сеть, м/га	Межхозяйственные каналы и ГТС, %	Внутрихозяйственная сеть			
										Каналы инженерного типа, %	Водовыпуски, шт./1000 га	Площадь поливных участков, га	Техника полива, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Нормативные показатели:													
I	п	>90	нет	<10	>0,8	100	<10	>20	100	100	51	20	80-100
II	п	0,7-0,9	<10	<20	0,65-0,8	90-70	11-20	20-10	75-95	75-95	41-50	10-20	65-80
III	б/п	0,7-0,5	10-30	<30	0,5-0,65	70-60	21-40	10-5	65-75	65-75	30-40	5-10	50-65
IV	б/п	<0,5	>50	>30	<0,5	<60	>41	<5	<65	<65	<30	<5	<50
Техническое состояние объектов. Филиалы:													
Багаевско-Садковский													
	б/п	0,55	15,0	<30	0,62	<60	11,0	10-5	<65	<65	<30	<5	<50
р	III	III	III	III	III	IV	II	III	IV	IV	IV	IV	IV
Волгодонской													
	б/п	0,62	17,0	<30	0,65	<60	11-20	10-5	<65	<65	<30	<5	<50
р	III	III	III	III	III	IV	II	III	IV	IV	IV	IV	IV
Азовский													
	б/п	0,66	20,0	<30	0,51	<60	11-20	10-5	<65	<65	<30	<5	<50
р	III	III	III	III	III	IV	II	III	IV	IV	IV	IV	IV
Аксайский													
	б/п	0,60	19,0	<30	0,54	<60	11-20	10-5	<65	<65	<30	<5	<50
р	III	III	III	III	III	IV	II	III	IV	IV	IV	IV	IV
Весёловский													
	б/п	0,57	18,0	<30	0,60	<60	11-20	10-5	<65	<65	<30	<5	<50
р	III	III	III	III	III	IV	II	III	IV	IV	IV	IV	IV
Верхне-Сальский													
	б/п	0,7	20,0	<30	0,60	<60	11-20	10-5	<65	<70	<30	<5	<50
р	III	III	III	III	III	IV	II	III	IV	III	IV	IV	IV

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Мартыновский													
	б/п	0,65	22,0	<30	0,62	<60	11-20	10-5	<65	<70	<30	<5	<50
р	III	III	III	III	III	IV	II	III	IV	III	IV	IV	IV
Неклиновский													
	б/п	0,70	15,0	<30	0,65	<60	11-20	10-5	<65	<70	<30	<5	<50
р	III	III	III	III	III	IV	II	III	IV	III	IV	IV	IV
Пролетарский													
	б/п	0,65	17,0	<30	0,60	<60	11-20	10-5	<65	<70	<30	<5	<50
р	III	III	III	III	III	IV	II	III	IV	III	IV	IV	IV
Семикаракорский													
	б/п	0,66	20,0	<30	0,58	<60	11-20	10-5	<65	<70	<30	<5	<50
р	III	III	III	III	III	IV	II	III	IV	III	IV	IV	IV
Примечание: п – плотинный; б/п – бесплотинный; р – разряд.													

Многолетний опыт эксплуатации оросительных систем, наряду с общей положительной оценкой их деятельности в деле повышения эффективности использования орошаемых земель и увеличения производства сельскохозяйственной продукции, установил отдельные тенденции отрицательного влияния орошения на мелиоративное состояние земель, снижения его эффективности. Неблагоприятные экологические процессы на оросительных системах обусловлены комплексом причин, которые можно представить структурной схемой, состоящей из трех блоков: неудовлетворительные почвенно-климатические и гидрогеологические условия; нерациональные технологии и низкий технический уровень оросительных систем; неудовлетворительное состояние процесса эксплуатации систем и управления водопользованием (рис. 1).

Создание нормальных экологических условий на оросительных системах обеспечивается путем разработки и реализации комплекса мероприятий, входящих в систему экологического мониторинга, состоящих из пяти взаимосвязанных блоков: инженерно-технические; технологические; информационно-управленческие; кадровое обеспечение; современная нормативно-методическая база (рис. 2). Реализация вышеуказанных мероприятий в конечном итоге обеспечивает экологически надежное функционирование оросительных систем, сохранение окружающей природной среды как в сфере влияния систем, так и прилегающих к ним территорий.

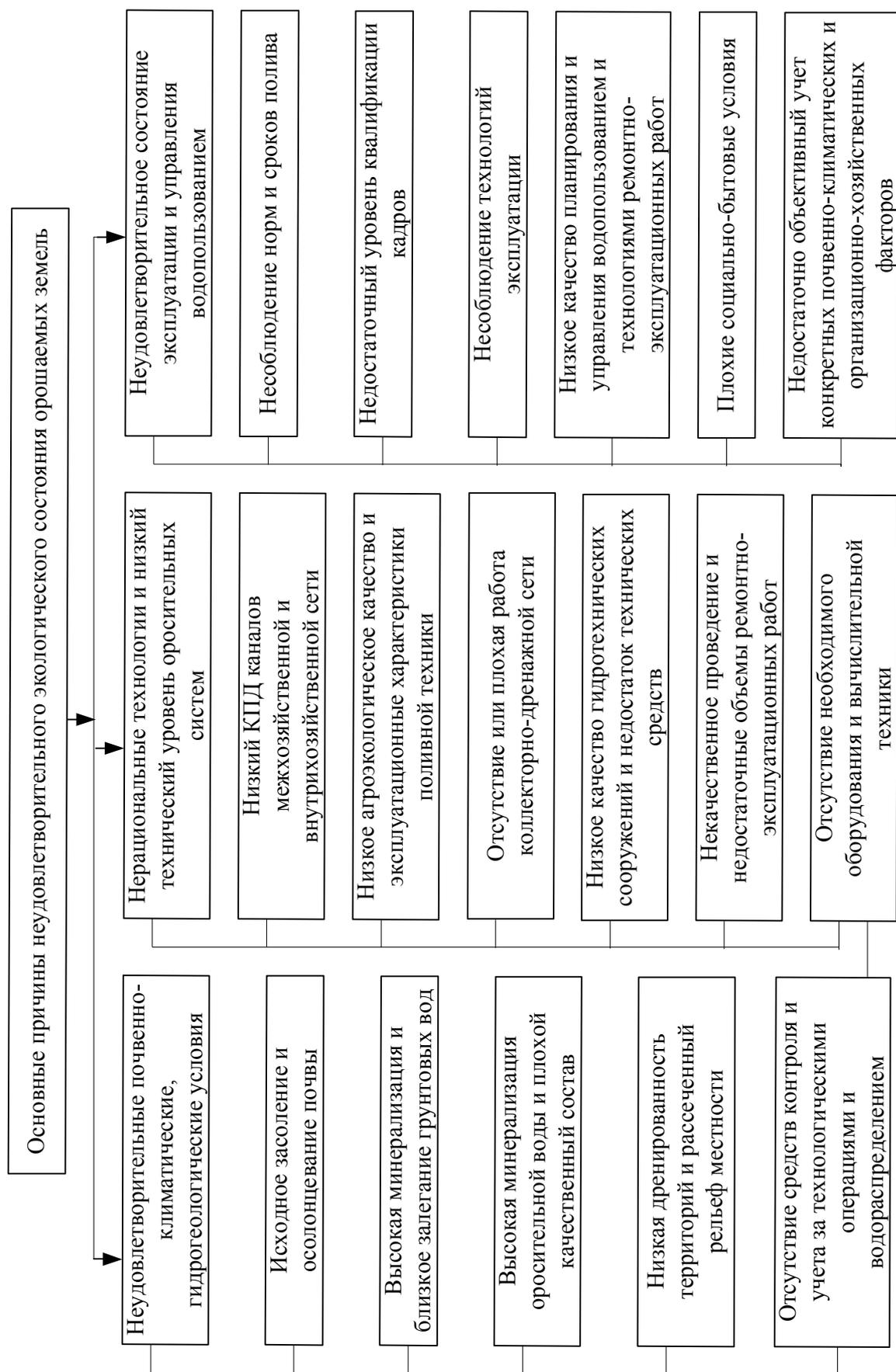


Рис. 1. Структурная схема, характеризующая развитие неблагоприятных экологических процессов

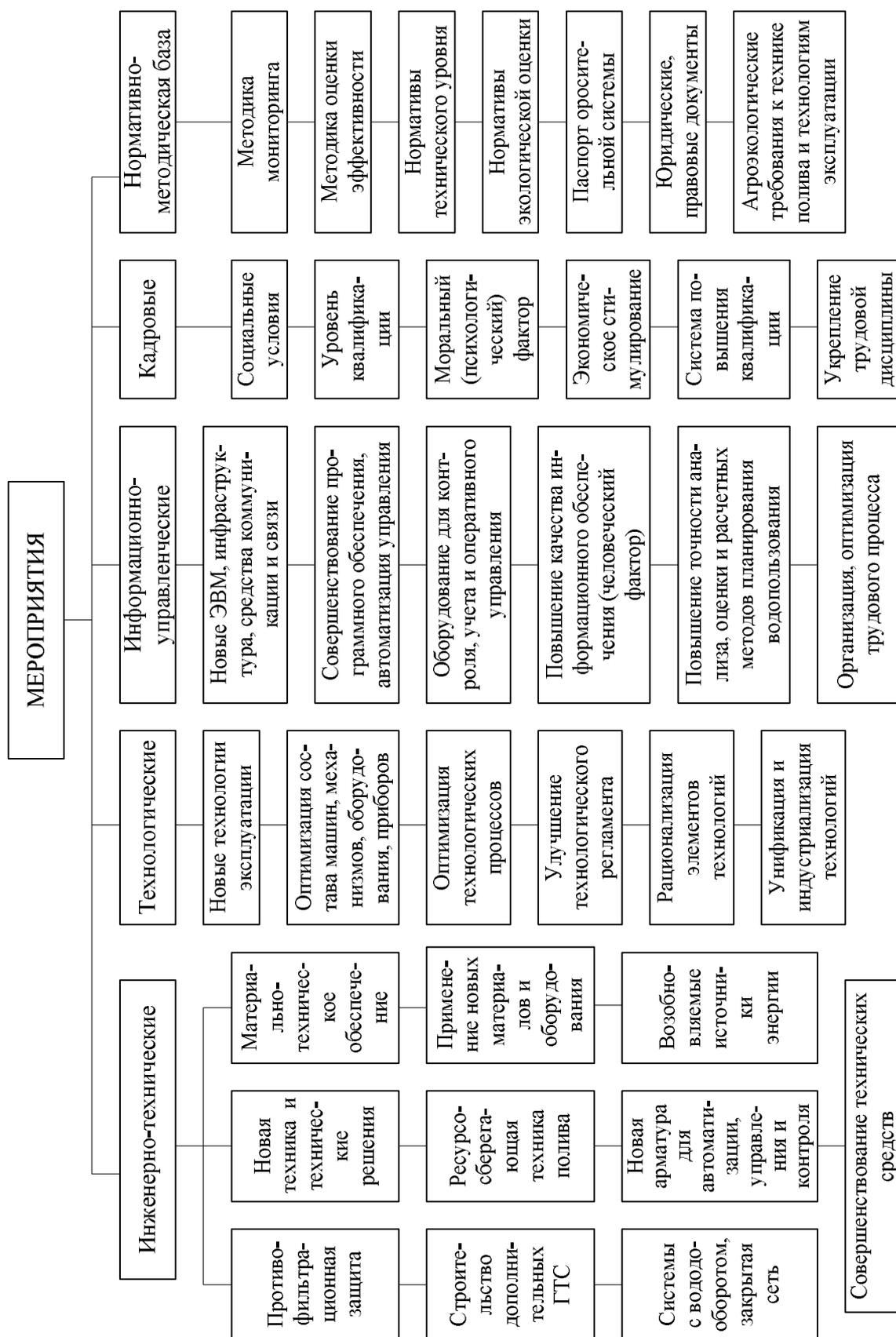


Рис. 2. Комплекс мероприятий по созданию экологически устойчивых оросительных систем

Система организации контроля за техническим состоянием поливной техники и технологий орошения в своей деятельности на первом этапе руководствуется имеющейся нормативно-методической документацией, и в том числе разработками РосНИИПМ и НГМА, изложенными в соответствующих разделах учебника. В дальнейшем необходимо значительное расширение и совершенствование организационных структур управления Службы контроля, а также разработка новых нормативных документов в системе экологического мониторинга с учетом социально-экономических, экологических и природно-хозяйственных условий регионов орошения.

Служба контроля при головной организации координирует получение исходной информации от региональных управлений сельского хозяйства, региональных федеральных государственных управлений по мелиорации земель по соответствующей номенклатуре показателей, обобщает и систематизирует данные, осуществляет системный контроль за показателями урожайности сельскохозяйственных культур в разных регионах страны. Указанная Служба периодически проводит контроль за работой различных подразделений системы, а также, при необходимости, устанавливает причины изменения показателей использования техники и технологии орошения в конкретном районе (регионе). Кроме этого, она обеспечивает методическое руководство и координацию деятельности исполнительных органов государственной системы контроля, разрабатывает и внедряет нормативно-методическую документацию.

Департамент мелиорации и технического обеспечения Минсельхоза России, на основе обобщенных данных об эффективности использования техники и технологий орошения в регионах страны, определяет приоритетные направления при формировании стратегии развития орошаемого земледелия, принимает решения при формировании инвестиционной политики в аграрной отрасли, выходит с законодательными инициативами, формирует штат сотрудников Службы контроля при Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации, а также региональных и местных водохозяйственных и сельскохозяйственных организаций.

Оценка качества поливной техники определяется на основе проведения ее технической диагностики по существующим стандартам

по следующим направлениям: экспертиза комплексности машин; характеристика почв, а также агротехнических и метеорологических условий участков орошения; энергетическая оценка поливных машин и установок; оценка надежности поливной техники; экспертиза качества изготовления и степени износа быстроизнашивающихся деталей машин; сбор и обработка информации при диагностике, определении показателей и оценка надежности диагностируемых машин; организация и проведение эксплуатационно-технологической оценки дождевальных машин; экологическая оценка поливной техники.

Разработка и реализация ресурсосберегающих технологий орошения сельскохозяйственных культур должна осуществляться на высоком научно-методическом уровне, который обеспечивает допустимые антропогенные воздействия факторов реализации на окружающую природную среду. Современные научные подходы должны учитывать: методологию ландшафтного подхода при формировании процессов и явлений на оросительных системах; максимум факторов, влияющих на взаимодействие оросительной системы и ее конструктивных особенностей с компонентами окружающей природной среды в режиме оптимизации; обеспечение экологической устойчивости функционирования оросительных систем при высокой их продуктивности.

Использование данных подходов позволило представить модель оросительной системы как объект управления с учетом экологических требований, что обусловило разработку функциональной структуры комплекса задач управления технологическими процессами на экологически ориентированных оросительных системах, которая значительно расширяет существующую систему наблюдений, анализа, контроля и управления технологическими процессами. Реализация технологий в системе функциональной структуры обеспечит функционирование оросительных систем как экологически надежных.

Важным фактором в дальнейшем совершенствовании вышеуказанных функциональных структур является разработка и внедрение системы анализа и отчетности результатов планирования и реализации всех технологических процессов на мелиоративных системах на государственном уровне, то есть создание единой системы Государственного контроля, четко организованной и функционирующей на всех уровнях вертикальной иерархии, начиная от Министерства сель-

ского хозяйства Российской Федерации, с его соответствующими структурными подразделениями, до административных районов, в которых расположены орошаемые земли, и, соответственно, сельскохозяйственных и водохозяйственных организаций, с обязательным учетом деятельности хозяйств всех форм собственности.

Интегральным показателем эффективности и использования мелиорируемых земель являлась высокая их продуктивность, а также надежность функционирования систем, при условии сохранения окружающей природной среды.

Наблюдения за мелиоративным состоянием орошаемых и осушаемых земель в настоящее время проводят соответствующие гидрогеологомелиоративные партии, находящиеся в составе управлений систем, по материалам которых составляется мелиоративный кадастр по состоянию на первое января последующего года. Анализ материалов дает возможность оценить мелиоративное состояние по следующим показателям: хорошее, удовлетворительное и неудовлетворительное, и предложить мероприятия по улучшению мелиоративного состояния.

Показателем эффективности использования мелиорируемых земель являются следующие виды оценок: организационно-хозяйственные, экономические и экологические.

Организационно-хозяйственная оценка эффективности требует постоянного и четкого организованного учета, отчетности и контроля по установленным показателям по всей вертикальной системе иерархии управления Минсельхоза России, начиная с хозяйств всех форм собственности.

Экономическая эффективность определяется, в основном, интегральным показателем – урожайностью сельскохозяйственных культур, на величину которой влияет большое количество факторов, и прежде всего продуктивность почв. Например, наличие негативных процессов на орошаемых землях – засоление и осолонцевание почв – влияют на степень снижения урожайности сельскохозяйственных культур на 10-20 % на слабозасоленных почвах; на 20...50 % – на средnezасоленных и до 50...80 % – на сильнозасоленных. Аналогично, на слабосолонцеватых почвах урожайность снижается на 10...15 %; на сильносолонцеватых – до 25...35 %, а на солонцах –

до 60 %. Наличие недоокисленных токсичных веществ свидетельствует о наличии периодического переувлажнения и заболоченности почв, поэтому обеспечение высокой урожайности сельскохозяйственных культур на мелиорируемых землях требует выполнения всех технологических процессов возделывания культур в оптимальном режиме.

Экологическая эффективность использования мелиорируемых земель обеспечивается путем соблюдения всех допустимых экологических ограничений, воздействия антропогенных факторов на компоненты окружающей природной среды как мелиоративных систем, так и прилегающих к ним территорий.

Определение всех показателей эффективности использования мелиорируемых земель в полном объеме и с достаточной степенью точности и объективности требует дополнительной организации системы наблюдений, анализа, оценок и прогноза в системе экологического мониторинга мелиоративных систем.

В России государственный экологический мониторинг могут осуществлять следующие организации и ведомства: федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ); Министерство здравоохранения РФ; Министерство сельского хозяйства РФ; Федеральная служба земельного кадастра России; Главные научно-исследовательские центры и др. Деятельность организаций и соответствующих служб должна координироваться единой государственной системой экологического мониторинга (ЕГСЭМ), подсистемами которой являются территориальные (региональные) системы экологического мониторинга (ТСЭМ) административно-территориальных делений Российской Федерации (областей, краев, республик и т.д.). Исходным звеном в системе мониторинга является сеть наблюдательных станций, которые обеспечивают получение необходимой информации для соответствующего анализа и составления прогнозов.

В настоящее время в пятидесяти субъектах Российской Федерации развернуты работы по созданию территориальных систем экологического мониторинга (ТСЭМ), а в 20-ти регионах уже существуют территориальные информационно-аналитические центры (ТИАЦ) в рамках ТСЭМ, оснащенные современными компьютерными технологиями.

НОРМАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

И.Н. Ильинская
ФГНУ «РосНИИПМ»

Основой повышения эффективности использования мелиорированных земель является создание организационно-территориальных, социальных, экономических, экологических и правовых условий, обеспечивающих организацию рационального землепользования, защиту прав собственников земли, землепользователей и землевладельцев, функционирование земли в гражданском обороте, сохранение плодородия почв, защиту земель от деградации и развитие устойчивого аграрного землепользования.

В связи с этим особую значимость приобретает определение критериев оценки мелиорированных земель и рационального землепользования с учетом эколого-экономических факторов, а также показателей качественного учета и оценки их в условиях трансформирующейся аграрной экономики.

В сельском хозяйстве страны за последние десятилетия отмечены устойчивые тенденции к снижению эффективности использования мелиорированных земель, ухудшению во многих регионах почвенного плодородия, вызванные комплексом объективных и субъективных причин.

Весь этот период происходило непрерывное сокращение площадей орошаемых сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации. Так, по данным мелиоративного кадастра, площадь орошаемых земель Российской Федерации с 1990 по 2002 годы снизилась на 1701,5 тыс. га, или на 27,6 %, затем с 2002 года наметилась некоторая стабилизация (табл. 1).

Вместе с тем в последние годы (2002-2007) отмечено нарастание ряда негативных процессов на мелиорированных землях. Так, на 25,5 % возросли площади неиспользуемых земель, в том числе вдвое – по причине засоления и заболачивания. Почти не снижаются площади с залеганием грунтовых вод менее 1 м и с минерализацией их более 3 г/л, а также сильно засоленных и сильно солонцеватых почв.

Состояние мелиорированных земель РФ в динамике, тыс. га [1]

Показатели	Годы		
	2002	2005	2007
Всего мелиорированных земель, в том числе:	8884,0	9345,9	9275,5
- орошаемых	4454,1	4546,1	4497,0
- осушаемых	4429,9	4799,8	4778,5
Из общей площади орошения не используется всего:	372,3	441,6	467,5
- в том числе по причине засоления и заболачивания	29,4	65,1	58,1
Земель с УГВ < 1 м	111,0	113,2	111,9
Земель с минерализацией ГВ > 3 г/л	857,8	863,5	849,5
Сильно засоленных	78,0	76,5	76,9
Сильно солонцеватых	106,6	179,8	99,2
Неудовлетворительное состояние орошаемых сельхозугодий всего, в том числе по причине:	701,6	915,7	944,1
- близкого УГВ	301,3	384,5	446,8
- засоления и заболачивания	255,5	254,8	264,1
- близкого УГВ, засоления и заболачивания	118,9	271,4	233,2
Неудовлетворительное состояние осушаемых сельхозугодий	1290,1	1391,4	1386,9
Необходимость в химической мелиорации орошаемых земель	181,5	269,6	291,8

Одновременно имеет место снижение показателей урожайности сельскохозяйственных культур, их несоответствие проектным данным. Средняя урожайность зерновых культур в целом по России с 1990 по 1999 годы снизилась с 1,65 до 1,46 т/га или на 11,5 %. Затем в течение 2001-2006 гг. наметилась стабилизация урожайности на уровне 1,78-1,89 т/га.

В этой связи необходима система постоянно действующего контроля состояния и эффективности использования мелиорированных земель на основе ряда нормативных показателей с целью получения наибольшей отдачи от вкладываемых в мелиорацию средств.

Главными показателями эффективности использования мелиорированных земель являются фактическая и проектная урожайность сельскохозяйственных культур в сравнении с богарным земледелием [2].

Урожайность сельскохозяйственных культур представляет собой функцию многих факторов, в связи с чем оценка состояния и эффективности использования мелиорированных земель должна производиться на основе комплекса показателей по видам оценки: технико-

экономической, организационно-хозяйственной и почвенно-экологической [3].

К технико-экономическим показателям относятся: проектная и фактическая урожайность сельскохозяйственных культур для конкретных почвенно-климатических условий, коэффициент экономической эффективности сельскохозяйственного производства, обеспеченность поливной и специальной сельскохозяйственной техникой.

Организационно-технические показатели включают: рациональное размещение сельскохозяйственных угодий и оптимальную структуру посевных площадей с максимальным учетом природных условий территории, научно обоснованные севообороты, своевременность и качество проведения агрометеорологических, агротехнических мероприятий, использование лучших сортов сельскохозяйственных культур, внедрение достижений науки и т.д.

Природно-экологические показатели представляют: почвенно-экологические индексы, существующий бонитет почв, показатели почвенного плодородия (плотность сложения почв, степень засоленности и солонцеватости, обеспеченность почв элементами питания и степень загрязнения тяжелыми металлами), урожайную цену балла бонитета и коэффициент экологической устойчивости культур.

При проведении системного контроля эффективности использования мелиорированных земель фактическая урожайность сельскохозяйственных культур сравнивается с проектной. Критерием оценки при этом является балл фактической урожайности, который определяется по формуле

$$Y_{\text{ф(балл)}} = \frac{Y_{\text{ф}}}{Y_{\text{пр(макс)}}} \cdot 100,$$

где $Y_{\text{ф(балл)}}$ – балл фактической урожайности; $Y_{\text{ф}}$ – урожайность фактическая в т/га, к.ед./га, или зерн. ед./га; $Y_{\text{пр(макс)}}$ – урожайность проектная (максимальная) в т/га, к.ед./га.

Балл фактической урожайности, рассчитанный по представленной формуле, показывает, насколько эффективность использования оцениваемых земель соответствует эталону, принятому за 100 баллов (табл. 2).

**Оценочная шкала эффективности использования
мелиорированных земель по фактической урожайности
в сравнении с проектной [3]**

Снижение урожая, %	Оценочный балл	Эффективность использования
Нет Проектная (максимальная) урожайность	100 и более	Очень высокая
0-10	100-90	Высокая
10-20	90-80	Выше средней
20-40	80-60	Средняя
40-70	60-30	Низкая
70 и более	10-30	Очень низкая

Если эффективность использования земель, согласно приведенной классификации, оценивается как «очень низкая», «низкая», а также «средняя», – это указывает на первоочередную необходимость в проведении аудиторского контроля в хозяйствах данного района для детального выяснения комплекса причин такого положения.

Специалистами ФГНУ «РосНИИПМ» предложена оценочная шкала эффективности использования мелиорированных земель *по обеспеченности поливной и специальной техникой* (на примере сухостепной зоны), которую рекомендуется использовать при проведении контроля эффективности орошения [4].

Обеспеченность орошаемых земель поливной техникой ниже 75 % от расчетной величины указывает на неудовлетворительную эффективность использования орошаемых земель по данному показателю.

Аналогичные нормативы потребности аграрных предприятий в основных сельскохозяйственных машинах разработаны и для других регионов Российской Федерации и должны быть использованы при оценке необходимых условий для эффективного использования мелиорированных земель.

Структура посевных площадей оценивается: как рациональная (если отклонения от проекта не более 25 %); допустимая (от 25 до 50 %) и нерациональная (отклонения более 50 %) [5].

Построение режима орошения сельскохозяйственных культур должно учитывать экологические требования. При этом расчетная поливная норма не должна превышать эрозионно-безопасную, определяемую по механическому составу почв и параметрам дождеваль-ных машин [6].

Система удобрений должна отвечать экологическим, энергетическим и экономическим требованиям различных культур и условиям окружающей (природной) среды, что позволяет сохранить стабильность показателей, характеризующих потенциальное плодородие, и обеспечить устойчивые высокие урожаи возделывания культур [7].

Оценка организационно-хозяйственного уровня использования земель производится по **показателям выполнения агротехнических и агромелиоративных мероприятий**. Если причины низкой эффективности обусловлены не организационно-хозяйственными вопросами, необходимо провести анализ природно-экологических факторов.

Почвенно-экологические индексы рассчитываются по формуле [8]:

$$ПЭ_{и} = 12,5 (2 - v) n \frac{\sum t^0 > 10(K_y - 0,05)}{КК + 100},$$

где $ПЭ_{и}$ – почвенно-экологический индекс; v – объемная масса почвы в среднем для метрового слоя; n – полезный (безбалластный) объем почвы в метровом слое; $\sum t^0 > 10$ – среднегодовая сумма температур более 10° ; K_y – коэффициент увлажнения по Н.Н. Иванову; $КК$ – коэффициент континентальности территории.

Затем рассчитывается **коэффициент изменения экологических условий** ($K_{эу}$) в виде отношения $\frac{ПЭ_{и}}{ПЭ_{иф}}$, где $ПЭ_{и}$ – почвенно-

экологический индекс, отражающий зональные условия; $ПЭ_{иф}$ – почвенно-экологический индекс фактический, претерпевший изменения в силу антропогенного воздействия (например, орошения).

Предварительные расчеты, проведенные для зоны орошаемых черноземов, показали, что $K_{эу}$ более 1,5 единиц свидетельствует о низкой эффективности использования орошаемых земель.

Урожайная цена балла бонитета представляет собой отношение величины урожайности данной сельскохозяйственной культуры к баллу бонитета почвы и рассчитывается по формуле

$$Ц_{б} = \frac{У}{Б},$$

где $Ц_{б}$ – урожайная цена балла бонитета; $У$ – урожайность, т/га; $Б$ – балл бонитета.

Урожайная цена балла для зерновых, составляющая 25-30 кг/балл, считается очень низкой, 45-50 – средней, 50-65 – высокой и 65-75 кг/балл – очень высокой.

В качестве показателя эффективности использования мелиорированных земель может использоваться *коэффициент экологической устойчивости* культур.

Формула для определения коэффициента экологической устойчивости выглядит следующим образом:

$$K_{\text{эyi}} = K_{\text{yi}}(1 - V_{\sigma}),$$

где $K_{\text{эyi}}$ – коэффициент экологической устойчивости культур; K_{yi} – коэффициент относительной урожайности культур; V_{σ} – коэффициент вариации величин урожайности в выборке.

Одним из важнейших экологических требований является *качество воды*, которое должно обеспечивать получение заданной урожайности сельскохозяйственных культур, сохранение и повышение плодородия почвы, охрану поверхностных и подземных вод.

К качеству поливной воды предъявляются повышенные требования:

- для черноземов общая минерализация воды должна быть не более 0,6 г/л при содержании Na не более 10-15 % суммы Ca и Mg и рН = 7;

- для каштановых почв минерализация поливной воды – не более 0,8 г/л, содержание Na не более 25 % суммы Ca и Mg, рН не более 7,5.

По мере ухудшения качества оросительной воды возрастает степень опасности развития процесса общего засоления, натриевого, и особенно магниевого осолонцевания, при невысокой степени засоления почв [9, 10].

В соответствии с результатами многолетних исследований РосНИИПМ для контроля плодородия почвы предложено использовать *предельные значения минерализации и глубины грунтовых вод*.

С использованием вышеизложенной информации рассчитаны *критические уровни грунтовых вод* для условий черноземных почв в зависимости от минерализации оросительных и грунтовых вод. В случае превышения указанных критериальных значений проводят

мероприятия по понижению грунтовых вод и промывному режиму засоленных почв.

Эксплуатация мелиоративных систем связана с отводом за ее пределы поверхностных (сбросные, поливные, атмосферные) и подземных (дренажные) вод. Отличаясь по объему и составу, они существенно влияют на качество воды в водоприемниках, и в связи с этим подлежат учету и контролю.

Объем стока и качественные показатели стока солей, определяемые минерализацией и химическим составом дренажно-сбросных вод, оценивают различными методами по концентрации химических соединений и значениям расхода воды. Эти показатели изменяются под влиянием режима орошения, удельной протяженности дренажа, качества поливной воды и т.д., для чего в пределах мелиоративных систем целесообразно определять следующие гидрохимические показатели: (рН); (БПК); сухой остаток, ионный состав, нефтепродукты, смолы, фенолы, СПАВ, пестициды, тяжелые металлы.

Контроль комплекса показателей позволит выявить причины неэффективного использования орошаемых земель и провести мероприятия, способствующие повышению продуктивности и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

Своевременное принятие управленческих решений обеспечит снижение затрат на воспроизводство почвенного плодородия орошаемых земель, сокращение расхода воды на орошение, экономию минеральных удобрений, химических средств защиты растений, повышение урожайности сельскохозяйственных культур до 25-30 % и более.

В перспективе механизмом контроля должна стать паспортизация полей с ежегодным систематическим отражением в паспортах данных о выращиваемых на конкретном поле культурах, объемах вносимых удобрений, средств химизации, оросительных нормах, особенностях применяемых технологий, изменениях механического состава почв, показателей почвенного плодородия, уровня грунтовых вод и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мелиоративный кадастр 2002-2007 гг. – <http://in.mcx.ru>.

2. Резников, Н.А. Состояние и эффективность сельского хозяйства в переходный период / Н.А. Резников. – М., 1998.

3. Кулыгин, В.А. Оценка эффективности использования мелиорированных земель / В.А. Кулыгин, Л.М. Докучаева, Д.А. Осипенко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: ООО «Геликон», 2006. – Вып. 35. – С. 40-43.

4. Механизация полива: справочник / Б.Г Штепа [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.

5. Ландшафтное земледелие в условиях орошения Ростовской области / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ (НПИ), 2000. – 324 с.

6. Ильинская, И.Н. Нормирование орошения и продуктивности агроэкосистем на Северном Кавказе: монография / И.Н. Ильинская. – Ростов-на-Дону: СКНЦВШ, 2005. – 112 с.

7. Зональные системы орошаемого земледелия в Краснодарском крае: рекомендации / Кубанский СХИ; под ред. И.Т. Трубинина, Г.А. Ромашенко, В.П. Бражник и др. – Краснодар, 1986. – 258 с.

8. Карманов, И.И. Бонитировка почв на основе почвенно-экологических показателей / И.И. Карманов, Т.А. Фриев // Земледелие. – 1982. – № 5.

9. Безднина, С.Я. Качество воды для орошения. Принципы и методы оценки / С.Я. Безднина. – М.: Изд-во «РОМА», 1997.

10. Рекомендации по определению предельно-допустимой минерализации поливной воды для условий черноземных почв Ростовской области при орошении дождеванием / ЮжНИИГиМ; сост. Ю.С. Исаев. – Новочеркасск, 1984.

УДК 631.6;504.003.14:519.256

БАЗА ДАННЫХ ПО ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

С.А. Селицкий, О.В. Егорова

ФГНУ «РосНИИПМ»

Недостаточная эффективность использования мелиорированных земель и негативные экологические последствия мелиоративной дея-

тельности являются в настоящее время очень важными проблемами. Для решения этих проблем необходимо наличие достоверной, постоянно обновляемой, организованной информации об изменениях компонентов природной среды под влиянием мелиоративных воздействий и особенностях использования мелиорированных земель. Анализ этой информации даст возможность не только отслеживать процессы, протекающие на мелиорированных землях, но и прогнозировать их направленность.

Нужная информация разрознена в различных организациях, осуществляющих эксплуатацию мелиоративных объектов и мелиорированных земель и контроль за состоянием и использованием земель. В силу своей разрозненности она труднодоступна и сложна для обработки. Попытка концентрации, систематизации значительного массива данных и организации их в удобном для пользователя любого уровня виде была предпринята при создании Базы данных по эффективности и экологической безопасности использования мелиорированных земель (далее – База данных). База данных является составной частью специализированного банка данных мелиоративной отрасли, разрабатываемого в ФГНУ «РосНИИПМ» с 2000 года.

Для ведения, хранения и анализа информации мелиоративного характера специалистами ФГНУ «РосНИИПМ» разработан пакет программ Базы данных (SIAOMO 2.0). Язык интерфейса – русский.

Накопление информации в Базе данных идет на трех уровнях: локальном – это управления оросительных систем (УОС), первичные наблюдения и первичная отчетность которых заносятся в Базу данных; региональном – информация суммируется по областям (краям, республикам, автономным и федеральным округам); и федеральном – информация суммируется в целом по России. Форма представления информации на всех уровнях идентична.

База данных состоит из трех блоков: справочной информации, информации о сельскохозяйственном использовании орошаемых земель и информации об эколого-мелиоративном состоянии орошаемых земель.

В блоке «Справочная информация» представлена адресная информация по государственным оросительным системам (ГОС), основным магистральным и межхозяйственным каналам, управлениям оросительных систем.

Информация по государственным оросительным системам содержит наименование, год ввода в эксплуатацию, проектную площадь орошения и источники забора воды; по основным магистральным и межхозяйственным каналам – наименование, год ввода, протяженность, расход воды в голове канала, источник забора воды; по управлениям оросительных систем – наименование, подчиненные им оросительные системы, орошаемые площади в разрезе административных районов.

В блоке «Эффективность сельскохозяйственного использования мелиорированных земель» содержится информация о наличии и использовании орошаемых земель; использовании оросительной воды; о посевных площадях, валовых сборах, фактической и проектной урожайности основных сельскохозяйственных культур.

В блоке «Эколого-мелиоративное состояние мелиорированных земель» представлены: суммарный забор воды по бассейнам рек; распределение орошаемых земель по уровню залегания грунтовых вод; по минерализации грунтовых и оросительных вод; по степени засоленности и солонцеватости почв; качество оросительных и дренажно-сбросных вод.

Информационными источниками для наполнения БД служат материалы паспортизации и ежегодной отчетности региональных управлений мелиорации; материалы паспортизации и ежегодной отчетности управлений эксплуатации оросительных систем; данные статотчетности статистических управлений; данные региональных мелиоративных партий; проектная документация по строительству и данные инвентаризации мелиоративных систем федеральной собственности.

В связи с отсутствием единых форм исходной информации в электронном виде, все данные в Базу вводятся вручную ежегодно, по итогам отчетности прошедшего года.

Для работы с Базой данных необходимо войти в главное меню интерфейса пользователя, которое содержит следующие пункты: «Адрес», «Год», «Охват», «Программа», «Изменение», «Просмотр».

С помощью пунктов «Адрес» и «Год» выбирается адрес и год данных, которые будут использоваться по умолчанию при открытии всех информационных окон Базы данных. Далее работа с Базой данных может осуществляться в двух режимах: ввод новой информации

или корректировка старой, при выборе пункта главного меню «Изменения» или просмотр и анализ существующей информации, при выборе пункта главного меню «Просмотр».

При выборе одного из двух режимов появляется окно с древовидным списком выбираемой информации, позиции которого на экране монитора раскрываются в виде таблиц (информационных окон) или в графической форме.

В блоке «Эколого-мелиоративное состояние мелиорированных земель» помимо информационных, имеются справочные и оценочные таблицы, что дает возможность сразу пояснить и проанализировать информационный материал.

Справочные и оценочные таблицы составлены на основе нормативных данных о качестве оросительных вод и об охране поверхностных вод от загрязнения и содержат:

- экологические ограничения, позволяющие оценить степень экологических воздействий на мелиорированные земли различных техногенных факторов;

- экологические ограничения качества оросительной воды по степени опасности развития процессов хлоридного засоления, магниевого и натриевого осолонцевания и содообразования;

- экологические ограничения качества оросительной воды по содержанию тяжелых металлов;

- экологические ограничения качества оросительной воды по содержанию пестицидов;

- экологическое воздействие оросительной воды в зависимости от присутствия техногенных и биогенных элементов;

- показатели оценки качества оросительной воды по степени воздействия на мелиорированные земли в зависимости от комплекса негативных элементов.

Возможности Базы данных позволяют дать оценку класса оросительной воды и производить расчет суммарного выноса солей с дренажно-сбросными водами как в табличной, так и в графической форме.

Таким образом, созданная в ФГНУ «РосНИИПМ» автоматизированная База данных по эффективности и экологической безопасности мелиорированных земель позволяет получать быстрый доступ к любому из информационных элементов, представлять данные в раз-

личных информационных срезах и видах. Предназначена она для информационной поддержки органов управления различных уровней при определении очередности реконструкции мелиоративных систем, объемов капитальных вложений, а так же при разработке конкретных мероприятий по повышению эффективности использования и обеспечению экологической безопасности мелиорированных земель.

В текущий момент информация в Базе данных представлена в разрезе регионов и управлений оросительных систем по Ростовской области и Ставропольскому краю, начиная с 1980 года. Так как База данных на данный момент охватывает не все региональные единицы, ее необходимо расширять за счет сбора и введения информации по областям (краям, республикам) Российской Федерации. Для дальнейшего пополнения Базы данных необходимы финансирование работ и разработка механизма по поступлению первичных данных.

УДК 631.9.044

ОРОСИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ И ПЛОДОРОДИЕ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ¹

М.С. Григоров, С.М. Григоров, С.В. Федотова

Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия

Орошение имеет большое значение в формировании плодородия почв. Оросительные мелиорации дают наибольший эффект, если они выполняются в комплексе с сельскохозяйственным освоением земель.

Эффективность во многом зависит от правильной подготовки площадей к поливу: планировки и устройства поливной и временной оросительной сети. Поэтому сразу после подготовки и улучшения поверхности участка приступают ко второму этапу работы – подготовке почвы к посеву или первичному освоению земель. На орошаемых землях нужно ежегодно проводить эксплуатационное выравнивание полей.

Основными видами поливов являются вегетационные и влагозарядковые. Самотечные поверхностные поливы широко применяются потому, что не требуют больших затрат энергии, а вода перемещается по поверхности поля по уклону местности.

¹ – Издается в авторской редакции.

Основой высокопродуктивного использования орошаемых земель, получения высоких и устойчивых урожаев, неуклонного повышения плодородия почвы являются научно обоснованные севообороты, включающие люцерну, которую считают лучшим мелиорантом и санитаром засоленной почвы. Люцерна – лучший белковый корм для животноводства в орошаемых регионах России.

В зонах орошения сохранение и улучшение плодородия почв обеспечивается строительством дренажа, использованием агротехнических приемов, посадкой лесных полос.

По характеру поступления воды в почву все способы полива можно разделить на следующие основные группы: 1 – способы, при которых вода поступает через часть поверхности орошаемого поля – по бороздам; 2 – способы полива, при которых увлажняется вся поверхность орошаемого поля – по полосам, дождевание, полив затоплением; 3 – внутрипочвенное орошение, когда вода поступает непосредственно к корням растений.

По величине действующего напора способы полива делятся на: 1 – наибольшие напоры при дождевании; 2 – напорное внутрипочвенное орошение; 3 – самотечный поверхностный полив.

При поверхностном орошении, особенно затоплением – наибольшие расходы, и наименьшие – при внутрипочвенном орошении.

Выбор способа полива зависит от следующих условий:

- от характера возделываемых культур и условий их обработки;
- рельефа и уклона и местности;
- свойства почвы;
- организационно-хозяйственных условий.

Рекомендуется применять самотечный полив по длинным бороздам и напуском по полосам на сравнительно выровненных площадях с продольными уклонами от 0,002 до 0,02 при благоприятном мелиоративном состоянии, когда уровень грунтовых вод на глубине > 3-4 м от поверхности. Орошение дождеванием целесообразно применять на местности с малыми уклонами $i < 0,001$ при близком залегании уровня грунтовых вод, на сравнительно проницаемых почвах или на просадочных землях.

Полив затоплением применяют на малоуклонной площади $< 0,001$ и на засоленных почвах или на тяжелых со слабой водопроницаемостью.

Качество полива будет зависеть от выровненности поверхности.

Планировка орошаемой поверхности является важнейшим мероприятием при поверхностных самотечных поливах. Планировка предусматривает выравнивание орошаемой поверхности в соответствии с требованиями полива. Только на спланированных полях можно равномерно увлажнить всю поверхность, что является главным условием плодородия почвы. На неспланированных площадях при неравномерном увлажнении почвы происходит неравномерное развитие сельскохозяйственных культур, что затрудняет уход за культурами и уборку урожая. На неспланированных площадях имеют место большие непроизводительные затраты воды в результате сброса и глубокой фильтрации, что приводит к ухудшению мелиоративного состояния земель (заболачивание или засоление).

Планировка повышает урожай сельскохозяйственных культур, что доказано многими данными.

Орошение изменит направление хозяйства, т.к. можно возделывать наиболее ценные культуры (технические и продовольственные): рис, хлопчатник, кенаф, овощные, цитрусовые, кормовые травы, люцерну, плодовые насаждения, виноградники. Все посевы риса производятся только на орошаемых землях. Урожай сельскохозяйственных культур на орошаемых землях значительно выше. Разница особенно видна в засушливые годы. Академик Прасолов писал: «Под орошаемым и неорошаемым земледелием занято 1 млрд га, 13 % из этой площади освоено орошаемым земледелием и она дает столько же продукции, сколько остальные 87 % неорошаемых земель». За последние 20 лет площадь орошаемых земель составила 220 млн га и объем продукции с орошаемых земель превышает намного объем продукции богарных земель. При орошении можно получать 2-3 урожая в год. Орошение не только повышает урожай сельскохозяйственных культур, но способствует более интенсивному использованию земель. Орошение улучшает термический процесс растений, а снабжение растений водой связано взаимно с питательными веществами. Одно лишь увеличение влажности не повышает плодородия почвы и не обеспечивает получение высокого урожая сельскохозяйственных культур, наоборот, при избытке воды имеет место бесполезный поверхностный сброс и большое просачивание воды в более глубокие горизонты почвы грунтов, имеющие ряд неблагоприятных последст-

вий: теряется большое количество воды на глубинную фильтрацию, а из поверхностных горизонтов вымываются питательные вещества. Грунтовые воды повышаются, что приводит к засолению и заболачиванию орошаемых земель, снижает плодородие почв и ухудшает их мелиоративное состояние. Регулирование водного режима должно вестись в комплексе с агротехническими мероприятиями. Нужно учитывать все факторы жизни растений. Орошение влияет на микробиологические процессы. От характера этих процессов зависит накопление или уменьшение питательных веществ в почве. Во время и сразу после полива влажность почвы достигает своего максимума. При избытке воды и недостатке воздуха угнетается деятельность полезных микроорганизмов, фиксирующих азот воздуха азотобактерий. При избытке воды затрудняется деятельность нитрифицирующих бактерий, способствующих выделению свободной азотной кислоты при наличии кислорода. Кислота, взаимодействуя с аммиаком почвы, создает соли, легкодоступные для растений. При избытке воды происходит вымывание ранее накопленных нитратов из поверхностных горизонтов и их нитрификация. После полива почва просыхает, и процессы нитрификации усиливаются, достигают максимума, а затем, с уменьшением влаги, процессы нитрификации вновь замедляются. Следовательно, с изменением режима влажности изменяется режим нитратов. При неправильном режиме, переувлажнении или пересыхании, режим нитратов ухудшается, и в таких случаях вносят дополнительные дозы азотных удобрений на орошаемых землях. Этим объясняется пониженное содержание азота и углеводов (белка) сельскохозяйственных культур на орошаемых землях. Орошение влияет не только на количество урожая, но и на его качество, при обильной подаче воды содержание зольных элементов растет, а количество белков и углеводов уменьшается, но это при неправильном орошении и низкой агротехнике. Когда создается оптимальный водный и пищевой режим, урожай повышается и улучшается его качество.

Орошение влияет на микробиологические процессы в почве. От характера этих процессов зависит накопление этих веществ в почве или их уменьшение. Развитие полезных микроорганизмов происходит наиболее интенсивно при определенном содержании влаги в почве. В период полива или непосредственно после полива влажность почвы достигает своего максимума.

Орошение влияет на плодородие почвы, улучшает микроклимат, изменяет термический режим почвы и растений. Все это способствует повышению урожая сельскохозяйственных культур.

Оросительная вода содержит определенное количество солей и взвешенных частиц. От количества этих элементов зависит плодородие почвы. В речной воде содержится различное количество взвешенных твердых частиц. По своим размерам взвешенные частицы $> 0,1$ мм являются вредными и их нельзя допускать на орошаемую землю. При малой скорости они будут оседать на дно каналов, а увеличение скорости способствует стиранию бетонной облицовки. Для задержания этих наносов устраиваются специальные отстойники. Частицы от $0,1$ до $0,05$ мм условно полезные. Они улучшают водно-физические свойства почвы, повышают скважность почвы. Частицы $< 0,005$ мм обладают определенным плодородием. Попадая на поля, они повышают плодородие, но если их очень много, то происходит коагуляция и ухудшаются водно-физические свойства почвы. Количество растворенных солей в реках меньше, чем в грунтовых водах. В грунтовых водах содержание солей зависит от глубины залегания грунтовых вод, от характера грунтов, климатических условий. Чем ближе к поверхности грунтовые воды и чем суше климат и слабее отток грунтовых вод, тем минерализация выше. Допустимый уровень солей в воде $1-1,5$ г/л, независимо от их состава. Если в воде содержится 3 г/л – необходим ее анализ для установления состава солей. Если содержится CaSO_4 , то такой водой, при 3 г/л, можно пользоваться на сравнительно проницаемых почвах; если присутствуют соли NaCl , Na_2SO_4 , то такой водой, при 3 г/л, можно пользоваться на сравнительно проницаемых почвах; если содержится сода углекислая, Na_2CO_3 , то вода непригодна для орошения при 3 г/л. Допускаемое содержание солей зависит от климатических и почвенных условий, от уровня агротехники, а также от характера культур. Рис выдерживает большую минерализацию, плодовые и хлопчатник не выдерживают минерализацию. Имеет значение температура воды. Полив теплолюбивых культур холодной водой может вызвать физиологический шок – происходит отставание протоплазмы от стенок оболочки. Температура воды для риса не ниже $20-22^\circ$, иначе рис снизит урожай или вообще не созреет. Один полив теплолюбивых эфиромасличных культур холодной водой вызывает их гибель.

Орошение дождеванием является перспективным способом, т.к. имеет свои преимущества.

Особенности орошения дождеванием: 1 – при дождевании полив может быть полностью автоматизирован; 2 – имеется возможность выдавать поливные нормы точно и в любом количестве; 3 – увлажняется не только почва, но и приземный слой воздуха, что оказывает благоприятное физиологическое влияние на растения, усиливаются процессы ассимиляции – поглощения на свету растениями (устыицами) углекислоты из воздуха; 4 – может применяться на более сложном рельефе и не нужно нарезать мельчайшей поливной сети. Оно не нуждается в тщательной планировке; 5 – при определении интенсивности дождя структура почвы почти не разрушается и процесс коркообразования происходит в незначительной степени; 6 – почва не переувлажняется и поэтому жизнедеятельность микроорганизмов не угнетается; 7 – может применяться на сильно просадочных и проницаемых почвах, на участках с близким залеганием грунтовых вод.

Недостатки: 1 – несовершенство структуры дождя, низкая производительность и высокая стоимость; 2 – низкий КПД использования воды, КЗИ; 3 – неравномерность полива при ветре выше 2 м/сек.

Показателем качества полива при дождевании является структура искусственного дождя – диаметр капель и скорость их выпадения. От диаметра капель зависит испарение в воздухе при полете.

При $d = 0,5-1,5$ мм, $t = 30^\circ$, $H = 30$ м – потери на испарение составляют $S = 50\%$.

Диаметра капель естественных дождей от 0,5 до 5 мм и более 8 мм не бывает.

С увеличением диаметра возрастает ударная сила и это разрушает структуру почвы.

Наилучший дождь с $d \leq 1$ мм, скорость падения капель естественных дождей 4-5 м/сек. Показателем является интенсивность дождя – отношение среднего слоя осадков, выпадающего на площадь в единицу

времени $\rho = \frac{h_{\text{cp}}}{t}$, а объем воды $W = h_{\text{cp}} \cdot F$; $h_{\text{cp}} = \frac{W}{F}$;

$$\rho = \frac{h_{\text{cp}}}{t} = \frac{W}{tF} = \frac{60Q_{\text{gm}}}{F_{\text{мм}}/\text{млн}}; Q_{\text{д.м.}} = \text{л/сек}; F = \text{м}^2.$$

Интенсивность естественных дождей колеблется в пределах от 0,005 до 2 мм/мин, ливней 5-6 мм/мин, продолжительность 10-15 минут.

Наилучшей интенсивностью считается та, которая соответствует скорости поглощения воды почвой и равна 0,2-0,25 мм/мин.

Зачастую поливают с большей интенсивностью. Интенсивность достигает 3 мм/мин на легких почвах, а на тяжелых не более 1,5 мм/мин, при последующих поливах интенсивность дождя нужно уменьшить.

Плодородие почвы повышается при внутрпочвенном орошении. Увлажнители укладываются на глубине 40-50 см от поверхности, увлажнение почвы осуществляется капиллярным путем, аэрация активного слоя почвы не нарушается и все это улучшает плодородие.

При этом способе полива экономится оросительная вода в два раза, по сравнению с поверхностными поливами и дождеванием, а урожай больше. Потребность растений в воде удовлетворяется в соответствии с физиологическими требованиями.

УДК 631.452:631.879.4

ПРИЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НА БАЗЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

Е.В. Долина, Р.Е. Юркова
ФГНУ «РосНИИПМ»,

О.Ю. Шалашова
ФГОУ ВПО «НГМА»

Орошаемое земледелие при определенных условиях способствует проявлению негативных процессов в почве, таких как переувлажнение, вторичное засоление, осолонцевание и ощелачивание, развитие процессов уплотнения, слитизации и др.

Причиной всех бед на орошаемых землях является дефицит кальция, получаемый в результате его выщелачивания вглубь. Это происходит, в первую очередь, при поливах слабоминерализованной водой сульфатно-натриевого состава и даже при поливах пре-

сной водой бикарбонатного состава, в которой периодически появляется щелочность и содержание натрия составляет более 20 %.

Классическим приемом борьбы с дефицитом кальция на орошаемых землях, так же, как и на богаре, является внесение кальцийсодержащих веществ (гипса, фосфогипса, известняка, мела и др.), что позволяет в почвенном поглощающем комплексе (ППК) вытеснить натрий и заменить на кальций. Но внесением кальцийсодержащего вещества невозможно решить проблему сохранения и воспроизводства почвенного плодородия, так как эти земли подвержены деградации – одному из главных видов деградации. Простым внесением органических удобрений данный вопрос решить невозможно, так как в условиях дефицита кальция и образования щелочности такой прием способствует дальнейшему ощелачиванию и осолонцеванию всего почвенного профиля.

Наши исследования предыдущих лет показали, что на орошаемых землях следует вначале вносить кальцийсодержащие вещества, а затем органические удобрения. Такой способ мелиорации, включающий два необходимых приема, довольно дорогостоящий, если учитывать, что кальцийсодержащие мелиоранты, например фосфогипс, необходимо завозить с других регионов.

Из вышеизложенного следует, что усовершенствование способов мелиорации орошаемых солонцовых почв возможно осуществить двумя путями: во-первых, создать удобрительно-мелиорирующие средства, при однократном внесении которых устранялся бы дефицит кальция и создавались условия для накопления качественного гумуса в почве; во-вторых, для удешевления стоимости вновь создаваемых средств использовать местные кальций- и кислотосодержащие отходы промышленности, отходы сельского хозяйства растительного и животного происхождения.

Актуальность и целесообразность использования этих способов мелиорации уже подтверждены некоторыми нашими разработками, где в качестве органического компонента при приготовлении удобрительно-мелиорирующих средств использовался навоз крупного рогатого скота (КРС). Но на данный момент, в связи с упадком отрасли животноводства, его запасы практически исчерпаны, поэтому следует искать новые источники органики.

Анализ местных сырьевых ресурсов, сделанный на примере Ростовской области, указывает на то, что у нас имеются достаточные

запасы кальций- и кислотосодержащих средств и органики любых видов, которые могут быть использованы в качестве компонентов для приготовления удобрительно-мелиорирующих компостов (УМК). Это:

- 8 месторождений гипсовых пород с запасами до 5000 тыс. т;
- 10 месторождений глауконитовых пород с мощностью от 3 до 15 м;
- 10 птицефабрик, каждая из них поставляет 78-180 т помета в сутки;
- 8 крупных свиноферм с суточным выходом навоза 217 т;
- на нефтеперерабатывающих базах, машиностроительных и других заводах имеются отходы отработанной серной кислоты и электролита травления стали;
- 5 крупных деревообрабатывающих объектов, основным отходом которых являются стружки и опилки.

Из выявленных средств для приготовления УМК нами использованы глауконитовый песок – кальцийсодержащий мелиорант для сравнения с фосфогипсом и птичий помет вместо навоза КРС. Компосты должны сыграть не только удобрительную, но и мелиорирующую роль.

Фосфогипс – отход, получаемый при производстве фосфорных удобрений, мелкокристаллическая масса с рН 2,5-3,0. Нейтрализованный фосфогипс имеет рН=6,8-7,0. Мелиорирующей основой фосфогипса является гипс (80-93 %); питательной – фосфор (2,5-5 %) и микроэлементы (1,6 %). Нами для опытов взят фосфогипс ОАО «Евро-Хим-Белореченские Минудобрения», который включен в реестр разрешенных к применению в сельском хозяйстве препаратов.

Глаукониты – глауконитовые пески – полезные ископаемые. Они являются естественными минеральными соединениями. В пересчете на гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) мелиорирующая основа составляет 65-75 %. Для опытов использованы глаукониты с месторождения, расположенного в Родионово-Несветайском районе Ростовской области.

Птичий помет. Из всех видов органики птичий помет – наиболее эффективное удобрение как по содержанию питательных элементов, так и по доступности их для растений. Наиболее богат питательными элементами куриный помет: N – 1,5 % на сырое вещество; P_2O_5 – 1,4 %, K_2O – 0,5 %; CaO – 1,1 %. Помет богат микроэлементами.

В основу приготовления удобрительно-мелиорирующих компостов положен принцип компостирования. Основными условиями, соблюдение которых обеспечивает прохождение процесса компостирования, являются влажность (70-78 %), кислотность (рН 6,8-7,2), соотношение углерода и азота (20-30), плотность смеси, равномерность смешивания, температура окружающей среды (более 10°C), аэрация, минеральные добавки.

Количество и соотношение питательных веществ в органической и минеральной формах в компосте зависят как от срока компостирования, так и от вида и количества первоначальных компонентов, входящих в состав компоста. При приготовлении компостов важно подобрать такие соотношения компонентов, при компостировании которых получился бы продукт, отвечающий технологическим и экологическим требованиям, а именно: содержание влаги не должно превышать 30 %, мелиорирующая основа более 20 %, масса органического вещества не менее 40 %, отношение C:N – 20-30, отсутствие токсичных элементов.

В табл. 1 представлены характеристики УМК с оптимальными соотношениями компонентов. Для выявления оптимальных соотношений компонентов были проведены лабораторные эксперименты. Диапазон соотношений самый разный – от 1:1, 2:1 до 1:3, 3:1 в двухкомпонентных и соответственно менялось соотношение в трехкомпонентных компостах.

Таблица 1

**Характеристика компостов
с оптимальными соотношениями компонентов**

Соотношение компонентов			Мелиорирующая основа, %	Питательная основа компостов, %			Тяжелые металлы, мг/кг				
Пп	Ф	Гл.		масса орг. вещества	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	Cd	Ni	Cu	Pb
Компост из птичьего помета и фосфогипса											
1	1	0	49	50	1,60	0,8	33	0,1	11	13	4
2	1	0	34	67	1,53	0,6	47	0,1	16	16	6
Компост из птичьего помета и глауконита											
1	0	1	38	50	0,91	2,6	35	0,1	15	11	6
Компост из птичьего помета, фосфогипса и глауконита											
1	1	1	57	34	1,20	1,7	23	0,1	10	90	4
2	0,5	1	37	67	1,22	1,9	58	0,1	16	15	1
Примечание: Пп – птичий помет, Ф – фосфогипс, Гл. – глауконит.											

Затем компосты с наилучшими мелиорирующими и удобрительными основами проверялись в лабораторных опытах с почвами, обладающими солонцеватостью и щелочностью. Дозы удобрительно-мелиорирующих компостов устанавливались по формуле расчета доз мелиорантов для малонатриевых солонцов с учетом мелиорирующей основы в компосте.

Лабораторные опыты показали, что птичий помет, как и ожидалось, не снизил щелочность, а фосфогипс – как кислото- и кальцийсодержащий мелиорант – нейтрализовал ее, сделав почву слабощелочной. Глауконит также способствовал нейтрализации щелочности, но в меньшей степени – почва стала среднещелочной. В компостах по этому показателю проявилась закономерность – фосфогипсодержащие компосты нейтрализовали щелочность почв в большей степени, чем глауконитосодержащие.

Промелиорированные фосфогипсодержащими компостами почвы стали слабощелочными, а глауконитосодержащими – среднещелочными. На всех вариантах лабораторного опыта, кроме контроля и птичьего помета, содержание поглощенного натрия снизилось в 3 (Ф, Пп+Ф – 1:1 и Пп+Ф+Гл. – 1:1:1) и 1,5-2 раза. Особенно эффективны в снижении солонцеватости фосфогипсодержащие компосты.

Это объясняется тем, что фосфогипс – быстрорастворимый мелиорант. Эффективность глауконитосодержащих компостов должна проявиться в последствии. Эти компосты относятся к разряду медленнодействующих. Полученные закономерности проверены в полевых условиях.

На третий год последствия компостов наилучшее влияние на физические свойства чернозема обыкновенного как в 0-20 см слое, так и в 0-40 см оказали фосфогипсодержащие компосты, хотя влияние глауконитосодержащего компоста также проявлялось, но несколько в меньшей степени (табл. 2).

Если рассматривать физико-химические свойства чернозема, то действие фосфогипсодержащего компоста на снижение щелочности и солонцеватости проявилось уже в первый год последствия. Щелочность и солонцеватость на этих вариантах была устранена, а на варианте с Пп+Гл. почва характеризовалась как слабощелочная.

Таблица 2

**Влияние компостов на физические свойства
чернозема обыкновенного длительно орошаемого**

Вариант опыта	Слой почвы, см	Плотность почв, т/м ³	Порозность, %	Структурное состояние (мокрое просеивание), %	Водопрочность, %	Коэф-т дисперсности
До мелиорации						
	0-20	1,21	51	47	11	14
	20-40	1,30	48	42	10	18
3-й год последствий						
Контроль	0-20	1,23	52	42	9	16
	0-40	1,32	48	40	9	18
Пп	0-20	1,19	53	45	15	12
	0-40	1,28	49	43	13	17
Ф	0-20	1,10	57	63	32	8
	0-40	1,25	50	60	30	13
Гл.	0-20	1,17	53	53	21	11
	0-40	1,29	49	50	20	16
Пп+Ф	0-20	1,12	56	58	30	9
	0-40	1,22	52	55	28	14
Пп+Гл.	0-20	1,16	54	55	25	12
	0-40	1,28	49	54	22	16
Пп+Ф+Гл.	0-20	1,12	56	60	35	8
	0-40	1,23	52	57	32	12

В последующие годы на вариантах Пп+Ф и Пп+Ф+Гл. содержание щелочности и солонцеватости стабилизировалось, а мелиорирующее действие глауконитосодержащего компоста увеличивалось из года в год (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние компостов на физико-химические свойства чернозема
обыкновенного солонцеватого (полевой опыт) слой 0-40 см**

Вариант	До-зы, т/га	Сум-ма ио-ионов, %	Ток-сич-ные соли, %	Щелочность		Σ ППК, мг-экв/100 г	% от Σ ППК		
				рН водной суспензии	(НСО ₃ -Са) + Mg + Na, мг-экв/100 г		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
До мелиорации (2004 г.)									
Кон-троль		0,131	0,060	8,1	1,28	31,4	66	27	7

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3-й год последствий									
Контроль	-	0,139	0,068	8,3	1,4	28,9	65	27	8
Пп	16	0,132	0,067	8,1	1,4	30,0	67	26	7
Ф	10	0,091	0,044	7,2	0,5	32,1	80	18	2
Гл.	13	0,114	0,056	7,5	0,7	30,8	70	27	3
Пп+Ф	19	0,094	0,045	7,4	0,4	31,7	82	17	1
Пп+Гл.	25	0,126	0,059	7,6	0,7	31,2	78	19	3
Пп+Ф+Гл.	17	0,086	0,044	7,3	0,6	32,1	84	15	1
ПДП			< 0,10- 0,15	7,7	0,7-1,0		85- 80	15- 20	1-3
ОП			< 0,10	7,5	< 0,7		> 85	< 15	< 1

Но к третьему году исследований эффект от этих компостов еще не сравнялся. Глауконитосодержащие компосты способствовали снижению содержания натрия в ППК по сравнению с контролем в 2,7 раза, но еще не достигли оптимальных параметров.

Это подтверждают данные урожайности сельскохозяйственных культур в этом опыте (табл. 4).

Таблица 4

**Урожайность сельскохозяйственных культур при мелиорации
черноземов обыкновенных (СКВО «Батайское»), т/га**

Вариант	Картофель, 2005 г.		Озимая пшеница, 2006 г.		Люцерна на сено, 2007 г.		Урожай- ность в среднем за три года, т к.е./га
	Урожай- ность	При- бавка	Урожай- ность	При- бавка	Урожай- жай- ность	При- бавка	
Контроль	26,9	-	2,35	-	5,1	-	4,46
Пп	32,0	5,1	2,77	0,42	6,1	1,0	5,30
Ф	34,4	7,5	3,03	0,68	6,7	1,6	5,73
Гл.	31,7	4,8	2,90	0,56	6,5	1,4	5,38
Пп+Ф	38,5	11,6	3,38	1,03	6,9	1,8	6,32
Пп+Гл.	33,0	6,1	3,17	0,79	6,7	1,6	5,65
Пп+Ф+Гл.	37,7	10,8	3,37	1,02	7,0	1,9	6,25
НСР _{0,5}	1,95		0,20		0,19		

Расчет экономической эффективности показал, что затраты на создание и внесение удобрительно-мелиорирующих компостов окупятся через 1,5-2 года.

Таким образом, проведенные лабораторные и полевые эксперименты подтверждают целесообразность использования местных сельскохозяйственных отходов (птичьего помета) и минеральных ресурсов (глауконитовых песков) для воспроизводства плодородия орошаемых земель.

УДК 631.67 «5»: 631.452.004.4

ЦИКЛИЧЕСКОЕ ОРОШЕНИЕ – СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Т.П. Андреева, Э.Н. Стратинская
ФГНУ «РосНИИПМ»

Орошаемое земледелие, которое более устойчиво в плане получения стабильных и высоких урожаев, несмотря на многие благоприятные факторы, вызывает ряд негативных процессов. Неправильное орошение быстро сказывается на свойствах и продуктивности земель.

С точки зрения почвенных условий, главными неблагоприятными явлениями, развивающимися при орошении, следует считать переувлажнение и заболачивание, вторичное засоление, подщелачивание и осолонцевание, уплотнение и слитизацию, дегумификацию почвы, обеднение ее элементами питания, образование комплексного почвенного покрова (табл. 1).

Таблица 1

Негативные процессы в почвах юга России, возникающие при регулярном орошении [1, 2, 3 ,4]

Процессы почвообразования	Причины
1	2
Подтопление, заболачивание, переувлажнение	Близкое залегание УГВ
Вторичное засоление	Близкое залегание минерализованных ГВ и использование вод с повышенной минерализацией и неблагоприятным химическим составом
Щелочность, солонцеватость, нарушение кальциевого режима	Те же
Уплотнение и слитизация	Механическое уплотнение за счет с.-х. техники, недостаток в почве кальция и органики, полив водой неблагоприятного состава, нарушение системы севооборотов

Продолжение таблицы 1

1	2
Дегумификация – снижение общего содержания гумуса и его качественного состава	Полив водой плохого качества и отсутствие условий для протекания процессов гумификации, а именно: реакция среды (рН) – ближе к нейтральной, t – оптимальная температура – 30-35 ^o , но протекает как и нитрификация, при t от 5 до 55 ^o , достаточное количество кислорода, оптимальная влажность почвы (40-70 %), присутствие органики, в том числе пожнивных остатков
Денитрификация – нитраты и нитриты при отсутствии кислорода восстанавливаются до газообразных и молекулярных форм азота	Анаэробные условия, препятствующие развитию процессов нитрификации и гумификации
Образование недоокисленных соединений, куда входят токсичные для растений вещества – сероводород, сода, закисное железо, масляная, бензойная и др. кислоты	Анаэробные условия
Снижение микробиологической активности почв	Отсутствие условий для развития полезной для почвообразования микрофлоры. Наибольшее разнообразие видового состава почвенных микроорганизмов и их высокая активность проявляются при влажности почвы 60...70 % НВ и в интервале температур 20...30 ^o С

При проявлении первых признаков негативных явлений следует определить направленность почвенных процессов. Любое воздействие на почву должно сохранять условия, при которых она остается жизнеспособной, то есть обладает свойствами, исключающими образование негативных процессов. В количественном отношении эти свойства характеризуются оптимальными параметрами (ОП). Важную роль в поддержании жизнеспособности почв играет влажность и порозность. Оптимальная экологическая гармония в почвах – это когда вода и воздух содержатся в равных по объему количествах, что соответствует влажности почвы на уровне 60 % НВ [1].

В условиях постоянного орошения, а также зимой и осенью, создать такую влажность в почвах невозможно, поэтому необходимо орошаемые земли периодически переводить в неорошаемые с целью быстрого восстановления естественного процесса почвообразования, а именно активизации биологической активности почв, процессов гумификации, снижения УГВ и глубины засоления. Эта проблема может быть решена, видимо, в рамках циклического орошения, так как

циклическое орошение – это научно обоснованное использование сельскохозяйственного массива в орошаемом и богарном режимах, продолжительность и циклы сменяемости которых определяются особенностями многовекового процесса формирования данного типа почвенного покрова.

Данное положение мы попытались подтвердить, поставив на изучение вопрос изменения направленности почвенных процессов при снижении водной нагрузки.

До 1990 г. исследуемые нами орошаемые земли находились в режиме переувлажнения, так как из года в год они поливались довольно высокими оросительными нормами от 2000 м³/га (например, кукуруза на зерно) до 4000 м³/га и выше (овощи, многолетние травы). В среднем оросительные нормы ежегодно составляли до 3000-3500 м³/га. С 1990 г. из-за сложившихся экономических условий производители вынуждены были практически перейти на циклический тип орошения, когда на поле 2-3 года возделывались влаголюбивые культуры (картофель, капуста, томаты и др.), а 2-3 года – засухоустойчивые (подсолнечник, озимая пшеница и др.). Для получения достаточно высокого урожая нормы полива оставались прежними по требованию культуры, но водная нагрузка на почвы в севообороте сокращалась почти вдвое.

Изменение направленности почвенных процессов при снижении водной нагрузки нами изучалось на двух ключевых участках – ОПХ «РООМС» (Багаево-Садковская ОС) и ООО «Приазовье» (Миусская ОС) Ростовской области. На каждом участке образцы почв и в период регулярного орошения, и после соответственно 16 и 13 лет циклического орошения отбирались осенью по слоям 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см и далее до УГВ на физико-химические свойства в 10-кратной повторности. Результаты подвергались математической обработке по Доспехову. Изменение свойств почв при снижении водной нагрузки оценивалось методом сравнения показателей свойств почв: в ОПХ «РООМС» – после 30 лет регулярного орошения и после 16 лет циклического орошения, в ООО «Приазовье» соответственно после 10 и 12 лет.

Объектом исследования являлись черноземы обыкновенные.

В ОПХ «РООМС» черноземы регулярно орошались с 1955 по 1991 гг. водой с минерализацией 0,5-0,7 г/дм³ гидрокарбонатно-кальциевого состава. Оросительная сеть на Багаевской ОС была по-

строена в земляном русле, грунтовые воды в весенний период на этом участке находились на глубине 1,3-2,3 м с минерализацией 5-7 г/дм³ сульфатно-натриевого состава, поэтому негативному воздействию в наибольшей степени подвергались слои почв глубже 40 см за счет поднятия капиллярной каймы грунтовых вод. Здесь на участках регулярного орошения с глубины 40 см обнаружена щелочность, солонцеватость. В верхнем 40 см слое черноземы оставались незасоленными, несолонцеватыми, отсутствовала щелочность, но в результате орошения почвы несколько уплотнились, но самое главное – водопрочность агрегатов в лучших черноземах стала соответствовать недостаточно удовлетворительному состоянию. Гумус составлял 3,12 %, что свидетельствовало о низком его содержании (табл. 2).

Таблица 2

Изменение свойств черноземов обыкновенных, орошаемых пресной водой, при снижении водной нагрузки (ОПХ «РООМС»), n =10

Слой, см	Щелочность		Σ ППК, мг-экв/100 г	Солонцеватость	Гумус, %	Увеличение гумуса, %		Плотность, т/м ³	Водопрочность, %
	pH	(HCO ₃ ⁻ Ca)+Na+Mg, мг-экв/100 г		Na от Σ ППК, %		абсолют.	относит.		
После 30 лет регулярного орошения									
0-40	7,5	0,65	26,8	2	3,12			1,28	29
40-100	8,1	1,23	24,2	4	1,90			-	-
0-100	7,8	1,00	25,3	3	2,39			-	-
После 16 лет циклического орошения									
0-40	7,4	0,69	27,8	2	3,58	0,46	15	1,21	34
40-100	7,4	0,68	24,8	2	1,95	0,05	3	-	-
0-100	7,4	0,68	26,0	2	2,60	0,21	9	-	-
ПДП	7,5-8,0	0,7-1,0		1-3	3,8-4,0			1,15-1,25	30-40
ОП	<7,5	<0,7		<1	4,4			<1,15	>40

Черноземы ООО «Приазовье» регулярно орошались с 1981 до 1994 гг. Источником орошения является Миусский лиман. Минерализация поливной воды – 1,2-1,3 г/л сульфатно-натриевого состава. Оросительная сеть закрытая, поэтому грунтовые воды расположены,

по данным ГГМС, глубже 16 м и не оказывают влияния на почвообразовательный процесс. Зато существенное влияние на свойства почв оказывает поливная вода. После 12 лет орошения (образцы почв отбирались в 1993 г.) в почвах обнаружены щелочность (по Зимовцу более 1,3 мг-экв/100 г), особенно в верхнем 40 см слое, и солонцеватость в пределах 7 % от суммы почвенного поглощающего комплекса (ППК) (табл. 3).

Таблица 3

Изменение свойств черноземов обыкновенных, орошаемых слабоминерализованной водой, при снижении водной нагрузки (ОО «Приазовье»), n =10

Слой, см	Щелочность		Σ ППК, мг-экв/100 г	Солон лон- цева- тость	Гумус, %	Увеличение гумуса, %		Плотность, т/м ³	Водопрочность, %
	pH	(HCO ₃ ⁻ - Ca)+Na+Mg, мг-экв/100 г		Na от Σ ППК, %		абсолют.	относит.		
После 12 лет регулярного орошения									
0-40	8,3	1,29	31,0	7	3,22			1,34	9
40-100	7,9	0,95	28,2	5	2,32			1,31	10
0-100	8,0	1,09	29,3	6	2,68			1,32	10
После 13 лет циклического орошения									
0-40	7,2	0,69	30,5	3	3,72	0,50	16	1,25	32
40-100	7,7	1,02	29,3	3	2,51	0,19	8	1,33	19
0-100	7,5	0,89	29,8	3	2,98	0,30	11	1,29	25
ПДП	7,5-8,0	1,0-1,2		3-5	3,6-3,8			<1,20	20-30
ОП	<7,5	<1		<3	>4,2			1,20-1,25	>30

В связи с ощелачиванием и осолонцовыванием почв разрушается структура, в результате чего водопрочные агрегаты в исследуемых черноземах после 12 лет регулярного орошения обнаружены не были. Плотность скелета почвы в верхнем слое составила 1,34 т/м³, что характеризует пашню как сильно уплотненную. Гумус, как и в черноземе ОПХ «РООМС», составил 3,22 %.

Сравнивая воздействие регулярного орошения, можно отметить, что на обоих ключевых участках ухудшаются свойства почв: при

орошении пресной водой почвы уплотняются, снижается водопрочность агрегатов, происходит дегумификация почв; при поливах слабоминерализованной водой негативные процессы еще более усугубляются. К вышеперечисленным прибавляются такие явления, как образование щелочности, солонцеватости.

При снижении водной нагрузки в почвах в определенные периоды восстанавливаются природные процессы, которые блокируют негативные явления. Известно, что интенсивная нитрификация и накопление нитратов в почвах происходит в сухие периоды в аэробных условиях, когда господствует окислительный режим [4]. Так же аэробная гумификация органического вещества создает более полезный гумус, чем анаэробная [5]. Оптимум биологической активности почв, так называемое «дыхание почв», фиксируется обычно в оптимально насыщенной влагой почвенной массе (60 % от НВ) [1]. К тому же наилучшие условия для структурообразования создаются в результате перемежающихся процессов аэробного и анаэробного разложения органического вещества в почве и при смене переувлажнения и сухости [4, 6].

Такие условия на орошаемых землях могут создаваться только при периодическом чередовании орошения и богары. Это подтверждают результаты наших исследований (см. табл. 2, 3). После 16 лет (ОПХ «РООМС») и 13 лет (ООО «Приазовье») освоения земель в режиме «хаотичного» циклического орошения свойства черноземов обыкновенных по многим показателям улучшились. Так, в верхнем 40 см слое чернозема обыкновенного ОПХ «РООМС», в результате понижения УГВ ниже критического уровня, исчезла щелочность, содержание обменного Na в ППК уменьшилось с 4 до 2 %, гумус увеличился в 0,40 см слое на 15 %, в целом в метровом слое на 9 %. В связи с этим почвы несколько разуплотнились и частично образовались водопрочные агрегаты.

В ООО «Приазовье», где источником деградации является поливная вода, восстановительные процессы свойств почв проявились по всему метровому слою. После 13 лет освоения этих земель в условиях циклического орошения в 0-40 см слое исчезла щелочность почв, а в слое 40-100 см почва осталась слабощелочной. В слое 0-40 см содержание обменного натрия уменьшилось более чем 2 раза, а в слое

40-100 см – на 40 %. Чернозем по этому показателю, учитывая орошение слабоминерализованной водой, достиг оптимальных параметров (ОП). Увеличение гумуса в черноземе ООО «Приазовье» произошло практически в тех же пределах, что и в черноземах ОПХ «РООМС», хотя ежегодный прирост его был разным и составлял в черноземах ОПХ «РООМС» 0,03 %, а в черноземах ООО «Приазовье» 0,04 %. Видимо, это зависит от тех севооборотов и культур, которые возделывались в эти годы.

Таким образом, исследования, проведенные на черноземах обыкновенных, орошаемых водой различной минерализации и состава, при снижении водной нагрузки, обусловленной переходом производителей на циклический тип орошения, показали, что орошаемые земли периодически следует переводить в режим богарного земледелия для активизации природных процессов нитрификации и гумификации. Одновременно при таких условиях происходит понижение уровня грунтовых вод, уменьшается щелочность и солонцеватость, почвы разуплотняются, так как периодическое переувлажнение и иссушение способствуют структурообразованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вальков, В.Ф. Справочник по оценке почв / В.Ф. Вальков [и др.]. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. – 236 с.
2. Егоров, В.В. Кризисные явления при орошении степных почв (черноземов) и задачи почвоведения. Расширенное воспроизводство плодородия почв в интенсивном земледелии / В.В. Егоров. – М., 1998.
3. Скуратов, Н.С. Использование и охрана орошаемых черноземов / Н.С. Скуратов, Л.М. Докучаева, О.Ю. Шалашова. – М., 2001.
4. Ковда, В.А. Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса / В.А. Ковда. – Кн. 2. – М.: Наука, 1973.
5. Кононова, М.М. Органическое вещество целинных и освоенных почв / М.М. Кононова. – М.: Наука, 1972. – 277 с.
6. Вильям, В.Р. Значение органических веществ почвы / Речь, произнесенная в годовичном собрании сельскохозяйственного ин-та 26 сент. 1902 г. Из отчета Моск. с.-х. ин-та за 1902 г. – М., 1902.

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ НА ПОЧВЕННОЕ ПЛОДОРОДИЕ

Л.А. Воеводина
ФГНУ «РосНИИПМ»

В связи с необходимостью удовлетворения потребности населения РФ в овощной продукции следует увеличить ее производство до 8,5 млн т. Овощные культуры очень чувствительны к недостатку воды при выращивании и требуют обязательного орошения. Климат нашей страны таков, что широкомасштабное выращивание овощной продукции возможно на ограниченной территории. Наиболее подходящие условия для возделывания овощных культур складываются в ЮФО. Однако в этом регионе ощущается недостаток водных ресурсов. Поэтому разработка технологий возделывания овощных культур с использованием экономных способов орошения является одним из актуальных направлений. Одним из наиболее экономных способов орошения является капельное. Тем более что использование капельного орошения делает возможным получение более высоких урожаев. В ООО им. Фрунзе Сальского района Ростовской области в 2008 году урожайность лука на капельном орошении составляла около 100 т/га.

Капельный способ орошения обладает такими преимуществами, как возможность использования минерализованных вод при сумме ионов водорастворимых солей 3,0-5,0 г/л, непригодных для полива сельскохозяйственных культур дождеванием и поверхностными способами, уменьшение опасности вторичного засоления почв и уплотнения почв и др.[1]. Однако данный способ орошения оказывает определенное влияние на состояние почв. Так, очаговое распределение воды по полю способствует формированию зон с повышенным содержанием солей (рис. 1), что является потенциально опасным, так как небольшие дожди могут вымыть их в корнеобитаемую зону.

Нами был проанализирован опыт применения капельного орошения в весенних пленочных теплицах на солнечном обогреве. Характерной особенностью выращивания в пленочных теплицах являлось недостаточно строгое соблюдение культурооборота и использование для полива воды низкого качества (табл. 1). Вода такого же типа используется и на некоторых оросительных системах (табл. 2).



Рис. 1. Распределение солей в контуре увлажнения

Таблица 1

**Состав воды, используемой для полива в ЛПХ
при капельном орошении, г/л**

Проба воды	Cl ⁻ хлориды	SO ₄ ²⁻ сульфаты	HCO ₃ ⁻ бикарбонаты	Ca ²⁺ кальций	Mg ²⁺ магний	Na ⁺ натрий	K ⁺ калий	Минерализация, г/л	pH
1	0,217	1,153	0,478	0,216	0,105	0,396	0,069	2,634	7,02
2	0,119	0,631	0,315	0,163	0,065	0,186	0,005	1,484	6,96
3	0,532	1,267	0,549	0,211	0,134	0,6	0,116	3,409	7,6
4	0,385	1,544	0,459	0,484	0,127	0,391	0,071	3,461	7,81

Таблица 2

Состав воды, используемой для полива на некоторых ОС, г/л

Проба воды	Cl ⁻ хлориды	SO ₄ ²⁻ сульфаты	HCO ₃ ⁻ бикарбонаты	Ca ²⁺ кальций	Mg ²⁺ магний	Na ⁺ натрий	K ⁺ калий	Минерализация, г/л	pH
НС-1 Веселовское вдхр	0,363	1,416	0,155	0,147	0,139	0,540	–	2,759	7,7
НС-2 Веселовское вдхр	0,409	1,475	0,157	0,185	0,158	0,540	–	2,923	7,8
Приморский канал	0,136	0,278	0,201	0,088	0,034	0,136	–	0,872	8,0
Азовский МК	0,241	0,902	0,157	0,115	0,078	0,376	–	1,869	8,0
ОАО им. Фрунзе	0,28	0,801	0,185	0,092	0,085	0,365	0,005	1,813	7,4

При использовании такой воды наибольшую опасность представляют процессы развития натриевого и магниевое осолонцевания и хлоридного засоления (табл. 3).

Таблица 3

Оценка качества воды по степени опасности развития неблагоприятных почвенных процессов

Проба воды	Хлоридного засоления	Натриевого осолонцевания	Магниевое осолонцевания	Содообразования
1	третий	третий	первый	первый
2	второй	второй	первый	первый
3	четвертый	четвертый	второй	первый
4	четвертый	второй	первый	первый
НС-1 Веселовское вдхр	четвертый	четвертый	третий	первый
НС-2 Веселовское вдхр	четвертый	четвертый	второй	первый
Азовский МК	третий	четвертый	четвертый	первый
ОАО им. Фрунзе	третий	четвертый	третий	первый

Анализы по определению поглощенных оснований на участках, орошаемых соответствующей пробой воды, представлены в табл. 4.

Таблица 4

Поглощенные основания на участках, орошаемых соответствующей пробой воды, %

Проба воды	Кальций	Магний	Натрий
1	69	31	0
2	64	36	0
3	56	25	20
4	68	20	12

Так, полив третьей пробой воды, соответствующей четвертому классу по натриевому осолонцеванию, привел к тому, что содержание поглощенного натрия в ППК составило 20 % от суммы поглощенных оснований. Анализ водной вытяжки показал, что почвы этого же участка содержали повышенное количество солей. По химизму засоления соответствовали хлоридно-сульфатному типу и по степени засоления относились к средnezасоленным (табл. 5).

Таким образом, орошение водой низкого качества привело к активному развитию неблагоприятных почвенных процессов и сниже-

нию урожайности. Поэтому возникает необходимость разработки технологий выращивания, учитывающих особенности свойств воды и почв.

Таблица 5

**Тип и степень засоления почв,
орошаемых соответствующей пробой воды**

Проба воды	Тип засоления	Степень засоления	
		по сумме солей	по сумме токсичных солей
1	хлоридно-сульфатный	слабозасоленные	слабозасоленные
2	сульфатный	слабозасоленные	слабозасоленные
3	хлоридно-сульфатный	среднезасоленные	среднезасоленные
4	хлоридно-сульфатный	незасоленные	слабозасоленные

В 2008 осенью на наиболее неблагоприятном участке, поливаемом третьей пробой воды, был проведен комплекс мероприятий по повышению почвенного плодородия, а также даны рекомендации, которые применяются в текущем сезоне.

Комплекс мероприятий по повышению почвенного плодородия был направлен на устранение осолонцевания, засоления и щелочности.

Для устранения осолонцевания было использовано внесение гипса. Доза рассчитывалась на полную нейтрализацию натрия, поглощенного ППК и составила 8,59 т/га или 0,86 кг/м².

Для снижения засоления были внесены рыхлящие материалы (щелуха семечек подсолнечника) с целью снижения относительного количества солей в корнеобитаемом слое.

Для борьбы со щелочностью была использована азотная кислота, которая была добавлена в воду в количестве, понижавшем рН до 2.

1. Последовательность мероприятий была следующая:
2. Внесение гипса.
3. Перепашка.
4. Полив раствором кислоты.
5. Мульчирование органическим веществом (слой до 6 см).
6. Перепашка.
7. Внесение навоза.
8. Перепашка.

Теплицы были свободны от пленочного покрытия до конца марта и в них поступали атмосферные осадки.

После проведения комплекса мероприятий были получены следующие результаты. Содержание натрия значительно снизилось. Так, содержание натрия в ППК снизилось с 19,5 до 1,1 %, в мг-экв снижение составило с 4,16 до 0,21 мг-экв на 100 г почвы (табл. 6). Содержание кальция в ППК повысилось в процентном выражении с 55,7 до 63,1 %. Содержание магния в ППК повысилось с 5,28 до 6,80 мг-экв на 100 г почвы или с 24,8 до 35,8 %. Данное обстоятельство не является безоговорочно положительным, так как ионы магния могут придавать почве некоторые негативные свойства, как и ионы натрия. Объяснить точно, почему повысилось содержание магния в ППК, пока нельзя. Одним из предположений может быть то, что внесение шелухи подсолнечных семечек, содержащей значительные количества магния, могло повысить его содержание. В настоящее время мы исследуем причины этого явления.

Таблица 6

Динамика изменений содержания обменных оснований в почве, поливаемой водой третьей пробы

Период взятия проб на анализ	Единицы измерения	Кальций	Магний	Натрий	Сумма
Июль 2008 г.	мг-экв на 100 г почвы	11,88	5,28	4,16	21,32
	%	55,7	24,8	19,5	100
Март 2009 г.	мг-экв на 100 г почвы	12,00	6,80	0,21	19,01
	%	63,1	35,8	1,1	100

Таким образом, меры по устранению натриевого осолонцевания достигли цели. Содержание натрия в ППК значительно снизилось.

Что касается засоления, то после проведения комплекса мероприятий химизм засоления изменился на сульфатный, а по степени засоления почвы по сумме солей стали относиться к слабозасоленным; по сумме токсичных солей – к незасоленным. Сумма ионов снизилась примерно в два раза с 0,559 г/100 г почвы до 0,313 г/100 г почвы.

Если рассматривать отдельно каждый из основных ионов, входящих в состав водной вытяжки (табл. 7), то к марту 2009 года снизи-

лось содержание хлоридов (с 1,90 до 0,15 мг-экв/100 г почвы), сульфатов (с 5,64 до 3,72 мг-экв/100 г почвы), натрия (с 5,52 до 1,13 мг-экв/100 г почвы) и калия (с 0,98 до 0,62 мг-экв/100 г почвы), в то же время произошло повышение содержания ионов кальция (с 0,88 до 1,60 мг-экв/100 г почвы), магния (с 0,66 до 1,10 мг-экв/100 г почвы) и бикарбонатов (с 0,50 до 0,58 мг-экв/100 г почвы). В целом произошедшие изменения являются положительными. Однако повышение содержания магния и бикарбонатов вызывает тревогу. Таким образом, проведенные мероприятия в целом снизили засоленность почвы.

Таблица 7

**Динамика изменений содержания основных ионов
в водной вытяжке из почвы, поливаемой водой третьей пробы**

Период взятия проб на анализ	Едини- цы измере- ния	Cl ⁻ хло- риды	SO ₄ ²⁻ суль- фаты	HCO ₃ ⁻ бикар- бонаты	Ca ²⁺ каль- ций	Mg ²⁺ магний	Na ⁺ натрий	K ⁺ калий
Июль 2008 г.	мг-экв/ 100 г почвы	1,90	5,64	0,50	0,88	0,66	5,52	0,98
	г/100 г почвы	0,067	0,270	0,031	0,018	0,008	0,127	0,038
Март 2009 г.	мг-экв/ 100 г почвы	0,15	3,72	0,58	1,60	1,10	1,13	0,62
	г/100 г почвы	0,005	0,178	0,035	0,032	0,013	0,026	0,024

Мероприятия по устранению щелочности, т.е. полив водой, содержащей азотную кислоту, не дали ожидаемого эффекта. Изменений в содержании бикарбонатов, вызывающих щелочность, не произошло. В водной вытяжке из почвы их содержание несколько повысилось до 0,58 мг-экв/100 г почвы. Причем доля их в сумме ионов повысилась с 3 до 9 %. Поэтому считаем, что раствор для полива почвы должен быть более кислым и содержать кислоты от 0,6 до 1 %.

Проведенные нами исследования позволили сделать вывод, что применение комплекса мероприятий снижает содержание солей в почвенном растворе и натрия в ППК. Однако требуется выяснить причину повышения содержания обменного магния и неизменного содержания бикарбонатов в водной вытяжке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ясониди, О.Е. Капельное орошение на Северном Кавказе / О.Е. Ясониди. – Ростов н/Д: Изд-во Ростовского университета, 1987. – 80 с.

УДК 626.672:001.2

НОРМИРОВАНИЕ ВОДООТВЕДЕНИЯ – ФАКТОР РАЦИОНАЛЬНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

И.Н. Ильинская, О.П. Шкодина

ФГНУ «РосНИИПМ»

Вопросы рационального использования и воспроизводства водных ресурсов, а также повышения плодородия почв земель должны стать комплексной основой хозяйственной деятельности в области водопользования и землепользования.

Согласно Водному кодексу, одним из методов государственного управления в области использования и охраны водных ресурсов является нормирование водопользования, которое заключается в установлении лимитов водопользования и в разработке и принятии стандартов, нормативов и правил в области использования и охраны водных объектов.

Распоряжением Минприроды России от 11 сентября 2008 г. № 35-р утвержден план мероприятий по реализации решений Правительства Российской Федерации по вопросу «О повышении эффективности и обеспечении комплексного использования водных ресурсов в Российской Федерации». В целях исполнения протокола утверждены мероприятия по реализации, в частности подготовка предложений по организации отраслевых норм водопотребления и разработка экономического механизма обеспечения экономии водных ресурсов и повышения эффективности их использования на соответствующие нужды в отраслях экономики [1].

В этой связи изучение нормирования водоотведения с орошаемых земель актуально и способствует решению как водохозяйственных, так и природоохранных задач, включая:

- выявление дополнительного резерва водных ресурсов для орошения и других нужд за счет повторного использования вод, отводимых с мелиорируемых земель;

- предотвращение возможного негативного влияния на орошаемые земли – вторичного засоления, заболачивания, а также загрязнения (засоления) отводимыми водами водоприемников [2].

Нормирование условий водоотведения является важнейшим водоохраным мероприятием, направленным на обеспечение сохранения экологического потенциала поверхностных водных объектов.

Приведенная схема формирования стока (рис. 1) с мелиорируемых земель показывает его основные элементы (дренажные и сбросные воды, ирригационный сток, возвратные воды) и возможности их определения [3].

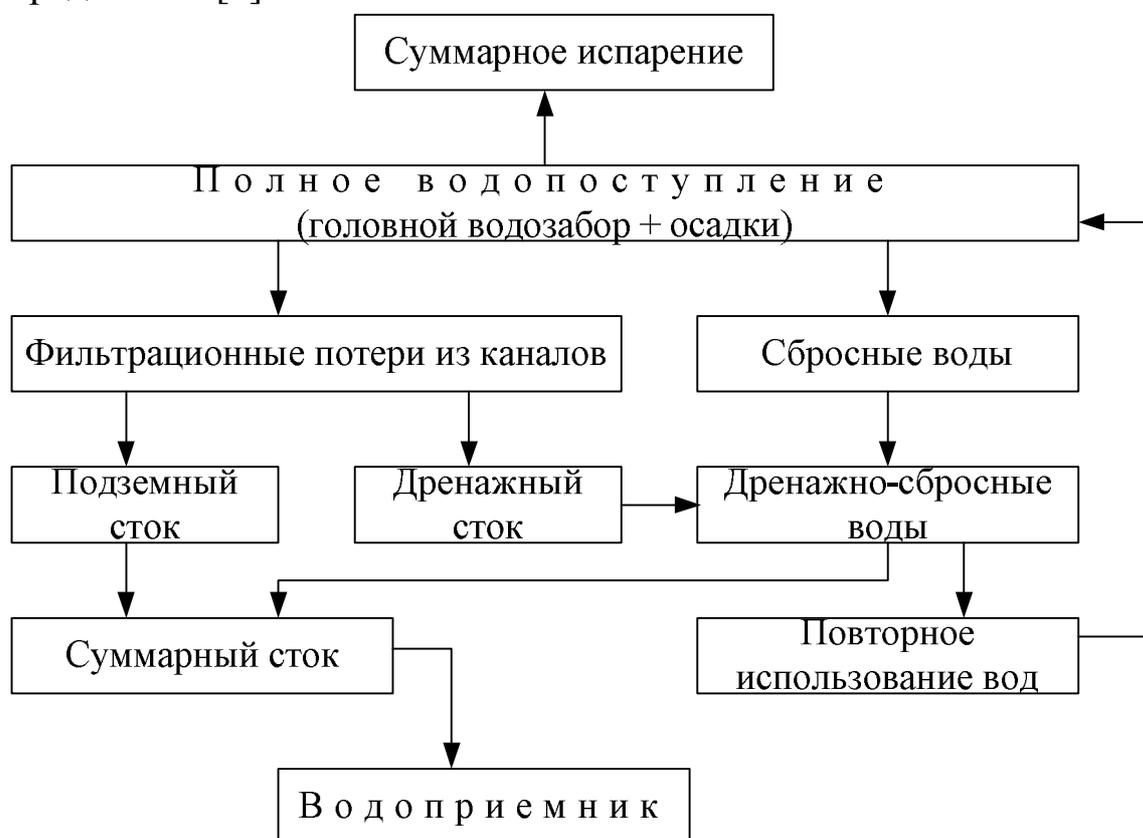


Рис. 1. Схема формирования стока на орошаемых землях

Основные методологические положения и терминология, используемые в настоящее время в исследованиях по нормированию водоотведения, предложены ранее ЦНИИКИВР [2].

Водоотведение (ВО) – количество воды, отводимое за пределы оросительной системы с помощью инженерных сооружений. По сути,

это коллекторный сток, формирующийся за счет дренажного стока (ДС) и сбросных вод (СВ):

$$BO = ДС + СВ.$$

Дренажный сток складывается из ирригационной составляющей, формирующейся за счет оросительной воды, и естественной составляющей – осадков и подземных вод.

Показатель водоотведения (Π_{BO}) – удельное количество воды, отводимое с единицы мелиорируемой территории за расчетный период (сезон, год):

$$\Pi_{BO} = \frac{BO}{F_{бр}}.$$

Если получить достаточно полные данные по водоотведению на эксплуатируемых мелиоративных системах не представляется возможным (отсутствует дренаж, не ведутся замеры коллекторно-сбросных вод и т.п.), потенциально возможное максимальное водоотведение может быть определено ориентировочно по зависимости [4]:

$$\Pi_{BO} = \frac{M_{нетто}}{\eta_{CO}} (1 - \eta_{CO}) - \Pi_{EC},$$

где $M_{нетто}$ – оросительная норма нетто, м³/га;

η_{CO} – коэффициент полезного действия системы орошения;

Π_{EC} – естественный сток с единицы площади до проведения на ней орошения, м³/га за год.

Коэффициент водоотведения (K_{BO}) – отношение объема воды, отводимого с мелиоративной системы (массива, поля) за период орошения (сезон, год), к полному водопоступлению (головной водозабор и атмосферные осадки) за этот же период:

$$K_{BO} = \frac{\Pi_{BO}}{M_{бр} + X},$$

где X – атмосферные осадки, м³/га ;

$M_{бр}$ – групповая оросительная норма брутто, м³/га.

Под суммарным стоком понимается весь сток воды за пределы балансового объема оросительной системы (массива, района) поверхностным и подземным путями за период орошения (сезон, год).

Показатель суммарного стока ($\Pi_{\text{сс}}$) – объем стока за расчетный период, отнесенный к единице площади. Он включает две составляющие: естественную, формирующуюся за счет атмосферных осадков, и искусственную, формирующуюся за счет воды, подаваемой на орошение (ирригационный сток (ИС)).

Показатель суммарного стока определяется уравнением водного баланса, предложенного С.И. Харченко [5]:

$$\Pi_{\text{сс}} = X + M_{\text{бр}} - E_{\text{сум}} \pm \Delta W,$$

где $E_{\text{сум}}$ – суммарное испарение, м³/га;

$\pm \Delta W$ – результирующая изменения запасов влаги в балансовом слое, м³/га.

В приближенных расчетах среднееголетних значений удельного суммарного стока составляющими бокового притока-оттока поверхностных и подземных вод можно пренебречь, а также притоком из нижележащих водоносных горизонтов.

Показатель ирригационного стока ($\Pi_{\text{ис}}$) – часть стока с единицы орошаемой территории, формирующаяся за счет воды, поданной на орошение, м³/га:

$$\Pi_{\text{ис}} = \frac{\text{ИС}}{F_{\text{бр}}},$$

где $F_{\text{бр}}$ – орошаемая площадь брутто, га.

Коэффициент ирригационного стока – отношение величины ирригационного стока к объему воды, поданной на орошение:

$$K_{\text{ис}} = \frac{\Pi_{\text{ис}}}{M_{\text{бр.г.}}},$$

где $M_{\text{бр.г.}}$ – групповая оросительная норма брутто, м³/га.

Определяемая расчетно-опытным путем величина $E_{\text{сум}}$, особенно для таких объектов, как оросительная система, обладает значительной степенью ошибки по отношению к фактической величине суммарного испарения. Уменьшить влияние этой ошибки на определяемую величину суммарного стока можно путем дифференцированного подхода, к определению стока по составляющим его отдельным компонентам (см. рис. 1).

Согласно этой схеме, основная часть стока формируется, как правило, фильтрационными потерями из каналов оросительной системы и сбросными оросительными водами.

Фильтрационные потери из каналов ($Q_{\text{ф}}$), транспортирующих оросительную воду к поливным участкам, можно определить по формуле

$$Q_{\text{ф}} = M_{\text{бр}}(1 - \eta_{\text{сис}}),$$

где $\eta_{\text{сис}}$ – КПД системы равен произведению КПД магистральных, межхозяйственных и внутрихозяйственных каналов.

Количество фильтрационных потерь, дренируемое искусственным дренажем, можно рассчитать формулой

$$Q_{\text{ф.др.}} = M_{\text{бр}}(1 - \eta_{\text{сис}}) \frac{S_{\text{др}}}{S_{\text{ос}}},$$

где $S_{\text{др}}$ – площадь охвата оросительной системы искусственным дренажем;

$S_{\text{ос}}$ – площадь оросительной системы.

Объем сбросных оросительных вод можно определить из уравнения водно-солевого баланса:

$$Q_{\text{пв}} C_{\text{пв}} + Q_{\text{др}} C_{\text{др}} = Q_{\text{дс}} C_{\text{дс}},$$

где $Q_{\text{пв}}, Q_{\text{др}}, Q_{\text{дс}}$ – объемы оросительных, дренажных и дренажно-сбросных вод;

$C_{\text{пв}}, C_{\text{др}}, C_{\text{дс}}$ – минерализация оросительных, дренажных и дренажно-сбросных вод.

Для определения более точного объема сбросных оросительных вод, необходимо учитывать и поверхностный сток атмосферных осадков:

$$Q_{\text{пв}} = \frac{C_{\text{др}} - C_{\text{дс}}}{C_{\text{др}} - C_{\text{пв}}} Q_{\text{дс}} - X(1 - \beta),$$

где X – количество атмосферных осадков;

β – коэффициент впитывания атмосферных осадков в почву.

В случае отсутствия данных объем сбросных оросительных вод можно определить по соответствующим формулам зависимости от водоподачи, КПД системы и КПД использования техники:

$$Q_{\text{пв}} = M_{\text{бр}} \eta_{\text{сис}} (1 - \eta_{\text{тп}}),$$

где $\eta_{\text{тп}}$ – фактический коэффициент полезного действия техники полива.

Методика позволяет определить суммарный сток как сумму объемов фильтрационных потерь оросительной воды из каналов и на поливных землях, а также сбросных поливных вод и поверхностного стока атмосферных осадков.

Зная абсолютные значения суммарного стока (СС) и его составляющих, можно определить коэффициент водоотведения. Доля участия компонентов, формирующих суммарный сток, определяется отношением их объемов (Q) к величине суммарного стока:

$$K_{\text{др}} = \frac{Q_{\text{др}}}{\text{СС}}; K_{\text{дс}} = \frac{Q_{\text{дс}}}{\text{СС}}; K_{\text{пс}} = \frac{Q_{\text{пс}}}{\text{СС}}; K_{\text{пв}} = \frac{Q_{\text{пв}}}{\text{СС}},$$

где $K_{\text{др}}$, $K_{\text{дс}}$, $K_{\text{пс}}$, $K_{\text{пв}}$ – коэффициенты водоотведения дренажного, дренажно-сбросного, подземного стока, сбросных поливных вод.

Расчеты показателей и коэффициентов водоотведения выполняются по репрезентативным оросительным системам, на которых измеряется коллекторно-дренажный сток и имеются сведения за ряд лет.

Как показали исследования, данная методика позволяет дифференцировать суммарный сток на составляющие его компоненты и оценить существенную разность между расчетной величиной дренажно-сбросных вод и фактическими замерами его величин управлениями оросительных систем.

Рациональное отношение к воде, используемой для орошения, и введение платы за воду требует постоянного совершенствования водопользования, в частности водоотведения, посредством нормирования.

Изменение фактических показателей водопользования на примере орошаемых земель Ростовской области за 2000-2006 гг. показывает, что рассматриваемый период включал средние (2000, 2005, 2006 гг.), среднесухие (2001, 2002 гг.) и средневлажные годы (2003 и 2004 гг.), таблица [6].

Фактическое водопотребление в сухие годы составило 1304,5-1650,4 млн м³, во влажные оно закономерно снизилось почти втрое, то есть до 504,3-591,5 млн м³. В то же время фактическая оросительная норма брутто (по отчетным данным) колебалась в пределах 4070-5100 м³/га. При этом суммарный сток составил 277-407 мм во влажные годы, 114-139 мм в сухие годы.

Потери на испарение, фильтрацию и по длине изменялись от 578,1 млн м³ в 2001 году до 623,0 млн м³ в 2003 году, возрастая с повышением степени влагообеспеченности года. При этом за период с 2000 по 2006 гг. площади политых земель снизились на 17-20 тыс. га. Ранее проведенные исследования показали, что основную часть суммарного стока составляет дренажно-сбросный сток, в среднем 74 % от суммарного стока. Сбросная поливная вода занимает от 16 до 30 %, а дренажный сток составляет 45-58 % от суммарного стока. В 2006 году, среднем по обеспеченности, суммарный сток составил 43 % от водоподачи на орошение, что происходит в основном за счет фильтрационных потерь.

Водоотведение зависит от величины текущей индивидуальной и групповой нормы водопотребности, осадков, испарения, КПД оросительных систем. В результате исследований по водопотреблению ведущих сельскохозяйственных культур, проведенных Российским НИИ проблем мелиорации на юге России за последние 25 лет, установлено, что разница между нормативным и фактическим водопотреблением на орошение колеблется в пределах 15-60 %. Это следует из анализа коэффициента обеспеченности оросительной водой, который характеризует отношение фактического и нормативного водопотребления и варьирует в различные годы по влагообеспеченности от 0,79 в сухой год до 2,2 во влажный (см. таблицу) [6].

Расчетный суммарный сток изменяется в соответствии с элементами водного баланса и составляет в среднем 253 мм, варьируя от 114 мм во влажный год до 407 мм в сухой. В то же время он превысил среднее значение за 1990-1999 гг. почти вдвое (рис. 2). В зависимости от степени влагообеспеченности, доля расчетного суммарного стока в фактической оросительной норме изменяется от 28 % в средневлажные годы до 61,4-81,4 % в среднесухие годы. В средние по влагообеспеченности годы (1991, 1994, 1999, 2005, 2006) доля суммарного стока составляла 37-48 % в 90-е годы и 54-64,5 % в 2005-2006 годы.

**Фактическое водопользование на орошаемых землях управлений
оросительных систем Ростовской области за 2000-2006 гг.**

Показатель	Год							Среднее
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Обеспеченность по ДВБ, %	54,0	78,0	77,0	26,6	20,8	50,8	43,6	48,2
Фактическое водопотребление на орошение, млн м ³	1268,2	1304,5	1650,4	591,5	504,3	1059,5	1101,0	1068,5
Потери на испарение, фильтрацию и длину, млн м ³	609,7	578,1	655,1	623,0	492,8	488,4	510,6	565,4
Вынужденный сброс воды, млн м ³	29,8	31,4	52,2	62,8	58,6	47,1	39,3	45,9
Доля потерь и сбросов воды, в фактическом водопотреблении, %	50,4	46,7	42,9	1,16	1,09	50,5	49,9	57,2
КПД магистральных каналов и межхозяйственной сети	0,72	0,72	0,70	0,74	0,74	0,73	0,73	0,73
Полито физической площади, тыс. га	190,7	181,8	177,7	180,7	172,3	170,8	173,3	178,2
Не полито земель, тыс. га	94,9	100,7	98,7	92,0	86,1	79,9	63,6	88
Доля неполитых земель, %	52,5	55,4	55,5	51,0	50,0	46,8	36,7	49,7
Фактическая оросительная норма брутто, м ³ / га	4540	4510	5000	4907	4070	4370	5100	4642
Расчетный суммарный сток, мм	272	277	407	139	114	235	329	253



Рис. 2. Динамика величины суммарного стока и фактической оросительной нормы брутто на оросительных системах Ростовской области

Одной из главных причин этой ситуации является плохое состояние магистральной, межхозяйственной, коллекторно-дренажной сети. По мнению специалистов, доля потерь из указанных каналов достигает 50 % и более в общем балансе фильтрационных потерь при орошении. Это свидетельствует о необходимости особого внимания к реконструкции магистральных каналов, межхозяйственных распределителей и коллекторно-дренажной сети. Экономия оросительной воды может и должна достигаться не только за счет автоматизации водораспределения, организации водоучета, оптимизации режимов орошения, но и повторного использования сбросных и коллекторно-дренажных вод, ежегодного анализа и контроля использования воды. Необходимо устройство водоотведения и дренажа на орошаемых землях и разработка экологически совершенных, малозатратных технологий очистки минерализованных и дренажных вод.

Таким образом, на основе проведенного анализа выявлена необходимость расчета нормативных показателей и коэффициентов стока, в соответствии с групповыми нормами водопотребности в орошаемом земледелии в годы различной обеспеченности по дефициту водного

баланса, районирования по модулю дренажного стока с учетом коэффициента полезного действия оросительных систем и их сравнительной оценки с исследованиями, проведенными ранее. Следует выявить и систематизировать основные факторы, определяющие количество и качество вод, отводимых с мелиоративных систем, а также произвести типизацию оросительных систем. Все указанные мероприятия позволяют контролировать качество и количество отводимой воды и совершенствовать управление водопользованием для обеспечения стабильной экономической эффективности и экологической безопасности в мелиорации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение Минприроды России от 11 сентября 2008 г. №35-р «Об утверждении Плана мероприятий по реализации решений Правительства Российской Федерации по вопросу «О повышении эффективности и обеспечении комплексного использования водных ресурсов в Российской Федерации».

2. Штаковский, А.В. Нормирование водоотведения с мелиорируемых земель / А.В. Штаковский, Л.В. Котлов // Обоснование норм водопользования в орошаемом земледелии: сб. науч. тр. / ЦНИИКИВР. – М., 1984. – С. 141-147.

3. Разработать и внедрить Единую систему нормирования водопользования в орошаемом земледелии страны: Отчет о НИР (заключ.) / ЮжНИИГиМ, 1981-1984 гг.

4. Сенчуков, Г.А. Районирование ЦЧО по модулю дренажного стока / Г.А. Сенчуков, Ю.С. Исаев, О.П. Шкодина // Мелиоративное состояние орошаемых земель и использование водных ресурсов. – Новочеркасск, 1985 – С. 3-9.

5. Методические рекомендации по определению водоотведения в орошаемом земледелии. – Л.: Гидрометеиздат, 1981.

6. Ильинская, И.Н. Проблемы водопользования на орошаемых землях юга России / И.Н. Ильинская, О.П. Шкодина, И.В. Сиверина // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. – Вып. 40. – Ч. 1. – Новочеркасск, 2008. – С. 7-13.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ РЕГУЛЯРНОГО АГРОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Е.М. Антоненко, Г.Т. Балакай, А.М. Тютюниченко
ФГНУ «РосНИИПМ»

В России, несмотря на наличие мощных земельных ресурсов, продовольственная проблема остается одной из самых актуальных. Причинами сложившейся ситуации следует считать многочисленные нарушения агротехнологий в современных условиях сельхозпроизводства, низкую степень внедрения эффективных научно обоснованных разработок, недостаточное агрохимическое обследование почв и растениеводческой продукции. Являясь важнейшим ресурсом развития человеческого общества, плодородная почва сейчас, как никогда ранее, крайне нуждается в рациональном обращении. На рекультивацию нарушенной почвы затрачиваются огромные средства, поэтому своевременная диагностика негативных почвенных процессов обходится существенно выгоднее.

Химический анализ почв следует считать одним из наиболее важных средств познания природы плодородия почв. Классификация почв, оценка их мелиоративных особенностей, пригодности для использования в различных хозяйственных целях, бонитировка и оценка стоимости земель в той или иной мере базируются на результатах химического анализа почв.

На сегодняшний день растениеводам приходится решать множество сложных и высокочатратных проблем, при этом проведение агрохимического обследования почв часто рассматривается как необязательная статья расходов. Отсюда ориентировочное внесение удобрений и мелиорантов. Наиболее актуально этот вопрос стоит для малых и средних фермерских хозяйств, где земли эксплуатируются в основном безграмотно, без учета их природных возможностей, что приводит к истощению и разрушению плодородных свойств почвы. Так, многие хозяйственники южных щелочных земель часто вносят известь, необходимую только кислым, более северным землям. В результате, резко нарушается режим питания растений, разрушается плодородие почвы.

Как показывает практика, затраты на проведение обследования сельхозугодий составляют менее 1 процента от общих расходов на выращивание урожая и полностью окупаются уже в первый год их проведения, а разработка плана рекомендуемых мероприятий по обработке почвы позволяет повысить урожайность на 60-70 %. Агрохимический контроль почвы дает возможность регулировать не только количество, но и качество получаемой продукции, что приобретает важное значение в связи с вступлением России в ВТО.

К агрохимическим показателям плодородия почвы, которые могут изменяться от применения удобрений и агротехники, относятся: гумус, кислотность, поглощенные основания, содержание усвояемых форм азота, фосфора и калия. Наиболее быстродействующим агротехническим фактором, изменяющим продуктивность севооборотов и плодородие почвы, считается внесение удобрений.

Эффективность использования научно обоснованного подхода к внесению удобрений наглядно подтверждают данные опыта, проведенного в ООО «Венцы-Заря» Гулькевичского района Краснодарского края.

Результаты эксперимента показали, что затраты на проведение агрохимического обследования поля составляют менее 1,0 % от общих затрат на возделывание культуры [1]. На основании полученных агрохимических данных были рассчитаны нормы внесения удобрений (см. таблицу, вариант 2), при этом была получена максимальная прибавка урожая в размере 67 %. В остальных вариантах нормы удобрений были экспериментально завышены или занижены, что привело к снижению дохода с 20 до 11 тыс. руб./га.

К другой, наиболее распространенной проблеме возделывания почвы нашего региона относится повышенная степень засоления или осолонцевания почв, что связано как с генетическим строением почв Северного Кавказа, так и вынужденностью полива минерализованной (более 1 г/л) водой. В последнее время работы по мелиорации большинства засоленных и солонцовых земель не проводятся.

Как показывает практика, наиболее часто процессы засоления развиваются при орошении, что требует научно обоснованного применения мелиорирующих приемов. При агрохимическом обследовании степень засоления определяется по минеральному составу водной вытяжки, солевому составу оросительной воды, а также

Таблица

**Экономические показатели применения удобрений
на основании агрохимического обследования поля сои**

Вариант	Суммарная доза внесения удобрений, кг/га	Урожай- ность, т/га	Стоимость урожа, руб./га	Затраты на возделывание сои, руб./га			Доход		
				Всего	Удобрения	Агрохим. обследо- вание	Всего, руб.	Прибавка урожая	
								руб.	%
1. Без удобрений	0	2,31	16170	6635	0	0	9535	0	0
2. N ₁₅₀ P ₈₀ K ₁₆₀	390	4,63	32410	12010	5370	35	20400	10835	113,6
3. N ₁₈₈ P ₁₀₀ K ₂₀₀	488	4,72	33040	13355	6720	35	19685	10115	106,1
4. N ₁₁₂ P ₆₀ K ₁₂₀	292	4,04	28280	10655	4020	35	17625	8055	84,48
5. N ₉₈ P ₅₂ K ₁₀₄	254	3,81	26670	10133	3498	35	16537	6967	73,1
6. N ₇₅ P ₄₀ K ₈₀	195	2,94	20580	9320	2685	35	11260	1690	17,7

по концентрации поглощенных оснований почвенных образцов. Своевременно выявленное засоление и проведение комплекса мелиорирующих приемов позволяет не только получить дополнительный урожай, но и экономить на внесении меньшего количества удобрений и препаратов сельхозхимии. Внесение в почву экологически обоснованных мелиорантов заметно улучшает также и водно-физические характеристики почв (механический состав, плотность и др.), что дает возможность экономить оросительную воду и горюче-смазочные материалы при механической обработке поля [2].

Аналитический контроль почвы рекомендуется проводить параллельно с диагностикой питания растений, которая необходима для определения степени обеспеченности растений питательными веществами в период их вегетации. Диагностика питания позволяет установить недостаток того или иного питательного элемента в растении и своевременно проводить подкормку. Наиболее распространены визуальный и химический приемы диагностики. Метод визуальной диагностики прост, не требует специального оборудования, но не совсем точен, т.к. иногда внешние признаки голодания от недостатка разных элементов имеют сходство.

Кроме того, вредители, болезни и неблагоприятные условия погоды могут вызвать изменения внешнего вида растений, похожие на симптомы голодания. В таких случаях нужно подтвердить диагноз химическим анализом.

Нарушение нормального питания растений и обмена веществ в них вызывает не только недостаток, но и избыток отдельных элементов. Чтобы полнее выявить условия питания растений и более эффективно применять удобрения, очень важно располагать данными диагностики в отдельные фазы развития растения.

В связи с нарастанием техногенной нагрузки на почву расширяются экологические функции агрохимии. Процесс отравления почвы выбросами промышленных предприятий, вносимыми без меры удобрениями и пестицидами существенно отличается от загрязнения воды и воздуха. Воду и воздух современными технологиями можно очистить, а полностью обезвредить зараженную землю практически невозможно.

Вышеуказанный перечень контролируемых показателей не является обязательным либо исчерпывающим для получения объектив-

ной оценки состояния почв. Выбор показателей следует делать агроному или почвоведу после предварительного исследования почвенного объекта и выявления основных факторов сельхозпроизводства. Разработка рекомендаций по выбору и способу внесения удобрений, мелиорантов, средств защиты растений и других препаратов, а также агротехнических приемов и методов составляет 10-20 % от стоимости проведения лабораторных испытаний. Эффективность от внедрения разработанных рекомендаций по улучшению условий возделывания культур выражается не только в оперативном сохранении и приумножении плодородных свойств почвы, но и в пролонгированном воздействии на период 5 лет и более.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выписка из прейскуранта цен на химические анализы почвы Эколого-аналитической лаборатории ФГНУ «РосНИИПМ». – 2008 г.
2. Рекомендации по оптимизации мелиоративного состояния орошаемых почв солонцовых комплексов. – Новочеркасск: ЮжНИИГиМ, 1990.

УДК 631.48:631.459

МЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ АГРОЛАНДШАФТОВ

Н.И. Балакай

ФГНУ «РосНИИПМ»

Современные антропогенные воздействия на агроландшафты нередко приводят к снижению плодородия почв и соответственно урожая сельскохозяйственных культур. В некоторых регионах разрушение почвенного плодородия протекает активно, идет трансформация сельхозугодий как объекта использования.

Составными элементами системы мелиоративных мероприятий в условиях расчлененного рельефа являются противоэрозионная организация территории, агротехнические, лесомелиоративные, лугомелиоративные приемы и простейшие гидротехнические сооружения.

Основные требования, которые необходимо учитывать при разработке системы мелиоративных мероприятий по борьбе с эрозией

почв на территории с расчлененным рельефом: при обследовательских работах выявлять причины, вызывающие эрозию, эродированные и эрозионно-опасные земли и группировать их по категориям использования; определить типы почв, их гранулометрический состав и степень смывости, крутизну, длину склонов и их экспозицию, степень расчлененности территории; проводить гидрогеологические обследования территории, определять общие запасы питательных веществ в почве и составлять картограммы обеспеченности азотом, фосфором, калием, кислотность и засоленность почв; выявлять действующие овраги, их годовой прирост и близость к водоразделам; определять площади водосборов, прилегающих к оврагам, объем стока талых и ливневых вод по отметкам водосборов; естественные и искусственные рубежи, формирующие разрушительные потоки воды, овраги, зарастающие естественным путем, сельскохозяйственные угодья; учитывать водные источники, состояние их заиления и возможности регулирования вод местного стока; формировать поля с учетом их обработки поперек склонов и вдоль горизонталей; размещать лесные насаждения поперек склонов и вдоль горизонталей, в оврагах с целью затенения их откосов и уменьшения иссушения территории; разрабатывать программы защиты почв от эрозии и охраны окружающей среды [1].

Для правильного проектирования организационно-хозяйственных мероприятий необходимо определять направление специализации хозяйств; структуру посевных площадей формировать с учетом размещения всех пропашных культур на приводораздельных землях или полях с уклонами не выше 2; разрабатывать принципы формирования специальных почвозащитных севооборотов и приемов обработки при выращивании сельскохозяйственных культур на склонах; предусматривать объединение мелкоконтурных участков до размеров, пригодных для использования современной техники; разрабатывать комплексные мелиоративные долгосрочные программы повышения плодородия и высокопродуктивного использования земли, включающих мероприятия по химизации, по орошению, борьбе с эрозией почв, с кислотностью, с засухой и избытком осадков и комплексного их осуществления.

Одним из компонентов мелиоративных мероприятий являются агротехнические почвозащитные мероприятия, которые должны включать: предотвращение ускоренной эрозии путем зарегулирования или безопасного сброса талых и ливневых вод с полей, введение различных типов почвозащитных севооборотов, дифференцированное применение противоэрозионных приемов обработки почвы и посева в зависимости от степени смывости почвы и крутизны склонов; формирование водоустойчивой и ветроустойчивой структуры почвы; ускоренное накопление органической массы в почве, увеличение мощности гумусового горизонта и повышение его биологической активности; сочетание системы удобрений и почвозащитной обработки полей для ускоренного повышения плодородия почв; ускоренное создание почвозащитного растительного покрова в целях предупреждения эрозионных процессов; увеличение влагоемкости почв; дифференцированное применение норм высева сельскохозяйственных культур и внесение удобрений в зависимости от степени эродированности почв; обобщение критериев применения противоэрозионных приемов обработки почвы; осуществление приемов, способствующих повышению снегонакопления и снижения глубины промерзания почвы, а также ускоряющих оттаивание почвы, начиная от водораздела до подножия склонов; разработка и применение комплексных программ, обеспечивающих получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на эродированных почвах в улучшенных кормовых угодьях: применение высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур, защищающих почву от эрозии и дающих высокие урожаи; разработка мероприятий по сохранению качества сельскохозяйственной продукции, выращиваемой на эродированных землях [1, 2].

Анализируя противоэрозионную эффективность агротехнических приемов, можно сделать вывод, что им принадлежит большая роль в задержании стока поверхностных вод, в уменьшении смыва и выдувания почвы.

Агролесомелиоративные мероприятия должны включать: минимальный отвод земли под защитные лесонасаждения и получение оптимального и быстрого почвозащитного эффекта от применяемых лесополос; обеспечение долговечности создаваемых систем защитных лесонасаждений; выявление и использование оптимальных конструк-

ций и рядности лесонасаждений, обеспечивающих наивысший почво-защитный эффект и минимальные затраты по уходу; ускоренное закрепление и затенение оврагов, восстановление гибнущих лесонасаждений; системное применение лесополос.

Применение лесомелиоративных насаждений в комплексе с другими мелиоративными мероприятиями должно обеспечивать снижение эрозионных процессов до допустимых пределов.

Поэтому мероприятия, направленные на улучшение и повышение продуктивности земель гидрографического фонда, являются не только одним из путей увеличения производства кормов, но и надежным средством защиты почв от эрозии. Они осуществляются за счет снижения поверхностного стока.

Для повышения продуктивности сенокосов и пастбищ, а следовательно, и противозэрозионной устойчивости, рекомендуется проводить поверхностное и коренное их улучшение (таблица) [2].

Таблица

Критерии выбора и содержание способов улучшения травостоя

Вид улучшения	Условия применения	Состав мероприятий
Поверхностное	На слабопораженных оврагами балочных склонах крутизной до 20° при угнетенном состоянии травостоя и при наличии не менее 25 % ценных трав	Подготовка площади (расчистка кустарника, удаление кочек, засыпка промоин и др.), регулирование поверхностного стока, уход за дерниной и травостоем (боронование, уничтожение сорной растительности, подсев трав, снегозадержание, удобрение, щелчевание и др.), лесомелиорация
Коренное	На эродированных склонах с деградированным травяным покровом и долей ценных трав менее 25 %	Регулирование поверхностного стока, планировка поверхности с уничтожением дернины, посев травосмеси, удобрение, лесомелиорация. На склонах крутизной 20° – предварительное террасирование
Самомелиорация и содействие ей	На сильноэродированных крутых склонах, каменистых, засоленных почвах	Регулирование стока на водосборе, лесомелиорация, устройство очагов инспермации

Одним из направлений регулирования поверхностного стока является создание противозэрозионных гидротехнических сооружений,

обеспечивающих минимальные потери земли; сочетание долговечности и минимальной стоимости гидросооружений; обеспечение максимального задержания воды на водосборе и использование ее для организации орошения сельхозугодий на местном стоке; взаимоувязанность гидротехнических сооружений с другими почвозащитными мероприятиями противоэрозионного комплекса при осуществлении.

Гидротехнические сооружения, в отличие от других элементов противоэрозионной системы, характеризуются максимальной водорегулирующей способностью.

При правильном применении на пашне комплекса мероприятий в условиях контурно-мелиоративной организации территории агроландшафтов сток талых и ливневых вод будет сводиться к минимуму, уровень роста оврагов значительно снизится.

Анализ современного развития сельскохозяйственного производства подтверждает необходимость проведения комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных, лугомелиоративных мероприятий и простейших гидротехнических сооружений, направленных на лучшее использование земли для производства экономически целесообразного количества конкурентоспособной продукции, гарантирующих продовольственную независимость страны, расширенное воспроизводство почвенного плодородия, охрану природы и устойчивый рост экономики [2, 3, 4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Эрозия почв и борьба с ней / под ред. В.Д. Панникова. – М.: Колос, 1980. – 367 с.
2. Полуэктов, Е.В. Эрозия и дефляция агроландшафтов Северного Кавказа: монография / Е.В. Полуэктов. – Новочеркасск: НГМА, 2003. – 298 с.
3. Федеральная целевая программа «Сохранение и восстановление плодородия почв, земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 гг.», 20 февраля 2006 г., № 99. – М., 2006.
4. Задачи сельскохозяйственных и водохозяйственных организаций по повышению плодородия земель в России: информационный сборник. – М.: ФГУ «Управление «Плодородие», 2006.

УПРАВЛЕНИЕ СПП АГРОЛАНДШАФТА ЛОКАЛЬНОЙ АГРОМЕЛИОРАЦИЕЙ МОЧАРИСТЫХ ПОЧВ¹

В.П. Калиниченко, К.А. Крюков, А.В. Мальцев, А.В. Удалов,
Л.П. Ильина, В.В. Черненко, С.А. Шатохин

Донской государственной аграрный университет

Агротехника подлежащих окультуриванию в связи с локальным переувлажнением ландшафта черноземов обыкновенных строится без учета особенностей структуры почвенного покрова (СПП). Необходима экологически скорректированная агротехника, адаптированные технологические схемы и новые решения машин для условий расчлененного земельного фонда в степной почвенно-климатической зоне Ростовской области, соответствующие представлениям об устойчивом управлении почвенным покровом.

Многие территории России переувлажняются в результате деформации гидрологического режима ландшафтов, которая имеет техногенное, в том числе водохозяйственное и сельскохозяйственное, происхождение. Природные гидрографические пути передвижения поверхностных вод деформируются или вообще исключаются из гидрологического процесса [1].

Несоответствие землеустроительных решений и дифференциации агротехники устройству гидрографии, орографии и климатическим факторам, а технологий обработки почвы – критериям устойчивости агроэкосистем приводит к трансформации соответствующей агроландшафтной системы и СПП, ведет к повышению вероятности деградации чернозема обыкновенного.

В результате фактором, усиливающим деградацию почвенного покрова, является широкое распространение среди автоморфных черноземов обыкновенных своеобразных гидроморфных почв, называемых мочарами. Проявление их спорадично. Эти почвы малоконтурны, но опасность состоит в неуклонном росте их площадей и резком ухудшении эргономичности производственной среды сельского хозяйства.

¹ – Издается в авторской редакции.

Изучены закономерности агроландшафтно-производственной системы на черноземе обыкновенном, в различной степени смытом в условиях почвенно-мелиоративного агротехнического стационара в ЗАО «Топаз» Красносулинского района Ростовской области.

Проведен анализ экологического состояния ландшафтов, подверженных периодическому переувлажнению, разработан способ агромелиорации мочаров.

Участок организован согласно геоморфологическому устройству ландшафта с очагом переувлажнения. Общая площадь участка 118 га, гидроцентр 3 га, мочар 14 га.

Схема опыта

1. Контроль. Без локальной агромелиорации. Зональная агрокультура (озимая пшеница, кукуруза на зерно).

2. Локальная веерная агромелиорация, 45 см 2002 г., зональная технология (2003-2007 гг.)

Применен способ локальной агромелиорации мочаристых почв [2]. Задача локальной агромелиорации решается за счет оптимального распределения в горизонтальной плоскости грунтовых вод, отводимых из гидроцентра мочара.

Схема выполнения способа приведена на рисунке 1.

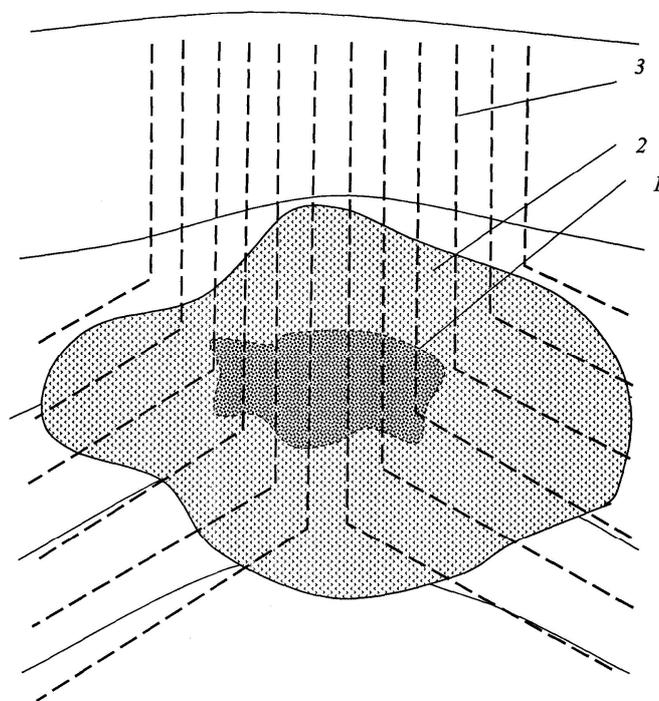


Рис. 1. Способ локальной агромелиорации мочаристых почв:

1 – гидроцентр; 2 – ареал переувлажнения; 3 – кротодрена

Локальная веерная агромелиорация выполнена в 2002 г. после уборки озимой пшеницы на глубину 45 см. Зональная технология применялась впоследствии (2003-2007 гг.). С 2003 г. бессменная культура – кукуруза на зерно. Отвальная обработка на глубину 20-22 см.

Применение локальной агромелиорации позволяет добиться уменьшения влажности почвы в зоне гидроцентра на 3-5 % по сравнению с обычным способом кротования. На аналогичных участках, где проводилось кротование обычным способом, разброс влажности почвы по массиву мочара составляет 14 %, варьирование в пределах 18-32 %. На участке, где применялась локальная агромелиорация, разброс значений влажности в массиве мочара составил 7 %, варьирование в пределах 19-26 %.

Локальная агромелиорация обеспечивает относительно равномерное распределения влаги в зоне переувлажнения и позволяет скорее добиться желаемого результата – снижения пространственной неоднородности увлажнения почв на склоне [3].

Такой способ прокладки дрен позволяет отвести поток воды от линии основного стока, и равномерно рассредоточить его по поверхности склона.

Стартовые условия биogeосистемы за счет локальной веерной агромелиорации обеспечивают гомогенизацию СПП черноземов обыкновенных (таблица).

Таблица

Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от способа управления расчлененным земельным фондом

Год исследований	Культура	Урожайность, поле, т/га	Урожайность, мочар, т/га
Без мелиорации			
2002	Озимая пшеница	4,2	0,0
Локальная агромелиорация			
2003	Кукуруза на зерно	7,5	6,4
2004	Кукуруза на зерно	8,0	7,2
2005	Кукуруза на зерно	9,3	8,5
2006	Кукуруза на зерно	5,8	5,4
2007	Кукуруза на зерно	3,0	3,0

ЛИТЕРАТУРА

1. Минкин, М.Б. Мелиорация мочаристых почв Восточного Донбасса / М.Б. Минкин, В.П. Калиниченко, О.Г. Назаренко. – М.: Изд-во МСХА, 1991. – 163 с.

2. Способ локальной агромелиорации мочаристых почв / Калиниченко В.П., Крюков К.И.; заявка №2006111967/03(013019) от 10.04.2006. Решение о выдаче патента от 11.09.07. ФИПС. Отдел № 03. – 3 с.

3. Мальцев, А.В. Автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.В. Мальцев; ЮФУ. – Ростов-на-Дону, 2008. – 24 с.

УДК 631.412

ДИНАМИКА СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИРРИГАЦИИ¹

А.Н. Сковпень, Н.С. Скуратов, В.П. Калиниченко, В.Е. Зинченко,
В.В. Черненко, А.А. Иваненко, А.А. Болдырев
Донской государственный аграрный университет

Критерием оценки современных эколого-мелиоративных приемов является принцип функционального самосохранения орошаемых почв от негативных явлений. В этом состоит актуальность проводимых исследований.

Одной из актуальных проблем современного почвоведения является всесторонний анализ антропогенных изменений почв и разработка мер преодоления агрогенной деградации почв и почвенного покрова. Наблюдения последних десятилетий в нашей стране и за рубежом показали высокую чувствительность почвенного покрова к антропогенному воздействию [1].

Сложные геоморфологические условия, большей частью сухой континентальный климат, значительная вариабельность почвообразующих пород и кор выветривания, издержки систем ведения сельского хозяйства вызывают существенное, а часто и необратимое усиление факторов деградации почв, структуры почвенного покрова (СПП). В полной мере это относится к староорошаемым черноземам,

¹ – Издается в авторской редакции.

которые подвержены одному из самых значительных факторов быстрого преобразования почвы – ирригации.

Массированное сельскохозяйственное освоение черноземных почв привело к изменению экологических функций ландшафтов, ослаблению природной составляющей буферности их свойств, общей деградации агроэкосистем. Вероятность дальнейшего развития процессов деградационного характера: эрозия, дегумификация, вторичное осолонцевание, засоление, слитизация, ощелачивание, коркообразование, оглинивание и др. обуславливает актуальность разработки принципиально новых агротехнических мероприятий и способов управления агроландшафтами.

В сложившихся условиях возникла необходимость постоянного контроля динамики свойств чернозема обыкновенного в условиях длительной ирригации и оценки изменений эколого-мелиоративных и хозяйственных показателей агроландшафта.

Изучены: природа неблагоприятных свойств староорошаемых земель, в том числе агрофизические, химические, физико-химические показатели, запас гумуса в почве, техногенное изменение почвы. Рассмотрены длительные тенденции СПП и СРП орошаемого чернозема после строительной планировки, засоренность и видовой состав сорняков, биометрические параметры урожайности с.-х. культур. В зависимости от эколого-мелиоративного состояния ирригационной агроэкосистемы с использованием разработанных нами экологических коэффициентов выполнена комплексная оценка экологической ситуации в агроландшафте:

1. Результаты исследований позволяют судить о направленности почвообразования при длительном орошении черноземов обыкновенных и могут использоваться при усовершенствовании гидромелиоративных приемов управления соответствующим ирригационно-обусловленным ландшафтом. Длительное орошение явилось причиной изменений физических свойств чернозема обыкновенного. Уплотнение в верхнем метровом слое увеличилось на 0,13-0,15 г/см³, пористость при этом уменьшилась до 46-48 % против 51-52 % у неорошаемых почв. Скорость впитывания воды в почву при длительном орошении уменьшается в 1,5-2 раза. Количество ила у орошаемых почв, по данным микроагрегатного анализа, составило 4-6 %, у неорошаемых почв – 1-2 %.

2. На ключевых участках выявлено изменение структурного состава чернозема обыкновенного: в верхней части почвенного профиля до глубины 50-70 см из-за уплотнения структура почвы глыбистая; количество агрегатов более 10 мм в верхней части почвенного профиля возросло до 40-72 % по сравнению с неорошаемой почвой, где их количество составляло 12-23 %, сумма агрегатов размером 10-0,25 мм снизилась с 76-80 % до 28-62 %, выход агрегатов меньше 0,25 мм при мокром просеивании увеличился на 10-12 %, формируются признаки слитогенеза.

3. Гумусное состояние орошаемых черноземов изменяется в зависимости от сроков ирригации, степени и химизма засоления поливной воды. Потери гумуса в пахотном горизонте составили при орошении донской водой 15 %, при поливе минерализованной водой Веселовского водохранилища 22-23 % в результате того, что в черноземах, орошаемых минерализованной водой, к биологическим факторам динамики гумусного состояния присоединяются химические – увеличение щелочности и повышение содержания натрия в ППК, сужение соотношения гуминовых и фульвокислот в 1,5-2 раза. Количество гумуса после 30 лет орошения заметно уменьшилось в слое 0-50 см. При этом наблюдается перераспределение гумуса из пахотного горизонта в нижележащие слои.

4. Почвенный поглощающий комплекс чернозема обыкновенного при орошении характеризует преобладание кальция – 72,3-81,7 %, магния содержится 15,4-20,9 %. Профильное изменение Na^+ в ППК орошаемых почв лежит в пределах 2,9-8,8 %, что свидетельствует о наличии солонцеватых родов исследуемых почв. При орошении кальций особенно подвижен, а при поливах минерализованными водами, в которых натрий преобладает над кальцием, процессы его вымывания вглубь почвы особенно интенсивно проявляются в пахотном слое, снижаясь на 20 %.

5. Сухой остаток в черноземах обыкновенных варьирует: у незасоленных от 0,05 до 0,14 %, сульфатно-гидрокарбонатный химизм засоления; у глубокосолончаковатых черноземов от 0,37 до 0,51 %, сульфатный или хлоридно-сульфатный химизм засоления. Сухой остаток в слое 0-25 см по ключевым участкам, орошаемым минерализованной водой, колеблется от 0,117 до 0,151 %, в слое 25-50 от 0,171 до 0,287 %. Изменение показателя рН колеблется от 7,4 до 8,6.

6. Техногенное изменение почвенного покрова обусловлено дифференцированным увлажнением элементов поверхности, значительным промачиванием отрицательных форм микрорельефа за счет стока с прилегающей поверхности с формированием высококонтрастной СПП. Заложенная в проекте кулисная планировка была выполнена с нарушением технологических требований, в результате чего просадочные грунты переходят локально в режим повышенной просадочности и дифференциация дневной поверхности усиливается в процессе эксплуатации орошаемого участка, что усиливает пространственную дифференциацию свойств почв.

7. Орошение вызвало изменение видового состава сорных растений, трансформировало их количественное соотношение. Массово встречающимися видами стали просянка (*Echinodiloa crus galli* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*) и щетинник сизый (*Setaria millefolium*). Использование минерализованной оросительной воды, вторичное засоление и осолонцевание почв привели к участию в СРП новых солеустойчивых и солонцеустойчивых видов, снижению проективного покрытия и продуктивности культурных растений, дифференциации СРП, агрофитоценоза.

8. Биологическая продуктивность растений ячменя ярового варьировала по элементам СПП, что подтверждает влияние микрорельефа на продуктивность почвенной комбинации. Дифференциация биопродуктивности агроэкосистемы ведет к потере урожая прямо – только часть территории комплекса почв характеризуется комфортом для растений, что способствует транспирации на уровне потенциальной, и косвенно – не занятая культурными растениями площадь используется сорной растительностью. Изучение элементов продуктивности других сельскохозяйственных культур и их морфологических показателей подтверждает значительную пространственную вариабельность урожайности.

9. Комплексная агроэкологическая оценка состояния агроландшафта на основе интегральных показателей продуктивности агрокультур с учетом степени воздействия на среду в процессе производства согласно свойствам стандарта соответствующей природной экосистемы показывает, что на изученных объектах сложилась повышенная антропогенная нагрузка на окружающую среду; имеется угроза дефицита пресной воды; происходит снижение плодородия почв.

10. Экономический ущерб от развития процесса деградации староорошаемых земель в результате некорректной ирригационной агрокультуры рассчитан в виде стоимости недополученной продукции ярового ячменя на исследуемых участках согласно степени снижения эргономичности использования земельного угодья и степени возрастания дифференциации СПП, только для площади в 300 га он составил 9,45 млн рублей в ценах 2005 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калиниченко, В.П. Природные и антропогенные факторы происхождения и эволюции структуры почвенного покрова / В.П. Калиниченко. – М.: Изд-во МСХА, 2003. – 376 с.

УДК 631.1:631.459(470.61):633.11

ДОЛГОВРЕМЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ ТЯЖЕЛЫХ ПОЧВ С ЭЛЮВИАЛЬНО-ИЛЛЮВИАЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ¹

В.П. Калиниченко, В.Н. Овчинников, В.К. Шаршак, А.П. Москаленко,
Н.С. Скуратов, А.В. Удалов, Е.П. Ладан, Е.Д. Генева, В.В. Илларионов,
В.Е. Зинченко, Н.А. Морковской, В.В. Черненко, Е.В. Киппель

Донской государственный аграрный университет,

Л.М. Докучаева

ФГНУ «РосНИИПМ»

Современный этап развития фундаментальной науки характеризуется коллизией ее высоких теоретических результатов и слабого антропоцентричного принципа прикладной практики применения. Имеет место отстраненность научной общественности от «шумовой» составляющей текущих процессов в этносе, особенно его технологической активности, которую есть склонность расценивать как преходящее явление. Однако уровень воздействия технологической активности столь высок, что, по нашему мнению, современное понимание регулирования производственной среды путем минимизации экологических следствий природопользования (мы ставим под сомнение уже сам термин) представляет огромную опасность. Опасность следует из

¹ – Издается в авторской редакции.

того, что экологические теоретические схемы *in vitro*, бесспорные *in situ* лишь при описании развития нетронутых хозяйственной активностью экосистем, в отношении оценки технических решений (ОВОС), к сожалению, как правило, выстроены в рамках принципа управления производственной средой по накоплению возмущения окружающей среды от того или иного объекта индустриальной активности. Не затрагиваются ни целевая функция, ни основные принципы технических решений. От этих вопросов экология по умолчанию отстранена самой формулой собственной сферы интересов.

Сложилась острая необходимость перехода к созданию производственных систем на основе императива управления системой по опережению, когда техническое решение уже на этапе разработки выполнено на базе представлений о фундаментальных свойствах будущей природно-трансформационной системы [1-4]. Предлагаемый к использованию при создании указанных экосистем принцип опережающей обратной связи, по нашему мнению, позволяет предложить новое научное направление – рекреационную биогеосистемотехнику.

Задача направления – непротиворечивое решение фундаментальной научной задачи параллельного синтеза окружающей среды без ограничений обитания, и, одновременно, создания не противоречащей ей сопряженной производственной среды, которые при использовании предлагаемого императива упреждающего управления уже нет необходимости разделять [5, 6].

Предлагаем обоснование направления на примере ландшафтных систем России, которые находятся в сельскохозяйственном использовании. Это подавляющая часть страны, и используется эта часть вообще без всяких ОВОС на основе производственного императива.

В результате за немногим более 100 лет аграрной индустриальной активности земельный фонд России описывается острыми проблемами, которые стремятся решать прежним агротехнологическим путем.

Имеются робкие попытки вмешательства в фундаментальные губительные принципы ведения сельского хозяйства, но это частности типа борьбы с переуплотнением почв в агрокультуре, засолением ирригационных почв и ландшафтов, дефляцией, потерей органического вещества и т.п. вещи, полностью соответствующие известному принципу управления системой по накоплению возмущения.

Все это – продолжение стагнации, бесконечное преодоление искусственно созданных трудностей, борьба, в которой теряется предназначение человека как такового, а вместе с этим и основное назначение земельного фонда РФ – не являться объектом размещения производственной инфраструктуры, а быть местом достойного долговременного проживания российского этноса.

Первоначально предлагаемое научное направление даже не замышлялось. В его основе работы 60-х годов XX века, в которых было реализовано намерение решить задачу синтеза нового качества почвы при ее агромелиорации. Было только намерение осмысленно решить задачу синтеза нового качества почвы при ее мелиорации.

Объект исследований – комплексы солонцовых каштановых почв сухой степи – самый сложный и самый популярный в 60-е годы XX века объект мелиорации. Таких почв в СССР было более 100 млн га, в России сейчас около 30 млн га.

Задача была поставлена в связи с тем, что явным анахронизмом представлялось в XX веке продолжать использование арсенала технических средств обработки почвы, зарекомендовавших себя не с лучшей стороны еще в древних Шумере и Риме.

В области обработки почвы, с точки зрения современной физики почв, веками сложилась схема управления земледельческими или, если свойства почвы стали совсем неприемлемы, мелиоративными приемами. По сути, это классическая схема управления природным объектом по накоплению возмущения – отрицательного потребительского свойства объекта производства: рыхлить почву немного, если она сохраняет это свойство, рыхлить глубоко, если плодородие теряется.

Предложение Д.Г. Виленского решать проблему плодородия почв, управляя фундаментальными закономерностями их генезиса, его структуроделательная машина не встретили понимания у научной общественности и не нашли практического применения.

Рабочая гипотеза – роторное рыхление глубоких слоев почвы, оказывающих наиболее неблагоприятное воздействие на развитие взрослых культурных растений [7, 8].

Предмет исследований – поиск оптимального варианта глубокой мелиоративной обработки почвы.

Схема эксперимента:

1. Отвальная обработка на глубину 20-22 см (рекомендованная обработка согласно зональным рекомендациям о ведении агропромышленного производства).

2. Трехъярусная обработка на глубину 45 см серийным плугом ПТН-40.

3. Обработка роторным агроmeliоративным орудием ПМС-70 (рис. 1) на глубину 45 см.



Рис. 1. Почвенно-мелиоративное ротационно-фрезерное орудие для обработки почвы ПМС-70

После агроmeliорации опытный участок обрабатывался согласно зональной агротехнике с отвальной обработкой почвы.

Плотность почвы в варианте отвальной обработки на глубину 20-22 см (St) существенно превышала критическое значение показателя для каштановых почв $1,35 \text{ г/см}^3$, обуславливающее снижение урожайности полевых культур. Наилучшие показатели плотности в период последействия мелиоративной обработки получены в варианте обработки ПМС-70.

После мелиоративной обработки орудием ПМС-70 с активным рабочим органом структура почвы становится не только более рыхлой, структурные отдельности при этом получают на порядок мельче, чем после обработки ПТН-40.

При роторной обработке почвы рыхлый на глубину до 50 см слой, гомогенный как по профилю почвы, так и в латеральном простирании ЭПА, свободно принимает в себя практически любое количество атмосферных осадков. Эффект пространственной неоднородности гидрологического режима СПП не проявляется.

После обработки ПТН-40 происходит неполное разрушение солонцового горизонта почвы. Он просто разделяется на крупные блоки, между которыми просыпается гумусовый горизонт. Влага атмосфер-

ных осадков проникает только в верхний горизонт почвы, или ограниченно поступает в глубь почвы по зонам просыпания гумусового слоя. Даже через 30 лет после обработки почвы орудием ПТН-40 агрегаты солонцового горизонта сохраняются в неизменном виде и остаются недоступными корневой системе культурных растений (рис. 2).



**Рис. 2. Структура солонцовой почвы
через 30 лет после окультуривания**

Высокая степень крошения почвы орудием с активными рабочими органами, малый размер структурных отдельностей почвы обеспечивают проникновение влаги в почву. Поступление влаги к корневой системе происходит от большого числа мелких агрегатов почвы, ризосфера получает большую поверхность контакта с влажной почвой, идет с меньшим расходом энергии растением, растение расходует меньше энергии и пластических веществ на развитие ризосферы в почвенном континууме и получение влаги из почвы.

Термодинамика процесса влагопереноса в почву складывается так, что влага атмосферных осадков поступает в почву значительно быстрее, чем обычно. Поэтому расход влаги на физическое испарение с поверхности и из верхних слоев почвы значительно ослабляется. Преимущественно конвективный влагосолеперенос приводит к тому,

что содержащиеся в почве легкорастворимые соли опускаются на большую, чем в исходной почве глубину.

Более мощная корневая система расходует влагу из опресненного мелиорированного слоя, где интенсивно протекает фитомелиорация, идет процесс самомелиорации за счет вовлеченных в агромелиоративный процесс при роторной обработке сульфатов и карбонатов подсолонцового горизонта. Легкорастворимые соли не имеют возможности возврата вверх по профилю почвы, процесс самомелиорации необратим, агроландшафт устойчив [9].

Кроме морфологических отличий, отмечены существенные изменения засоленности почвы. По сравнению с контрольным вариантом, сухой остаток в слое почвы 0-40 см после обработки орудием ПТН-40 уменьшился на 15-25 %, после обработки орудием ПМС-70 – на 20-40 %.

Агрофизические свойства почвы зависят от состава поглощенных катионов. Наилучшие показатели по составу поглощенных катионов имеет почва после обработки орудием ПМС-70 – количество поглощенного Na^+ составляет 10,6 против 19,8 % после отвальной обработки.

Рассмотренный вариант конструкции агроландшафта позволяет корректно и превентивно управлять СПП в рамках точной агротехнологии (*precise technology*), учитывать гомеостаз солонцовой агропочвы, формирующейся при агромелиорации. В условиях сухой степи агромелиорация солонцовых комплексных почв с использованием орудий типа ПМС-70 в наибольшей степени решает задачу создания однородного в пространстве почвенного покрова, ослабляет пространственную природную и антропогенную дифференциацию биогеоценотической системы.

Обеспечивается создание такой системы земледелия, которая соответствует принципу поддержанного развития, ее гомеостаз складывается так, что решается важная производственная задача: длительный стабильный высокий производственный сельскохозяйственный результат, оптимизируется экологическая реакция видов растений на почвенные условия, условия влагообеспеченности, пищевого режима [9].

Прибавка урожайности после однократной обработки этим мелиоративным орудием уже в течение более чем 30 лет составляет

25-60 % и более от уровня стандартной технологии земледелия. В процессе многолетних исследований на стационарных участках установлено, что улучшение водно-физических и физико-химических свойств солонцов и зональной каштановой почвы после однократного применения указанных орудий оказывает длительное положительное влияние на свойства мелиорированных почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

Срок положительного действия обработки солонцовых почв составляет более 30 лет, что недостижимо для почвенно-мелиоративных орудий с пассивными рабочими органами типа ПТН-40 и им подобным.

Рассмотрим результаты исследований с точки зрения экономических представлений [10].

Сопоставление потребительских качеств серии почвенно-мелиоративных ротационных фрезерных плугов ПМС-70, ПМС-100 (рис. 3), ФС-1,3 (рис. 4), с одной стороны, и стандартной агротехники ПТН-40 (рекомендуется к использованию в производстве системами ведения сельского хозяйства до настоящего времени!) не имеет смысла, поскольку агротехнические преимущества, технический уровень разработок ДГАУ является высочайшим до настоящего времени. Техническая мысль опередила свое время.

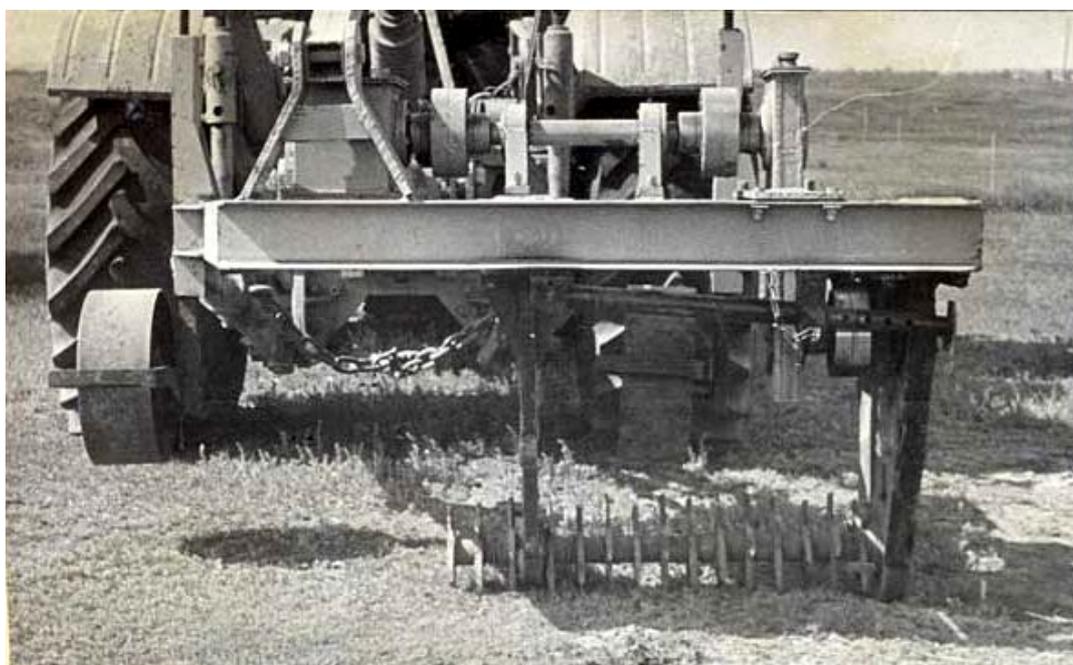


Рис. 3. Почвенно-мелиоративное ротационно-фрезерное орудие для обработки почвы ПМС-100М



Рис. 4. Почвенно-мелиоративное ротационно-фрезерное орудие для обработки почвы ФС-1,3

Тем не менее, орудия ПМС-70, ПМС-100, ФС-1,3 не нашли применения в практике. Тому много причин. Одна из них – распространенный в России иррациональный принцип: чем проще – тем лучше, не раз в исторической ретроспекции уже сыгравший свою злую роль, отрицая все новое отечественное. Однако самая важная, на наш взгляд, причина – отсутствие в то время экономического инструмента, который позволил бы верифицировать перспективную разработку. В результате очередной парадокс: техническое решение высокого уровня было отвергнуто согласно простейшему, представлявшемуся надежным критерию себестоимости единицы продукции и себестоимости единицы работы, выполняемой почвообрабатывающим орудием. Полученный нами результат биогеосистемного плана показывает, что экономический критерий применения новой техники нуждается в совершенствовании.

Наконец, стандартная процедура технико-экономического сравнения вариантов технической реализации мелиорации почвы, если ее модернизировать на основе биогеосистемного осмысления, также дает результат, диаметрально противоположный примененному в прошлом упрощенному экономическому прогнозу.

Недостатком экономического прогноза по себестоимости устройства или процесса является то, что такой прогноз вообще не имеет

горизонта. Если назначить экономический горизонт, обосновав его отдельным технологическим процессом мелиоративной обработки почвы, назначив событие исполнения соответствующих операций моментом завершения экономической процедуры, то произойдет искажение сути инициируемого событием длительного процесса в биогеосистеме. Теряется процессное осмысление биологического прогноза, обоснованного нами.

В настоящее время актуален прогноз состояния биосферы. Предпринимаются, например, попытки промоделировать процессы, связанные с динамикой биосферы и других компонентов климатической системы, на основе длительного интегрирования климатической модели и модели углеродного цикла [11], используют спектры дендрохронологических рядов (ДХР) [12].

Решений, дающих корреляцию хотя бы с текущим этапом биосферы, нет. Варианты решения в отношении прогноза на несколько сот лет диаметрально противоположны. При таком низком уровне осмысления фундаментальной перспективы биосферы, особенно в условиях протекания ее динамики при современных технических возможностях воздействия на биогеосистемы, необходима разработка основ рекреационной биогеосистемотехники.

Это связано с тем, что имеющийся в настоящее время аппарат природопользования оперирует моделью природопользования, которую отличает вторичность экологического подхода. Оценку воздействия на окружающую среду (ОВОС) разрабатывают, как правило, по схеме минимизации накопленного возмущения, не затрагивая заданного проектом приоритета природопользования.

Сам термин «природопользование» уже подразумевает излишнюю самоуверенность пользователя по отношению к объекту.

Необходимо заменить действующую практику попыток временного компенсирования экологических последствий природопользования созданием природно-трансформационных моделей на основе рекреационной биогеосистемотехники, когда качество проекта таково, что он органично встраивается в элемент биосферы, обеспечивая ей долговременные устойчивые производственные, экологические и рекреационные качества.

Она следует из современных величайших технических возможностей воздействия на биогеосистемы. Экологический аспект про-

блемы природопользования регулируют на основе ОВОС, хотя за редким исключением – экологическая схема, оставляющая неизменной цель проекта.

Ситуация все более осложняется усилением разрыва между ускоренным развитием фундаментальных представлений о мироздании, фундаментальных наук, решающих производные проблемы, и абсолютно диким поведением человечества в среде собственного обитания в рамках общебиологического начала избыточного уничтожения одних организмов другими в борьбе за более обширный ареал собственного распространения. Подобное поведение, подкрепленное величайшими техническими возможностями, обуславливает огромную опасность и не может быть компенсировано современными экологическими представлениями, экологической деятельностью. Такой подход только осложняет проблему «природопользования», загоняет ее внутрь, вуалируя разнообразными ОВОСами. Однако практически любой ОВОС за редким исключением – экологическая схема, привязанная к «хозяину», оставляющая неизменной цель проекта.

Производственная среда сельского хозяйства юга России не соответствует современному принципу поддержанного развития (Sustainable Development), сформулированному международным сообществом. Одним из ведущих мотивов перехода от декларирования императива устойчивости биологических и социальных систем к его реализации является формулирование долговременных принципов управления и прогноза биосистем юга России, создание обоснованных природой развития биосистем экономических инструментов, позволяющих выполнять менеджмент биосистем на основе горизонта системного прогноза на период 10-15 и более лет. Экономические инструменты такого уровня в новейшей истории России не только не разрабатываются, но одно время некоторыми государственными деятелями полагались ненужными даже в краткосрочной перспективе планирования.

Гомеостаз антропогенной биогеоценотической ландшафтной системы следует формировать согласно современной парадигме природопользования исходя из соображений обеспечения регионально обусловленного стабильного продукционного максимума на базе фундаментальных принципов рекреационной биогеосистемотехники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный Закон №101 от 16.07.98 «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения».

2. Федеральная целевая программа «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы». Правительство Российской Федерации. Постановление от 20 февраля 2006 г. № 99.

3. Кирюшин, В.И. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа современной агротехнологической политики России / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2000. – № 3. – С. 4-7.

4. Система ведения агропромышленного производства Ростовской области (на период 2001-2005 гг.) / В.П. Ермоленко [и др.]. – Ростов н/Д: Изд-во «Феникс», 2001.

5. Экспертное научное сопровождение Федеральной программы повышения плодородия почв на 2002-2005 гг. в Ростовской области / В.Г. Сычев [и др.]; Рец. В.И. Кирюшин. – М.: ЦИНАО, 2003. – 32 с.

6. Калиниченко, В.П. Природные и антропогенные факторы происхождения и эволюции структуры почвенного покрова / В.П. Калиниченко. – М.: Изд-во МСХА, 2003. – 376 с.

7. Минкин, М.Б. Подпокровно-фрезерная мелиоративная обработка солонцовых почв / М.Б. Минкин, Е.П. Ладан, Т.Н. Бондаренко // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1978. – № 5. – С. 92-93.

8. Протокол ведомственных испытаний фрезы солонцовой ФС-1,3 / Министерство сельского хозяйства РСФСР, Всесоюзный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Донской сельскохозяйственный институт. – Зерноград, 1977. – 14 с.

9. Длительное действие фрезерной мелиоративной обработки солонцов / В.П. Калиниченко [и др.]; представил академик РАСХН И.П. Кружилин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 1. – С. 37-40.

10. Руководство по определению показателей и составлению отчетности о социально-экономической и экологической эффективности мероприятий Федеральной целевой программы «Повышение плодородия почв России на 2002-2005 годы». – М., 2003. – 42 с.

11. Вакуленко, Н.В. О спектрах колебаний климата / Н.В. Вакуленко, А.С. Минин // Доклады академии наук. – 2001. – Т. 378. – № 6. – С. 86-308.

12. Борисенков, Е.П. Возможные негативные сценарии динамики биосферы как результат антропогенной деятельности / Е.П. Борисенков, Ю.А. Пичугин // Доклады академии наук. – 2001. – Т. 378. – № 6. – С. 812-814.

УДК 631.4.001.57

РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВАРЬИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АРИДНОЙ ЗОНЫ

А.В. Акопян, С.Ю. Бакоев
ФГНУ «РосНИИПМ»

В настоящее время основными методами мелиорации солонцов являются: химический, агротехнический и комплексный.

Однако применение этих методов, особенно в условиях орошения, часто не дает должного мелиоративного эффекта, а во многих случаях отмечается реставрация отрицательных агрофизических свойств в длительном последствии. Это свидетельствует о несовершенстве современных теоретических предпосылок генезиса и эволюции солонцовых почв, что тормозит выбор наиболее действенных способов их окультуривания.

Таким образом, поиск факторов, способствующих стабилизации, а иногда и реставрации отрицательных агрофизических свойств солонцовых почв, подвергнутых мелиорации, актуален.

Традиционные приемы исследования природы солонцов и теоретические предпосылки их мелиорации базируются на представлениях о характере процессов, происходящих в профиле только солонцовой почвы, вне связи с другими типами почв сложного комплексного покрова сухой степи. Между тем почва представляет собой откры-

тую систему, находящуюся в постоянном массо- и энергообмене с окружающей средой, поскольку является компонентом структурной единицы биосферы – биогеоценоза.

К сожалению, количественные аспекты пространственного массообмена в комплексных почвах практически не изучены. В связи с этим нами выполнены исследования закономерностей формирования СПП сухой степи на ключевых участках, в которых реализован метод пространственной дискретизации компонентов. В исследованиях на трех почвенных ключах получены данные, характеризующие их водный и солевой режимы, строение поверхности и изменчивость почвенного покрова.

От того, насколько полученные на основе математической обработки расчетные соотношения соответствуют закономерностям природной пространственной изменчивости, зависит их адекватность реальным особенностям почвенного покрова. Поэтому в наших исследованиях основное внимание было уделено не столько поиску генерализованных характеристик, сколько изучению особенностей количественных взаимосвязей между изученными параметрами.

Ниже нами приведены составленные математические модели, определяющие зависимости в слое от 0 до 20 см:

1) влажности (% абсолютно сухой массы, в см) – φ от геодезической отметки (м) – X , содержания легкорастворимых солей в почвах ключевых участков (%) – Y и от химизма засоления почв ключевых участков – Z :

$$\varphi = -79,569x^2 + 235,264x + 184,544yx - 0,907xz + 4604y^2 - 121,02yz - 28,28z + 4,598z^2$$

или в каноническом виде:

$$\varphi - 19,381 = 4607,35 \cdot (x + 0,127)^2 + 3,81 \cdot (y + 5,43)^2 - 81,398 \cdot (z - 1,589)^2;$$

2) химизма от содержания легкорастворимых солей в почвах ключевых участков от влажности, геодезической отметки:

$$z = -1371xz + 86,154\varphi z - 7815z^2 + 2820z - 4,059x\varphi + 0,816\varphi^2 - 37,772\varphi + 211,89x + 18,561x^2$$

или в каноническом виде:

$$z + 3,628 = 78,52(x + 0,199)^2 + 0,62(\varphi + 19,994)^2 - 7874,77(z - 0,177)^2.$$

Геометрически данные зависимости представляют собой поверхности. Но для упрощения достаточно принять одну из переменных за постоянную величину и изобразить поверхности в пространстве (рис. 1).

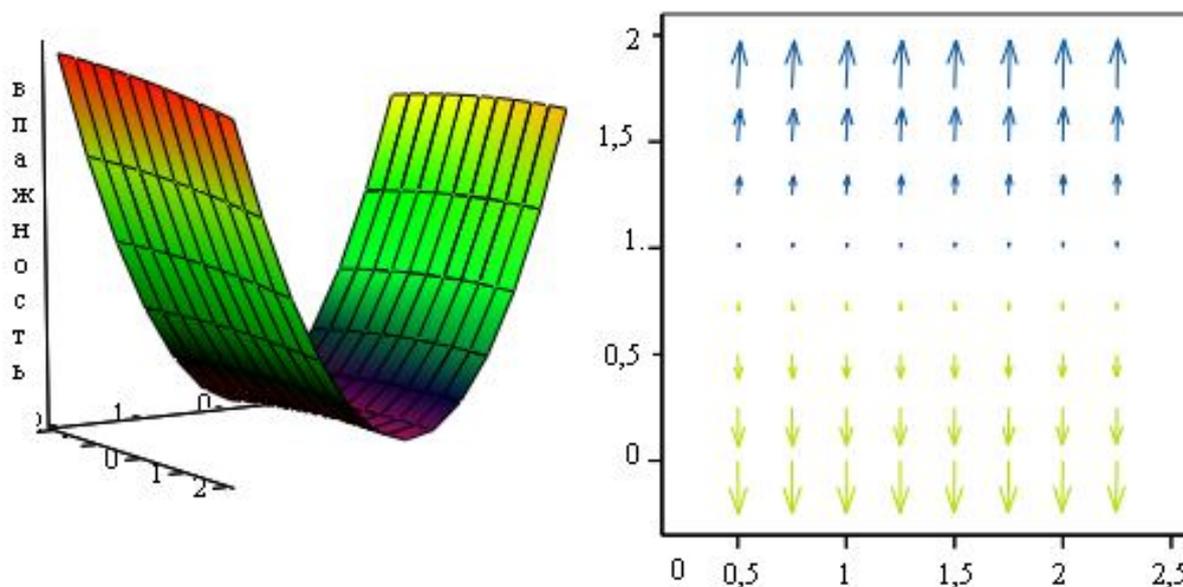


Рис. 1. Графики функции влажности и ее градиент от геодезической отметки и легкорастворимых солей

Полученные модели позволяют провести комплексный анализ всех указанных факторов, определить степень относительного влияния одних факторов на другие.

Кроме того, разработаны модели, учитывающие основные закономерности формирования СПП в слоях от 40 до 160 см и обобщающие модели указанных факторов.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что работы по окультуриванию солонцовых почв следует выполнять не только с целью изменения морфологических и физико-химических параметров компонентов почвенного покрова, но и для преодоления природного характера реципиентно-донорных отношений между структурными единицами почвенно-географического пространства сухой степи.

**ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОГИПСА В КАЧЕСТВЕ
ХИМИЧЕСКОГО МЕЛИОРАНТА В ОЧАГАХ
ОСОЛОНЦЕВАНИЯ ТЕМНО-КАШТАНОВОГО КОМПЛЕКСА
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ¹**

Е.В. Радевич, В.В. Бухтияров, Р.В. Пономарев, В.Ч. Ким
Донской государственный аграрный университет

Ростовская область по площади с.-х. угодий является одним из крупнейших регионов юга европейской части Российской Федерации с благоприятными для выращивания с.-х. культур условиями. Однако существенным препятствием в получении высоких и устойчивых урожаев в восточных районах области являются три одновременно действующих отрицательных природных фактора: 1) наличие большой площади (около 2 млн га) малопригодных каштаново-солонцовых комплексов, что обуславливает необходимость применения различных способов их мелиорации; 2) равнинная, малооблесенная территория, которая ежегодно с различной интенсивностью подвергается процессам дефляции, что подтверждает целесообразность проведения почвозащитных мероприятий; 3) крайне недостаточное количество выпадающих осадков (250-280 мм), в связи с чем возникает необходимость проведения влагонакопительных и водоохраных мероприятий.

Совокупное действие этих факторов приводит в отдельные годы к значительному снижению урожайности основных зерновых культур (до 2-5 ц/га), в засушливые – к полной их гибели на больших площадях.

В настоящее время солонцовые почвы юго-востока Ростовской области чаще всего обрабатываются по зональной технологии, разработанной для каштановых почв, без учета индивидуальных морфолого-генетических особенностей почвенных комплексов, присущих данной климатической зоне.

Химический метод мелиорации солонцовых почв осуществляется в основном на безгипсовых и глубокогипсовых хлоридных и сульфатно-хлоридных солонцах. В качестве мелиоранта используется

¹ – Издается в авторской редакции.

гипс, фосфогипс, глиногипс, серная и азотная кислота. В условиях Ростовской области научными исследованиями установлено, что гипсование степных солонцов каштановой зоны эффективно, если сумма осадков в год составляет 380-400 мм. Но в районах юго-восточной зоны Ростовской области осадков выпадает меньше, в связи с этим применение гипсования нецелесообразно.

Многочисленными опытами установлено, что мелиоративная эффективность фосфогипса выше, чем гипса.

Фосфогипс представляет собой тонкоразмолотый порошок с частицами не более 0,1 мм. В нем содержится 85-90 % гипса, до 5 % фосфорных соединений и до 1,5 % различных микроэлементов. Современная агрохимия фосфора предполагает определение подвижности фосфатов в почвенном растворе, фосфатной емкостью – совокупности потенциально доступных для растений фосфорных соединений.

Кроме большого количества легкодоступного гипса, кальция, фосфора, фосфогипс имеет в своем составе микроэлементы, что делает привлекательным фосфогипс и в качестве источника микроэлементов сельскохозяйственных культур.

В ООО «Энергия» Пролетарского района Ростовской области в течение нескольких десятилетий занимаются выращиванием рисовой культуры. Вследствие этого хозяйство столкнулось с возникновением солонцово-каштановых комплексов на своей территории. Решением возникшей проблемы стало применение мелиорантов для улучшения качества вовлеченных в сельскохозяйственную деятельность земельных угодий. В ходе многочисленных исследований хозяйство остановило свой выбор на фосфогипсе.

В процессе использования фосфогипса на территории ООО «Энергия» отмечается улучшение гранулометрического состояния почвенного покрова, физическо-химических свойств, аэробного режима почвенного покрова.

Внесение высоких доз фосфогипса обеспечивает поступление в почву значительных количеств водорастворимых фосфатов, эквивалентных внесению 100-140 и более кг P_2O_5 на 1 га. Тем самым обеспечиваются не только годовые потребности в фосфоре практически для всех сельскохозяйственных культур, но и создаются основания для проявления последствия внесенных фосфатов. Как правило, по-

сле мелиорации почв фосфогипсом необходимость дополнительного внесения фосфорных удобрений первые 2-3 года отсутствует.

Сохранение плодородия земель и его рациональное использование при хозяйственной деятельности является условием интенсивного земледелия, роста урожайности и валовых сборов сельскохозяйственных культур. Управление плодородием почв, агроландшафтом имеет природоохранное значение, увеличивает ценность земель сельскохозяйственного назначения как объектов производственной деятельности.

Таким образом, применение фосфогипса в качестве мелиоранта позволит решить несколько задач: мелиорацию солонцов, улучшение фосфатного режима почв и, как следствие этого, получение высоких и стабильных урожаев кормовых многолетних культур.

УДК 631.416.848

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ АССОЦИИИ И АКТИВНОСТИ ИОНОВ КАДМИЯ И СВИНЦА В ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРАХ¹

А.П. Ендовицкий, В.П. Калиниченко, В.Б. Ильин,
А.А. Иваненко, С.Ю. Бакоев

Донской государственной аграрный университет

Загрязнение почв и растений тяжелыми металлами (ТМ) становится все более значительным. Поверхность Земли в той или иной мере подвержена воздействию антропогенных факторов. Проблема мониторинга загрязнения почв состоит в том, чтобы уровни содержания ТМ антропогенного происхождения в почвах и сельскохозяйственных культурах находились в количествах, не приводящих к негативным последствиям [1, 2].

Количественная оценка и прогнозирование поглощения ТМ растениями возможны путем математического моделирования системы «почвенный раствор – растение» с использованием физико-химических и термодинамических закономерностей, либо системы эмпирических уравнений, полученных на основании многочисленных экспериментальных данных для различного типа почв, ионного состава

¹ – Издается в авторской редакции.

ва почвенных растворов, а также погодно-климатических условий и различных растений [3-8].

К числу наиболее токсичных загрязнителей относятся кадмий и свинец. В загрязненных районах концентрация Cd^{2+} в водах может достигать десятков мкг/л, в то время как в незагрязненных районах его содержание менее 1 мкг/л. Кадмий присутствует в водах в растворенном виде (сульфат, хлорид, нитрат) и во взвешенном состоянии в составе органоминеральных комплексов.

Почти все факторы, влияющие на подвижность ТМ в почвах, можно изменить известкованием и другими агротехническими способами. Известкование и повышение рН, как правило, значительно снижают содержание ТМ в растениях [7]. Цель нашей работы заключалась в определении термодинамической активности свободных ионов кадмия и свинца в карбонатных почвах и степени влияния различных факторов на величину этой активности.

Для исследования нами были взяты лугово-степной и луговой солонцы, расположенные в зоне каштановых почв юго-востока Ростовской области. Выбор этих образцов объясняется довольно значительным содержанием в них карбонатных ионов и щелочной реакцией (рН 8,84-9,20). Исследовались естественные почвенные растворы (ПР), полученные вытеснением этиловым спиртом по методике Н.А. Комаровой, а также водные вытяжки (ВВ) из этих же образцов, полученные по общепринятой методике при соотношении пробы почвы к воде 1:5 [2]. Прозрачные фильтраты сразу же подвергались химическому анализу на содержание главных ионов в пятикратной повторности определений.

Наличие аналитически определяемой концентрации карбонатных ионов и щелочной реакции в исследуемых почвенных растворах лугово-степного и лугового солонцов позволяет отнести их к карбонатному типу почв, обладающих значительной буферностью по отношению к переходу ТМ из почвы в растения.

Ассоциация ионов значительно понижает концентрации их свободных форм [6]. Такие концентрации получены при решении системы уравнений материального баланса. Из этих данных следует, что наиболее значительное снижение имеет место в естественных почвенных растворах для карбонатных ионов (от 3,29 до 4,64 раза). Для

гидрокарбонатных ионов такое снижение незначительно (от 1,04 до 1,07 раза).

В природных водах со значительной минерализацией большая часть тяжелых металлов связывается в ассоциаты и гидроксокомплексы. Степень связывания зависит от величин констант нестойкости соединения и от концентраций главных анионов. Она может характеризоваться коэффициентом ассоциации тяжелого металла, величина которого определяется формулой

$$k_{as(TM)} = \sum_{i=1}^n [An_i] (K_{TMAn_i})^{-1}.$$

В нашем исследовании коэффициенты ассоциации кадмия и свинца рассчитывались по уравнениям:

$$k_{as(Cd)} = [CO_3^{2-}](K_{CdCO_3})^{-1} + [HCO_3^-](K_{CdHCO_3})^{-1} + [SO_4^{2-}](K_{CdSO_4})^{-1} + [Cl^-](K_{CdCl})^{-1} + [OH^-](K_{CdOH})^{-1};$$

$$k_{as(Pb)} = [CO_3^{2-}](K_{PbCO_3})^{-1} + [CO_3^{2-}]^2(K_{Pb(CO_3)_2})^{-1} + [HCO_3^-](K_{PbHCO_3})^{-1} + [SO_4^{2-}] \times (K_{PbSO_4})^{-1} + [Cl^-](K_{PbCl})^{-1} + [Cl^-]^2(K_{PbCl_2})^{-1} + [OH^-](K_{PbOH})^{-1} + [OH^-]^2(K_{Pb(OH)_2})^{-1}.$$

С помощью коэффициентов ассоциации определяли мольные доли и равновесные концентрации свободных и связанных форм нахождения кадмия и свинца в растворах

$$v_{Cd} = 100 / (1 + k_{as(Cd)}), \%; \quad v_{Cd(as)} = 100 - v_{Cd}, \%;$$

$$v_{Pb} = 100 / (1 + k_{as(Pb)}), \%; \quad v_{Pb(as)} = 100 - v_{Pb}, \%.$$

Из данных следует, что за счет высокой карбонатности и щелочности растворов ионы свинца на 99,6-99,85 % связаны в ассоциаты, причем на долю карбонатных ассоциатов приходится 34,7-52,3 %, а доля гидроксокомплексов составляет 45,0-62,6 %. Ввиду этого, поступление свинца в растения на таких почвах будет незначительным.

Несколько меньше связываются ионы кадмия (84,7-91,65 %). Здесь определяющим фактором является щелочность раствора, так как именно за счет высокой щелочности в гидроксокомплексы связывается от 44,3 до 75,2 % кадмия.

Ионная сила раствора, воздействуя на подвижность заряженных частиц, повышает их эффективную концентрацию (активность). Рассчитаны активные концентрации свободных ионов кадмия и свинца, а также мольные доли этих концентраций. Мольная доля этих металлов в естественных растворах понизилась в 2,34-2,99 раза, а в водных вытяжках – в 1,36-1,49 раза.

Предельная концентрация ТМ в водах ограничивается растворимостью их наименее растворимых соединений. В связи с этим определены максимальные концентрации кадмия и свинца в почвенных растворах, насыщенных по отношению к $\text{Cd}(\text{OH})_2$ и CdCO_3 , а также $\text{Pb}(\text{OH})_2$, PbOHCl и PbCO_3 . Полученные данные свидетельствуют о том, что при повышении аналитической концентрации кадмия свыше 17,2-35,8 мкг/л избыток его будет переходить в твердую фазу в виде CdCO_3 . Выпадение осадка $\text{Cd}(\text{OH})_2$ при $\text{pH} \leq 9,2$ термодинамически невозможно.

Кристаллизация растворенного свинца в виде PbCO_3 возможна при аналитической концентрации Pb^{2+} свыше 115-150 мкг/л, которая будет возрастать с понижением pH почвенного раствора.

На основании изложенного можно сделать выводы, что в карбонатных почвах с высокой щелочностью ионы кадмия в 25-30 раз инактивированы за счет ассоциации их с главными анионами и гидроксид-ионами почвенного раствора, а также воздействия ионной силы на подвижность свободных ионов. Среди соединений кадмия преобладают гидроксокомплексы CdOH^+ (молярная доля составляет от 44,3 до 61,7 %).

Намного больше инактивируются ионы свинца (от 750 до 1570 раз). Причем, наряду с гидроксокомплексами PbOH^+ и $\text{Pb}(\text{OH})_2$ (молярная доля от 45,0 до 62,6 %), в растворах также преобладают карбонатные ассоциаты (молярная доля от 42,0 до 34,7 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
2. Загрязняющие вещества в окружающей среде / под ред. А. Моцика, Д.А. Пинского. – Пушино – Братислава: Природа, 1991. – 195 с.
3. Васильев, В.П. О влиянии ионной силы на константы нестойкости комплексных соединений / В.П. Васильев // Журн. неорганической химии. – 1962. – Т. 7. – Вып. 8. – С. 1788-1794.
4. Ендовицкий, А.П. Расчет насыщенности природных вод карбонатом кальция с учетом ассоциации ионов и влияния ее на протонное равновесие карбонатной системы («PROTON») / А.П. Ендовицкий, А.А. Гаврилов, М.Б. Минкин // Аннотированный перечень новых

поступлений в ОФАП Госкомгидромета. – Обнинск, 1985. – Вып. 3. – С. 11.

5. Минкин, М. Б. Карбонатно-кальциевое равновесие в почвенных растворах / М.Б. Минкин, А.П. Ендовицкий, В.П. Калиниченко. – М.: МСХА, 1995. – 210 с.

6. Минкин, М.Б. Ассоциация ионов в почвенных растворах / М.Б. Минкин, А.П. Ендовицкий, В.М. Левченко // Почвоведение. – 1977. – № 2. – С. 49-58.

7. Bjerrum J. e.a. Stability constants of metal-ion complexes with solubility products of inorganic substances. Part II. Inorganic ligands / J. Bjerrum, G. Schwarzenbach, L.G. Sillen. – London: The Chemical Society, 1958. – 131 p.

8. Heavy metals in Soils / Ed. By Alloway B. J. Y. / Wiley and Sons. 1990. – 332 p.

УДК 631.41.

РЕЦИКЛИНГ ФОСФОГИПСА НА ПРИМЕРЕ ОАО «АГРОХИМИК» КАНЕВСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ¹

Н.А. Мищенко, А.А. Иваненко, В.П. Калиниченко, А.П. Ендовицкий,
В.В. Черненко, В.А. Суковатов, В.В. Серенко
Донской государственный аграрный университет

Задача утилизации отхода производства фосфорных удобрений – фосфогипса, несмотря на незначительный с точки зрения временных масштабов биосферы срок с момента возникновения проблемы, стала одной из важнейших ввиду значимости качества среды обитания населения в Южном федеральном округе. В Невинномысске и Белореченске расположены крупнейшие предприятия отрасли. Проблема связана с мелиорацией почв, а также лежит в плоскости важнейшей задачи рециклинга – использования фосфогипса в хозяйственных и природоохранных целях [1].

С целью изучения термодинамических процессов, происходящих в почвенной системе после внесения химического мелиоранта фосфо-

¹ – Издается в авторской редакции.

гипса при его утилизации методом рассредоточения в слое почвы 30-60 см и выявления изменений форм существования содержащихся в фосфогипсе ионов Pb^{2+} , Cd^{2+} , в почвенном растворе при варьировании его рН в зависимости от доз внесения фосфогипса (10, 20 и 40 т/га) был заложен модельный опыт. Имитировано внесение фосфогипса в слой почвы 30-60 см в процессе ее ротационной обработки на эту глубину в порядке обоснования возобновления производства ротационных почвенно-мелиоративных устройств. Образцы почв взяты по слоям 0-20 и 0-40 см в ОАО «Агрохимик» Каневского района Краснодарского края. Почва – чернозем выщелоченный слитой.

В образцах почв определили химический состав водной вытяжки и рН по общепринятым методикам. Равновесный состав форм нахождения главных ионов в растворах рассчитывали по разработанной нами программе «ION» [2, 3].

Было выполнено решение системы уравнений материального баланса. В результате были определены равновесные концентрации форм существования главных ионов в водных вытяжках. Используя значения равновесных концентраций анионов по уравнению материального баланса, рассчитано содержание форм кадмия и свинца в почвенных растворах.

В результате внесения фосфогипса кислотность почвы на вариантах опыта понизилась по сравнению с контролем в пределах от 0,2 до 1,7 единиц. Равновесная концентрация Pb^{2+} повысилась по сравнению с контролем при максимальной дозе 40 т/га с 4,99 до 11,4 %, Cd^{2+} соответственно с 59,08 до 67,44 %. С учетом торможения движения свободных ионов другими заряженными частицами, активная концентрация свободного кадмия и свинца становится ниже, Pb^{2+} составил 6,76 %, Cd^{2+} – 40,93%. Математическое моделирование комплексообразования тяжелых металлов в почве показывает, что доля подвижных форм тяжелых металлов в черноземе выщелоченном слитом после внесения фосфогипса мала и не представляет большой угрозы для растений.

Натурные исследования действия нейтрализованного фосфогипса на урожайность и качество подсолнечника показывают, что содержание тяжелых металлов в почвах хозяйства не превышает значений

ПДК тяжелых металлов для почв и совпадает с предполагаемыми теоретическими расчетами.

Удобрительно-почвенно-мелиоративная агротехника утилизации фосфогипса методом рассредоточения в слое почвы 30-60 см оказывает существенное влияние на морфологию растений. Значительные изменения претерпевает корневая система культурных растений при различных дозах внесения фосфогипса.

В нашем опыте проводились наблюдения за ростом и развитием корневой системы подсолнечника. Можно констатировать, что строение почвы при внесении мелиоранта способствует более глубокому проникновению корневой системы подсолнечника. На глубине 25-30 см плоскость почвенного разреза площадью 25 см² при содержании фосфогипса в почве в дозе 10-15 т/га пересекали 8-12 корней, в то время как при зональной обработке 1-2 корня. В вариантах с зональной агротехникой основная масса корневой системы находится в поверхностном слое почвы (в слое 0-5 см 35 шт., в слое 35-40 см 0 шт.), что приводит к снижению урожайности в годы с продолжительным засушливым периодом в фазу цветения и налива семян подсолнечника. В варианте с применением удобрительно-почвенно-мелиоративной агротехники корневая система культурного растения проникает в более глубокие слои почвы и распределяется более равномерно (в слое 0-5 см 27 шт., в слое 35-40 см 15 шт.), что значительно снижает риск угнетения растений подсолнечника от недостатка влаги в неблагоприятный период вследствие нахождения части корневой системы в более глубоком влажном слое почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Любимова, И.Н. Влияние потенциально-опасных химических элементов, содержащихся в фосфогипсе, на окружающую среду / И.Н. Любимова, Т.И. Борисочкина. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2007.

2. Ендовицкий, А.П. Расчет насыщенности природных вод карбонатом кальция с учетом ассоциации ионов и влияния ее на протонное равновесие карбонатной системы («PROTON») / А.П. Ендовицкий // Аннотированный перечень новых поступлений в ОФАП Госкомгидромета. – Обнинск, 1985. – Вып. 3. – С. 11.

3. Минкин, М.Б. Карбонатно-кальциевое равновесие в почвенных растворах / М.Б. Минкин, А.П. Ендовицкий, В.П. Калиниченко. – М.: Изд-во МСХА, 1995. – 210 с.

УДК 556.164:631.459:502.55

О МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЯХ ПО НАЗНАЧЕНИЮ КОМПЕНСАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РАЗМЕРА УЩЕРБА ОТ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ

Н.И. Балакай

ФГНУ «РосНИИПМ»

В результате исследований проведен анализ и оценка действующих в России и за рубежом нормативно-методических актов в сфере назначения компенсационных мероприятий по снижению размера ущерба от поверхностных стоков.

Анализ показал, что в РФ существует более десятка различных методик, позволяющих определить воздействие или оценить ущерб, наносимый поверхностным водным объектам от стока талых, ливневых или дренажных вод. Многие из них устарели, не отвечают современным требованиям и не подкреплены соответствующими расчетными данными, поправочными коэффициентами. Кроме того, в методологическом плане важное значение имеет выбор территориальной единицы, на которой необходимо применять взаимоувязанную систему компенсационных мероприятий. До этого во всех предлагаемых ранее методиках речь шла о склоновых землях, в лучшем случае о водосборах (балочных, овражных и т.д.). Это не позволяло найти оптимальное решение по сочетанию подбора приемов и мероприятий, обеспечивающих контроль над процессами поверхностного стока.

Разработанная нами методология назначения компенсационных мероприятий предлагает расчленение всей водосборной площади на первичные территориальные единицы (агроландшафтные полосы). Это позволит построить систему компенсационных мероприятий на основе последовательного уплотнения (наслоения) приемами и мероприятиями каждой агроландшафтной полосы вплоть до целостной системы, где представлен полный их набор. Таким образом, это обу-

словило высокую степень территориальной адаптации элементов ландшафтного земледелия.

Системный подход к вопросам земледелия, и особенно почво-защитного, невозможен без анализа природных условий. Такой методологический прием позволяет выделять из природной среды с помощью определенных критериев, выраженных в определениях функции, цели, системы хотя и абстрагированные от реальности, но четко ориентированные на решение поставленных практических задач.

Построение компенсационной системы возможно путем сочетания различных агротехнических, лесо-лугомелиоративных и гидротехнических приемов с учетом ландшафтных особенностей водосбора. Выбор оптимального варианта модели противоэрозионной системы для конкретных условий осуществляется на базе уже имеющихся экономико-математических и гидрологических показателей и расчетов

Очевидно, что оптимизированное сочетание элементов в каждом конкретном случае должно быть строго эквивалентно интенсивности проявления поверхностного стока. В зависимости от интенсивности проявления процессов эрозии (она существенно различается в различных почвенно-климатических зонах страны), система способна «разбиваться» на составные части, каждый раз переставленные по-новому. Речь идет о вариантной форме системы, в которой из всего многообразия компонентов каждого элемента на основе принципов иерархичности, целостности, внутренней организованности, инвариантности и других подбирается необходимый набор приемов и мероприятий.

Таким образом, компенсационная система должна быть агрономически, экологически, экономически обоснована и строго дифференцирована по зонам и отдельным участкам.

Анализируя данные и литературные источники по системному подходу к защите почв от эрозии в рамках контурно-мелиоративного земледелия, можно отметить ряд нерешенных вопросов. Мало внимания было уделено оптимизации соотношения сельскохозяйственных угодий (пашня, сенокосы, пастбища, лесные насаждения и др.), оценке ресурсного потенциала земель, дифференциации их по функционально-целевому назначению и др. Все эти вопросы решаются при формировании систем земледелия на ландшафтной основе.

Ландшафтная система земледелия включает не только почвозащитную систему земледелия с контурно-мелиоративной организацией территории, но и дифференцированное размещение в зависимости от крутизны склонов и интенсивности эрозионных процессов севооборотов, различных по почвозащитной направленности; систему обработки почвы, адаптированную к каждому рабочему участку, систему удобрений для почв с разным уровнем плодородия, систему расширенного воспроизводства органического вещества почвы за счет рационального использования навоза, компостов, комплекс агролесомелиоративных мероприятий с созданием контурных водорегулирующих, полезащитных и приовражно-балочных лесных полос, сплошного облесения сильноэродированных земель, систему водозадерживающих и водоотводящих гидротехнических сооружений.

В предлагаемой нами методологии по предотвращению ущерба от поверхностного стока системой компенсационных мероприятий впервые, в отличие от ранее предлагаемых разработок, первоначальное внимание было уделено выбору элементарной территориальной единицы, на которую накладываются все элементы системы. Были определены требования, которым должна она отвечать. В качестве основных из них признаны:

- четкость выделения границ;
- представлять единую функциональную систему элементов агроландшафта;
- обеспечивать оценки режима функционирования и осуществления контроля за ним.

Указанным требованиям отвечают элементарные водосборы, принадлежащие к тому или иному элементу гидрографической сети.

Поэтому в каждом конкретном случае следует определять, какое может оказать влияние прилегающая территория водосбора на рассматриваемый участок (массив). Это позволит максимально учесть возможные отрицательные воздействия запредельной территории водосбора, предусмотреть соответствующие мероприятия по исключению или сведению их до минимума.

Особую значимость для полной характеристики эрозионного состояния водосбора имеют сведения по характеристике оврагов и балок в разрезе их типов: донные, вершинные, береговые и склоновые,

а также по их эрозионному состоянию: растущие, затухающие и прекратившие рост. Кроме этих сведений приводятся данные о длине, ширине и площади каждого оврага, что позволит определить эрозионную расчленённость территории.

После определения границ водосборных площадей овражно-балочных систем и их характеристики приступают к выделению агроландшафтных полос (контуров). Необходимость их выделения обуславливается требованиями высокой степени территориальной адаптации элементов, из которых будет представлен комплекс компенсационных мероприятий.

При определении границ и размеров агроландшафтных полос необходимо внимательно изучить их эрозионно-ландшафтную характеристику: агропроизводственную группировку почв, степень эродированности, дефлированности, экспозиции склонов и уклон в градусах, типы склонов. Основными материалами, которые необходимо брать за основу при определении и выделении агроландшафтных полос, являются: почвенная карта, карта агрогруппировки почв, карта эрозии и другие материалы, раскрывающие особенности каждого конкретного участка. В качестве дополнительного материала могут быть использованы характеристики пораженности территории водосбора, хозяйства эрозионными процессами по процентному соотношению степеней смывости почв.

Исследования, проведенные в степной зоне юга Европейской территории РФ, позволили выявить общую тенденцию в пространственном размещении поясов смытых почв. Так, слабосмытые почвы занимают склоны от $0,5-0,8^\circ$ до $2,5-3,0^\circ$, ширина полосы составляет в среднем 480-550 м. Среднесмытые почвы занимают преимущественно склоны от 3 до 5° , ширина полос этих почв колеблется в пределах от 150 до 210 м. Сильносмытые почвы располагаются в нижней части склона крутизной более $4,5^\circ$ и ширина их пояса не превышает 100-110 м. Интенсивность проявления эрозионных процессов зачастую не совпадает с границами распространения конкретной степени смывости, что в конечном итоге приводит к увеличению площадей смытых почв и изменчивости границ степеней смывости.

Агроландшафтная полоса должна рассматриваться и выделяться с позиционно-динамической ландшафтной структуры, чтобы в ее

пределах интенсивность современных эрозионных процессов была однотипной по ее динамическим показателям. В пределах одной ландшафтной полосы потоки однонаправлены, а градиент их может изменяться только в зависимости от крутизны и экспозиции склона. Границы между ландшафтными полосами приурочены к определенным каркасным линиям рельефа: водораздельные линии, склоны определенной крутизны, расстояние от водораздельной линии и др.

Границы агроландшафтных полос должны быть закреплены рубежами первого порядка (стокорегулирующие, прибалочные лесные полосы, валы, канавы). В пределах первой агроландшафтной полосы проектируется система компенсационных мероприятий, за основу которой берётся инженерный расчет по задержанию стока талых вод определённой степени обеспеченности (чаще всего 10 %).

Агроландшафтные полосы являются исходной технологической градацией, так как они охватывают близкие по плодородию почвы, однородные по крутизне экспозиции и форме склоны, имеют относительно одинаковые условия увлажнения, микроклиматические особенности. Поэтому они должны иметь строго определенный режим использования, набор сельскохозяйственных культур и приемов по снижению поверхностного стока до контролируемых величин.

Основные требования, которым должна отвечать система компенсационных мероприятий, следующие:

- всесторонний учет природно-климатических факторов и зональных закономерностей формирования диффузного стока;

- оптимальность соотношения организационно-хозяйственных, агротехнических, лесолугомелиоративных мероприятий и гидротехнических сооружений. Это позволит формировать компенсационные системы на основе энергосбережения;

- равнозначность всех приемов и мероприятий, составляющих систему. Одни и те же приемы и мероприятия в зонах с различной интенсивностью проявления диффузного стока могут нести различную функциональную нагрузку, что в значительной степени будет определять вероятность их применения;

- размещение элементов компенсационной системы проводить с учетом вертикальной микроразнообразности, т.е. на основании деления склона на агроландшафтные полосы. Например, с увеличением длины

и крутизны склона усиливается насыщенность системы приёмами, мероприятиями;

- охват компенсационной системой всей эрозионно-опасной территории. Только в этом случае возможна эффективная борьба со смывом и размывом почвы;

- поддержание динамического равновесия агроландшафта и обеспечение его экологической устойчивости;

- сокращение поверхностного стока до допустимых пределов, воспроизводство почвенного плодородия и на этой основе получение устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

В общем смысле система компенсационных мероприятий – это целостная совокупность элементов, находящихся во взаимодействии. Система основывается на связи между объединенными элементами. Одни и те же элементы в зависимости от принципа объединения могут образовывать разные по свойствам системы. Поэтому системы в целом определяются не только и не столько составляющими элементами, хотя они имеют весьма существенное значение, сколько характеристиками связи между ними. Это основополагающее положение построения системы компенсационных мероприятий для различных почвенно-климатических зон. Характер этих связей конкретизируется следующими принципами: иерархичность, эмерджентность, целостность, внутренняя организованность, инвариантность и др.

Таким образом, на сегодня имеется ряд методологических работ, посвященных снижению водной эрозии и поверхностного стока с земель сельхозназначения. Нет достаточных комплексных данных, как влияет антропогенная деятельность на размеры диффузного стока и размеры ущерба. Но главное, чего нет во всех имевшихся работах и методических указаниях – это отсутствие методологии оценки почвоохранных мероприятий.

Практические рекомендации по комплексу таких мероприятий подробно изложены в подготовленных «Методических указаниях по назначению компенсационных мероприятий по снижению размера ущерба от поверхностных стоков». Разработанная методика позволяет назначить компенсационные мероприятия, направленные на создание условий, способствующих впитыванию осадков в почву, и тем самым, на снижение величины поверхностного стока.

О МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЯХ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ УЩЕРБА, НАНОСИМОГО ПОВЕРХНОСТНЫМ ВОДНЫМ ОБЪЕКТАМ ПОВЕРХНОСТНЫМ СТОКОМ

Г.Т. Балакай, Н.И. Балакай, Л.И. Юрина, Р.Е. Юркова
ФГНУ «РосНИИПМ»

Учеными России и зарубежных стран установлено, что основная масса загрязняющих биогенных веществ поступает в водные объекты с поверхностным стоком с земель сельскохозяйственного назначения. В отдельных случаях доля биогенных веществ, поступивших с земель сельскохозяйственного использования, достигает до 50 % и даже до 70 % от общей массы их поступления. Они наносят определенный ущерб водным объектам и ухудшают экологию природных систем.

Под ущербом поверхностным водным объектам (ПВО) от поверхностного стока принято понимать снижение в результате внешнего воздействия нормального (или заданного) уровня состояния водной системы или стандарта качества объекта, значимое с точки зрения устойчивости этой системы или ее потребительских качеств.

Необходимость определения общей величины ущерба от загрязнения поверхностных водных объектов возникает:

- при составлении схем комплексного использования и охраны водных ресурсов по крупному экономическому району или водному бассейну;

- при обосновании норм допустимого воздействия и предельно допустимых норм сброса различных вредных веществ в водоемы различных категорий;

- при разработке мероприятий, стимулирующих очистку сточных вод отдельными водопользователями и водопотребителями;

- при расчете ущерба от ухудшения качества воды водных источников в результате нарушения действующих законоположений по охране водоемов для наложения необходимых санкций и др.

Существующие нормативные акты не позволяют на законных правах определить долю ущерба и ответственность каждого землепользователя за загрязнение водного объекта вредными веществами, поэтому авторами была разработана методология исчисления

ущерба от поступления загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты с поверхностным стоком по натурным исследованиям и косвенным показателям. Методика позволяет установить виновных в загрязнении как непосредственно в водном объекте, так и на части водосбора, удаленного от водного объекта, как по натурным, так и по косвенным показателям факторов, влияющих на величину и качество поверхностного стока.

В основу исчисления ущерба от поверхностного стока положена концепция полной компенсации затрат на восстановление утраченного качества водного объекта. Ущерб оценивается в сопоставимых единицах, определенных, чтобы компенсировать ухудшение качества водных объектов. Методические указания дают возможность установить, какова именно величина негативных изменений в водной среде и установить возможные затраты на восстановление утраченного качества.

Методические указания по определению ущерба, наносимого поверхностным водным объектам, базируются на определении биогенных элементов и расчета ущерба от потерь удобрений, снижения плодородия и вреда, наносимого непосредственно рекам, озерам и т.д. в пределах определенного водосбора. Поэтому при оценке ущерба и подсчете убытков, наносимого поверхностным стоком, необходимо учитывать следующее:

1. Количество вносимых удобрений и их вынос с поверхностным стоком.
2. Потери плодородия почвы и недополучение урожая.
3. Заиление прудов, озер, рек илом и затраты на их расчистку.
4. Вместе с минеральными и органическими удобрениями вносятся загрязнители в виде тяжелых металлов, органических и неорганических соединений, что требует определенных затрат на очистку загрязненных вод.
5. Восстановление канализационных сетей и водохранилищ, поврежденных вследствие заиления диффузным стоком.
6. При заилении водных источников сокращаются запасы воды, поэтому следует учитывать и этот фактор.

Разработанные «Методические указания по определению ущерба, наносимого поверхностным водным объектам поверхностным стоком» подготовлены на основании обобщения и анализа большого количества правовых, нормативных и методических материалов, по-

левых экспериментальных исследований, полученных уравнений зависимости поверхностного стока от природных и антропогенных факторов, и, в отличие от существующих нормативных и методических документов, позволяют разграничить ответственность землепользователей за ущерб, нанесенный поверхностным водным объектам загрязняющими веществами, поступающими с поверхностным стоком со всей площади сельхозугодий, или даже отдельно взятого поля хозяйствующего субъекта (землепользователя). В связи с этим разработанные Методические указания отличаются новизной, являются актуальными и имеют практическую ценность.

Разграничение ответственности за ущерб, нанесенный ПВО поверхностным стоком с сельхозугодий землепользователей, основано на выявлении в поверхностных водных объектах натурными наблюдениями и исследованиями концентрации загрязняющих веществ в стоках (превышающие ПДКр) и объемов стока талых, дождевых вод или вод с мелиорированных земель и определении массы загрязняющих веществ для исчисления ущерба.

При невозможности проведения натуральных исследований Методические указания позволяют определить концентрацию биогенных ЗВ в жидкой и твердой фазах поверхностного стока со всего водосбора или с части водосбора (севооборот, поле, часть поля) по косвенным показателям, основанным на большом объеме экспериментальных исследований и полученным по ним уравнениям связи наличия биогенных веществ в почве и их выноса с жидкой и твердой фазой стока, т.е. позволяют определять вынос биогенных элементов как при современном уровне внесения удобрений, так и при планируемом увеличении внесения минеральных и органических удобрений. Они так же позволяют расширить возможность контроля показателей экологического состояния на агроландшафтах, выявить виновника загрязнения по косвенным показателям и предложить комплекс компенсационных природоохранных мероприятий, значительно снижающих объемы поверхностного стока, и тем самым уменьшить попадание загрязняющих веществ в водные объекты.

Полученные экспериментальным путем коэффициенты выноса биогенных веществ с поверхностным стоком (жидкой и твердой фазами) с земель сельскохозяйственного назначения имеют высокую достоверность, и они могут быть рекомендованы для использования

при расчете по косвенным показателям размеров поверхностного стока и ущерба, наносимого поверхностным водным объектам. Это позволит уменьшить объемы работ, трудовые и материальные затраты и необходимость проведения мобильными группами натурных исследований на каждом участке или поле, подверженном водной эрозии от талых и ливневых вод.

Получены достоверные связи объемов поверхностного стока жидкой и твердой фазы, а также смыва почвы поверхностным стоком с типами почвы и гранулометрическим составом, с уклонами поверхности почвы, водопроницаемостью почвы, интенсивностью осадков и другими метеорологическими, гидрологическими, мелиоративными факторами, которые также рекомендуется использовать для исчисления ущерба по косвенным показателям.

Методические указания разработаны в развитие утвержденной Приказом МПР РФ от 30 марта 2007 г. № 71 «Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» (далее по тексту «МУ «Приказ МПР РФ от 30 марта 2007 г. № 71»»), которая принята за основу.

Разработанные Методические указания предназначены для расчета размера ущерба, причиненного водным объектам в результате загрязнения их вредными веществами, поступившими с поверхностным стоком с земель сельскохозяйственного использования, и разграничения ответственности в случае нанесения такого ущерба несколькими землепользователями, находящимися на одном водосборе.

Методические указания позволяют определить массу i -го загрязняющего вещества, поступившего в поверхностные водные объекты, рассчитать ущерб от поверхностного стока для водосбора в целом или отдельного участка землепользователя, и, при необходимости, разграничить ответственность землепользователей за вред, нанесенный водным объектам поверхностным стоком с земель сельскохозяйственного использования.

Назначение и выполнение природоохранных мероприятий проводится согласно «Методическим указаниям по назначению компенсационных мероприятий по снижению размеров ущерба от поверхностных стоков».

ОПТИМАЛЬНОСТЬ СООТНОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ

Е.В. Полуэктов
ФГНУ «РосНИИПМ»,

О.А. Головинская
ФГОУ ВПО «НГМА»

Оптимальность соотношения сельскохозяйственных угодий является одним из основных элементов предупреждения деградации почв и сохранения их плодородия.

Особенно актуально данное положение в районах интенсивного развития эрозии, к числу которых относится правобережье р. Дон в пределах Ростовской области. Исследования проводились в Константиновском районе с 2004 по 2007 гг. на трех наиболее встречающихся типах агроландшафтов: плакорно-равнинном, ложбинно-балочном и овражно-полевым. Площадь участков составляла в среднем 23 га. Для первого типа агроландшафта, взятого нами в качестве эталона, пашня в структуре участка составила 93,7, а облесенность 6,3 % (здесь и на других типах агроландшафтов лесные полосы были созданы в 1988-1991 гг.).

Почвенный покров представлен черноземом южным среднеспелым. Схема чередования культур в звене полевого севооборота была следующая: 2005 г. – черный пар, 2006 г. – озимая пшеница, 2007 г. – подсолнечник.

В овражно-балочном агроландшафте на долю пашни приходилось 82,9 %, лесных полос 12,8 % и сенокосов и пастбищ – 4,3 %. Почвенный покров представлен на 54 % черноземами южными слабосмытыми, на 41,4 % черноземами южными среднесмытыми и на 5 % черноземами сильносмытыми. Схема чередования культур: 2005 г. – занятый эспарцетом пар, 2006 г. – озимая пшеница, 2007 г. – подсолнечник.

В овражно-полевым агроландшафте на долю пашни приходилось 61,8 %, из которых 6,7 га использовались в звене полевого севооборота и 3,6 га – в почвозащитном. Облесенность пашни (стокорегулирующие и прибалочные лесные полосы) составила 18,1 %, а на до-

лю сенокосов и пастбищ приходилось 20,1 %. В почвенном покрове преобладали сильносмытые почвы (около 40 %), а остальная часть – средне- и слабосмытые. В звене полевого севооборота чередовались в 2005 г. – занятый пар, 2006 г. – озимая пшеница, 2007 г. – просо. Почвозащитный севооборот был занят люцерной.

Для сравнения результата исследований были взяты аналогичные типы агроландшафтов, но практически без лесных полос.

Особый интерес представляют результаты исследований по проявлению эрозионных процессов на взятых для изучения типах агроландшафтов. Высокая степень облесенности ложбинно-балочного агроландшафта в сочетании с ажурной конструкцией лесных полос способствовали равномерному распределению снежного покрова на всей территории участка. Его мощность перед снеготаянием в 2006 г. составила 16-22 см, глубина промерзания почвы не превышала 75-77 см. Растения озимой пшеницы, которая в это время занимала участок, были в удовлетворительном состоянии и ушли в зиму в фазе кущения. Смыв почвы во время снеготаяния на посевах озимой пшеницы на склоне 1,5°-2° (слабосмытые почвы) составил 0,6 т/га и заметно возрастал при крутизне склона 3,5°-4,0° (среднесмытые почвы) – до 7,1 т/га. Значительная часть смытой почвы (до 70 %) кольматировалась стокорегулирующей лесной полосой, а остальная часть, поступающая по ложбинам, оседала на залуженном участке, занимающем днище центральной ложбины. Таким образом, представленная система мероприятий в виде лесных полос и залуженного участка в наиболее проблемной части агроландшафта успешно противостояла смыву почвы при стоке талых вод.

На участке без лесных полос смыв почвы при крутизне склона 1,8° и удаленности от водораздела 180 м составил 3,1 т/га, а на склоне 4,0° и удаленности в 390 м возрос до 10,8 т/га.

Более интенсивное развитие эрозионных процессов наблюдалось на овражно-полевом типе агроландшафта. Здесь, в отличие от предшествующего типа, пахотные земли, непосредственно примыкающие к овражно-балочной системе, были засеяны люцерной, а остальная часть поля была занята полевым севооборотом и озимой пшеницей.

Смыв почвы от стока талых вод на посевах озимой пшеницы на склоне 2° составил 2,1 т/га, а на склоне 4° (западная часть участка) –

8,8 т/га. На той части агроландшафта, где были посевы люцерны, смыв почвы не превышал 1,2 т/га, при этом на посевах люцерны кольматировались наносы смытой почвы с посевов озимой пшеницы.

Возможно, для более эффективного контроля над процессами эрозии на посевах озимой пшеницы следовало применять специальные агротехнические приемы. В качестве одного из них рекомендуется щелевание.

В качестве барьеров на пути водных потоков талых вод, осаждающих твердый сток, так же были стокорегулирующие и прибалочные лесные полосы и участки естественной растительности (сенокосы и пастбища) вокруг действующих от вершков оврагов.

На аналогичных типах агроландшафтов, но при отсутствии лесных полос, смыв почвы был на 20-30 % выше, причем вся смытая почва уносилась за пределы сельскохозяйственных угодий, заиляя при этом водные источники.

Во время выпадения ливня в июне 2005 г. ложбинно-балочный и овражно-полевой агроландшафты были заняты эспарцетом при степени проективного покрытия поверхности почвы 70-75 %, в связи с чем процессы эрозии здесь практически отсутствовали. Интенсивность смыва почвы на чистых парах и посевах пропашных культур на аналогичных участках, но без системы лесных полос, колебалась от 10,9 до 35,4 т/га.

Несколько иная картина наблюдалась при более интенсивном ливневом дожде в июле 2007 г. Ложбинно-балочный водосбор был занят в этот период посевами подсолнечника, находящегося в фазе 4-5 листьев. Величина проективного покрытия поверхности почвы растениями не превышала 18-21 %. Несмотря на то, что все междурядные обработки проводились по контуру рельефа, смыв почвы на склонах до 2° составил 2,4, а до 4° – 15,8 т/га. Это в 1,4-2,3 раза меньше по отношению к участкам без лесных полос. Так же, как и при прохождении стока лесных вод, вся масса смываемой почвы оседала в лесных полосах и на залуженном участке.

На овражно-полевом типе агроландшафта в этот период возделывалось просо. Величина проективного покрытия поверхности почвы растениями составила 30-32 %. Это в определенной мере способствовало снижению интенсивности смыва, величина которого составила на склонах до 2° – 1,8, а 4° – 4,7 т/га. Не было смыва почвы на

посевах люцерны, которая находилась в данный момент в фазе бутонизации после первого укоса.

Таким образом, агроландшафты с созданной системой лесных полос и проведением всех технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур по контуру рельефа позволили снизить интенсивность эрозионных процессов на посевах подсолнечника в 2,3 раза. Практически отсутствовал смыв почвы на участках, занятых эспарцетом. Это стабилизировало экологическую ситуацию на сложных элементах местности, подвергающихся мощному антропогенному воздействию (пашня), улучшало свойства и режимы почвенного покрова и в конечном итоге положительно сказывалось на урожайности сельскохозяйственных культур.

Анализируя полученные результаты исследований, была сделана попытка научно обосновать соотношение угодий в агроландшафтах расчетным путем по методике, предлагаемой ВНИИЗ и ЗПЭ (г. Курск) [1]. С этой целью в модельном (плакорно-равнинном) и экспериментальных (ложбинно-балочном и овражно-полевым) типах агроландшафта учитывалось содержание и запасы энергии в различных типах растительности, данные по запасу и урожайности фитомассы сельхозкультур, содержанию и запасам гумуса в почве.

Проведенные расчеты показали, что на плакорно-равнинном типе агроландшафта соотношение лесных полос и пашни, полученное расчетным путем, с реальным положением дел довольно различно (табл. 1).

Таблица 1

Расчетные и реальные значения соотношения лесных насаждений и пашни на плакорно-равнинном типе агроландшафта, %

Доля лесных полос		Доля пашни *	
реальное	расчетное	реальное	расчетное
6,2	9,0	87,7	91*
Примечание * – доля пашни вместе с полевыми дорогами.			

Если продолжить анализ данных, полученных расчетным путем с уже имеющимися публикациями по Ростовской области [2], то средостабилизирующие угодья (лесные полосы, сенокосы, многолетние травы и др.) должны занимать в данном типе агроландшафта до 20 %, а пашня 80 %. Если предположить, что недостающие площади средостабилизирующих угодий можно компенсировать посевами много-

летних трав в полевых севооборотах, то опять же получим близкие по значениям результаты.

Несколько по-другому дело обстояло на эрозионно-опасных агроландшафтах (табл. 2).

Полученные значения доли леса и в том и другом типе агроландшафта являются, в целом, оптимальными и, как следует из экспериментальных данных, служат надежным каркасом организации территории, обеспечивая защиту почвенного покрова от деградации эрозионными процессами.

Таблица 2

Расчетные значения оптимального соотношения долей сельхозугодий на эрозионно-опасных агроландшафтах, %

Тип агроландшафта	Тип лесных полос		Доля сенокосов и пастбищ	Доля пашни*	
	реальные	расчетные		реальные	расчетные
Ложбинно-балочный, пашни без дорог	12,8	13,1	4,3	82,9 74,0	82,6 73,7
Овражно-полевой, пашни без дорог	18,1	14,2	20,1	61,8 52,2	65,7 56,1
Примечание * – если из пашни вычесть площадь полевых дорог, то и в том и другом случае она уменьшится в среднем более чем на 9 %.					

Реальные площади сенокосов и пастбищ наиболее приемлемы для овражно-полевого агроландшафта и явно недостаточны для ложбинно-балочного, в связи с чем доля пашни как в реальном, так и расчетном варианте представляется нам завышенной. Вместе с тем, если принять во внимание присутствие в севообороте ложбинно-балочного агроландшафта поля, занятые эспарцетом, которые относятся к средостабилизирующим угодьям, то естественно увеличивается доля сенокосов и снижается доля пашни. Кроме того, исходя из опыта прежних исследований, проведенных в Ростовской области [3], ложбины на данном типе агроландшафта необходимо залужать. В таком случае доля сенокосов и пастбищ увеличивается до 3 га и составит 12,9 %. Соответственно, на 8,6 % уменьшится доля пашни.

В овражно-полевым агроландшафте из всей площади пашни (10,34) только лишь 6,72 га или 65 % используются в полевом севообороте, а остальные 3,62 га в почвозащитном, т.е. находятся в состоянии постоянного залужения. Таким образом, доля пашни в агроландшафте уменьшается до 23-27 %, что как в реальном, так и рас-

четном методе позволяет говорить нам об оптимальности соотношения угодий.

На основании проведенных исследований по расчету оптимального соотношения угодий на конкретных агроландшафтах можно говорить о предварительном этапе исследований, который должен уточняться в зависимости от реальных условий, особенностей развития деградационных процессов и целого ряда других факторов. Предлагаемая ВНИИЗ и ЗПЭ «Методика определения оптимального соотношения...» является базовым инструментом подобных расчетов, но вместе с тем должна корректироваться и уточняться с учетом местных особенностей ведения отрасли земледелия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика оптимизации структуры угодий в агроландшафтах на биоэнергетической основе. – Курск, 2000. – 52 с.
2. Полуэктов, Е.В. Эрозия и дефляция агроландшафтов Северного Кавказа / Е.В. Полуэктов. – Новочеркасск, 2003. – 298 с.
3. Потребная, О.Е. Особенности проявления водной эрозии на темно-каштановых почвах Ростовской области: сб. науч. тр. // Повышение эффективности использования орошаемых земель ЮФО / О.В. Потребная. – Новочеркасск: ООО «Темп», 2005. – С. 17-20.

УДК 626.845:556.16

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОБРАЗОВАНИЕ ИРРИГАЦИОННОГО СТОКА ПРИ ПОЛИВЕ ДОЖДЕВАНИЕМ

Л.А. Митяева

ФГНУ «РосНИИПМ»

Одним из показателей, который отражает образование стока при поливе дождеванием, является впитывающая способность почвы. Впитывающая способность почвы отражает способность почвы за определенный промежуток времени поглотить определенное количество поливной воды, подаваемой поливной машиной [1]. Полевые исследования были проведены на Нижне-Донской оросительной системе в СПХ Семикаракорский Ростовской области. Опытная установка для дождевания представляет собой стальную трубу (напорную) диамет-

ром $d=20$ мм и высотой 2 м, к которой привинчивались сменные дефлекторные насадки от ДДА-100МА. Напорная труба удерживалась тремя откосами из стальной проволоки $d=8$ мм. Напор воды контролировался манометром, расход регулировался вентилем. В начале процесса, когда почва сухая, происходит капиллярное и пленочное рассасывание воды в почве. Когда впитывающая способность почвы выше интенсивности дождя, создаются условия, благоприятные с точки зрения отсутствия образования стока (рис. 1).



Рис. 1. Чернозем тяжелосуглинистый до начала опыта

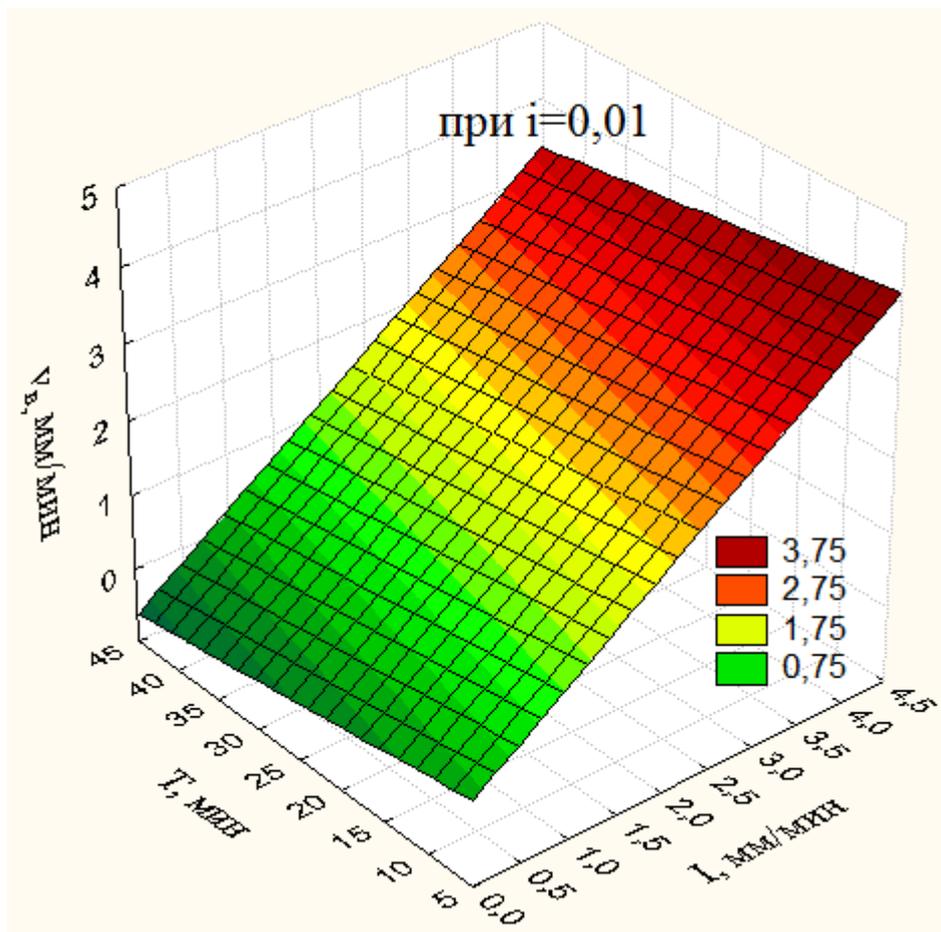
По мере заполнения почвенных пор водой и дальнейшего ее поступления в виде осадков происходит формирование сплошного равномерного потока. Под воздействием дождя почвенные агрегаты в поверхностном слое на глубине 2-3 см разрушаются, происходит заплывание почвы, в результате чего скорость поглощения воды почвой снижается.

Если инфильтрация ниже интенсивности дождя, то в результате быстро формируются потоки по всему кругу захвата дождем, образуя ручейковые размывы, которые иногда достигают значительных размеров (рис. 2).

Ниже представлены поверхности регрессии математической обработки данных, полученных в полевых исследованиях при различных уклонах (рис. 3).

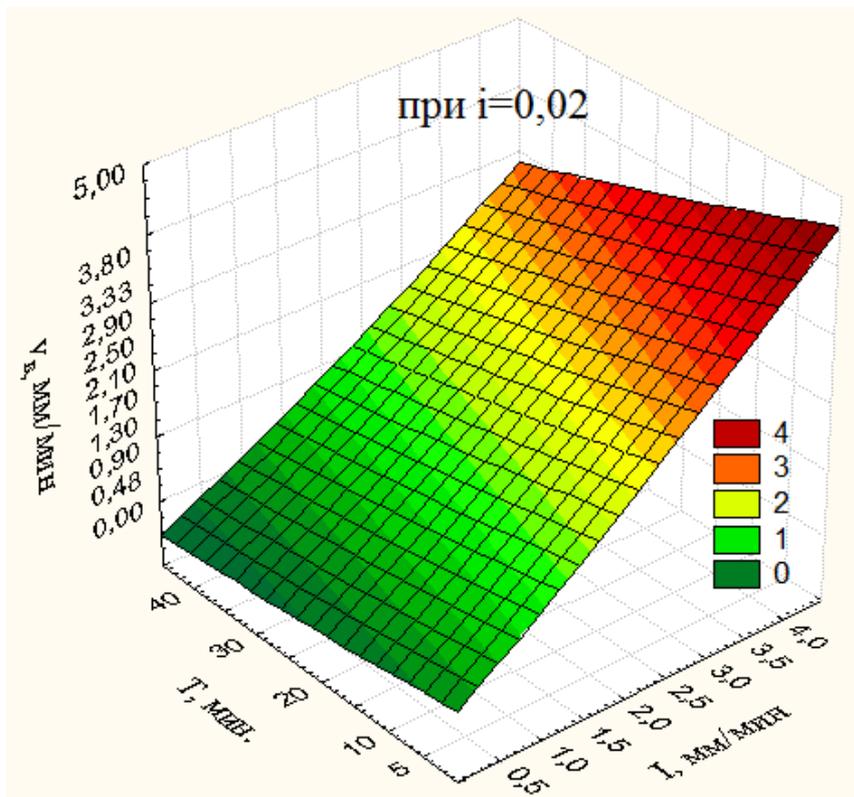


Рис. 2. Концентрация избыточного тока воды и образование жидкого и твердого стока (чернозем тяжелосуглинистый)

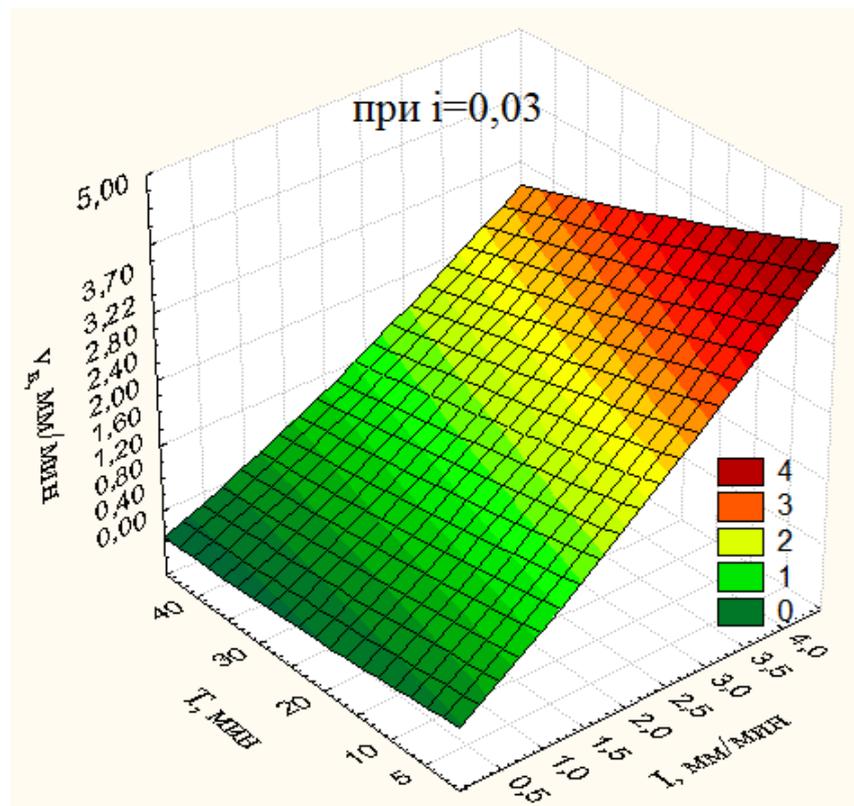


$$v_b = 0,283 + 1,086I - 0,051T + 0,006I^2 - 0,009IT + 0,001T^2$$

$$R^2 = 0,970$$



$$v_b = 0,079 + 0,874I - 0,017T + 0,028I^2 - 0,006IT - 5T^2, R^2 = 0,985$$



$$v_b = -0,034 + 0,835I - 0,014T + 0,036I^2 - 0,007IT + T^2, R^2 = 0,998$$

Рис. 3. Графическая зависимость $v_b=f(I, T)$ при различных уклонах

Из представленных графиков видно, что с возрастанием интенсивности дождя ($I=0,5-4,0$) происходит снижение скорости впитывания – следовательно, образуется жидкий сток. Это объясняется тем, что, несмотря на увеличение разрушительного действия капель дождя, жидкий сток с орошаемого участка образуется через определенное время, которое зависит от впитывающей способности почв. Разрушение крупных почвенных фракций приводит к закупорке пор и образованию жидкого стока через определенный промежуток времени, причем интенсивность стока растет с увеличением продолжительности дождевания. Смыв почвы (увеличение интенсивности окраски) начинает проявляться уже с уклона 0,01. Чем больше уклон и выше интенсивность дождя (0,5-4,0 мм/мин), тем быстрее уменьшается впитывающая способность (от 3,6 до 0,02 мм/мин при $i=0,01$; от 3,8 до 0,05 при $i=0,02$; от 3,7 до 0,5 при $i=0,03$), а следовательно, и быстрее будет формироваться поверхностный сток и интенсивней смываться почва. Однако величина установившейся скорости впитывания при дождевании не является постоянной, а меняется в зависимости от интенсивности дождя, и до определенного значения величина установившейся скорости впитывания может повышаться, что связано с увеличением гидростатического напора и, главным образом, с увеличением площади контакта воды с почвой.

Таким образом, впитывающая способность почвы – один из основных показателей, предопределяющий ожидаемый смыв почвы в случае избыточной интенсивности дождя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полуэктов, Е.В. Эрозия почв на орошаемых землях и меры борьбы с ней: учеб. пособие / Е.В. Полуэктов; НИМИ. – Новочеркасск, 1993.–82 с.

УДК 556.164:631.459

ПАРАМЕТРЫ ЭРОЗИОННОГО СТОКА НА ВОДОСБОРАХ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ НИЖНЕГО ДОНА

А.С. Козликина
ФГНУ «РосНИИПМ»

Определенная часть почв, как в России, так и во всем мире, с каждым годом выходит из сельскохозяйственного обращения в силу разных причин.

Одна из основных проблем земледелия в России – прогрессирующая деградация почв за счет процессов водной эрозии, загрязнения, заболачивания, засоления и переуплотнения сельскохозяйственных земель.

В России на 2008 год, в составе сельскохозяйственных угодий эрозионно-опасные и подверженные водной эрозии площади занимают более 63 % (117 млн га), в том числе эродированные – 28 % (51 млн га).

Особо остро данная ситуация проявляется на черноземах Ростовской области, где эрозия почв охватила 68 % площади пашни или 54 % всех сельскохозяйственных угодий (рис. 1) [1].



Рис. 1. Структура эродированных сельскохозяйственных угодий по Ростовской области

Водная эрозия почв наносит многосторонний ущерб – снижает плодородие почв, повреждаются и уничтожаются посевы, снижение урожая на эродированных почвах составляет 36-47 %, сельскохозяйственные угодья превращаются в неудобные и бросовые земли, усиливаются засухи, происходит заиление рек и водоемов. Ежегодный ущерб, наносимый хозяйству эрозией, исчисляется огромными суммами. По мере дальнейшего развития сельскохозяйственного производства и более интенсивного использования земель опасность развития эрозии почв возрастает.

В процессе развития эрозии формируется эрозионный рельеф, характер которого зависит от глубины базиса эрозии, т.е. от разности высот между высшими точками, с которых происходит сток воды, и базиса эрозии – горизонтальной поверхности, на уровне или ниже которой не происходит размыв земной поверхности стекающими водами.

Зарождению эрозии способствуют струйчатые размывы, которые систематически не заравниваются после очередного снеготаяния или ливня, становясь коллекторами, концентрирующими поверхностный сток вод, и перерастающими в типично линейные формы эрозии – сначала в промоины, а затем в овраги (рис. 2) [2].



Рис. 2. Последствия водной эрозии почв на территории левобережья Нижнего Дона (координаты: 47° 22' 52,63" С; 42° 02' 09,94" В, высота камеры 2,20 км)

Таким образом, природные и антропогенные факторы образуют сложную эрозионно-гидравлическую систему, которая определяет интенсивность смыва и размыва.

Среди многих факторов (глубины промерзания и влажности почвы, продолжительности и интенсивности таяния), влияющих на размеры поверхностного стока, важное место принадлежит запасам воды в снеге [3]. Рассмотрим параметры эрозионного стока в зависимости от снегозапасов на различных по морфологическим типам водосборах (таблица).

По данным таблицы постараемся выявить зависимость поверхностного стока от снегозапасов, за период 2003-2008 гг., на различных типах рельефа (рис. 3).

**Параметры стока на исследуемых водосборах левобережья
Нижнего Дона, по зяби (хозяйство Чебачий)**

Год	Морфологический вид водосбора			
	с выровненной поверхностью		ложбинный	
	снегозапасы, мм	сток, мм	снегозапасы, мм	сток, мм
2003	142	28	150	36
2004	110	39	121	42
2005	70	20	109	31
2006	151	38	160	40
2007	57	12	60	15
2008	100	39	130	45

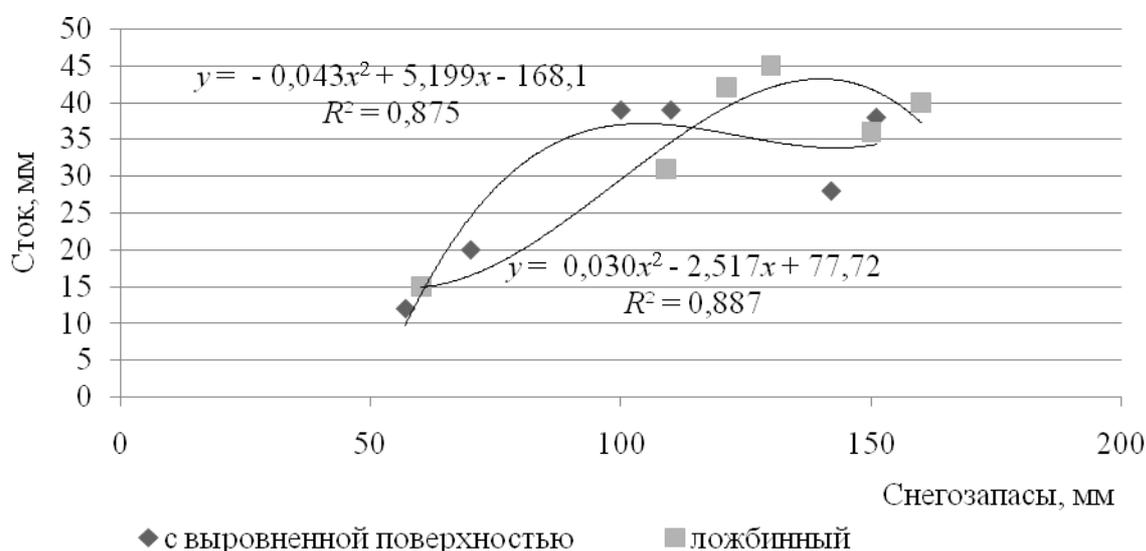


Рис. 3. Зависимость стока от снеготаяния на различных морфологических типах рельефа

По данному графику наблюдается некоторая зависимость весеннего стока (y) от снеготаяния (x) за рассматриваемый период по зяби, о чем свидетельствует значение достоверной кривой ($R=0,8$). Полученные кривые по выровненному и ложбинному типу рельефа, а также их уравнения значительно различаются. Это показывает, что влияние геоморфологических факторов на эрозионный сток достаточно велико, а решение проблемы эрозии должно основываться на тщательном и всестороннем изучении ее природы и закономерностей. Поэтому не случайно большое значение придается разработке моделей эрозии, которые в идеале были бы способны, опираясь на ряд известных параметров, корректно описывать эрозионный процесс в за-

данной точке пространства и времени. Моделирование и дальнейшее прогнозирование эрозионных процессов необходимо для успешной борьбы с ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов в Ростовской области в 2008 году» / под общ. ред. С.М. Назарова, В.М. Остроуховой, М.В. Паращенко. – Ростов н/Д, 2009. – 291 с.

2. Яцухно, В.М. Формирование агроландшафтов и охрана окружающей среды / В.М. Яцухно, Ю.Э. Мандер. – Минск, 1995.

3. Калиниченко, В.П. Природные и антропогенные факторы происхождения и эволюции структуры почвенного покрова / В.П. Калиниченко. – М.: МСХА, 2003. – С. 376.

УДК 631.459:626.8

СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ИРРИГАЦИОННОЙ ЭРОЗИЕЙ

М.А. Субботина

ФГНУ «РосНИИПМ»

Мелиоративное хозяйство в России было и остается одной из важнейших ресурсосберегающих отраслей, обеспечивающей социально-экономическое развитие страны.

Несмотря на принимаемые в последние годы меры, процессы деградации сельскохозяйственных угодий усиливаются, приобретают угрожающие масштабы и резко ухудшают качественное состояние угодий (рис. 1).

Среди всех видов деградации почвы водная эрозия представляет собой основную эколого-экономическую опасность. По прогнозам Института наблюдений за состоянием Мира, при существующих темпах эрозии к 2030 г. плодородной земли на планете станет меньше на 960 млрд т [1].

В настоящее время особое внимание следует уделять эрозионным и аккумулятивным процессам, которые в свою очередь доставляют много мелиоративных проблем на ирригационных системах. Так, каналы оросительных систем часто подвергаются размывам, либо заиляются наносами. Поля орошения подвергаются ирригационной

эрозии, а при орошении недостаточно осветленной водой теряют с годами плодородие. Только за вегетационный период при орошении выносятся на поля до 20 тонн ила на гектар. Для борьбы с деформациями на каналах оросительных систем применяют различные типы защитных покрытий.

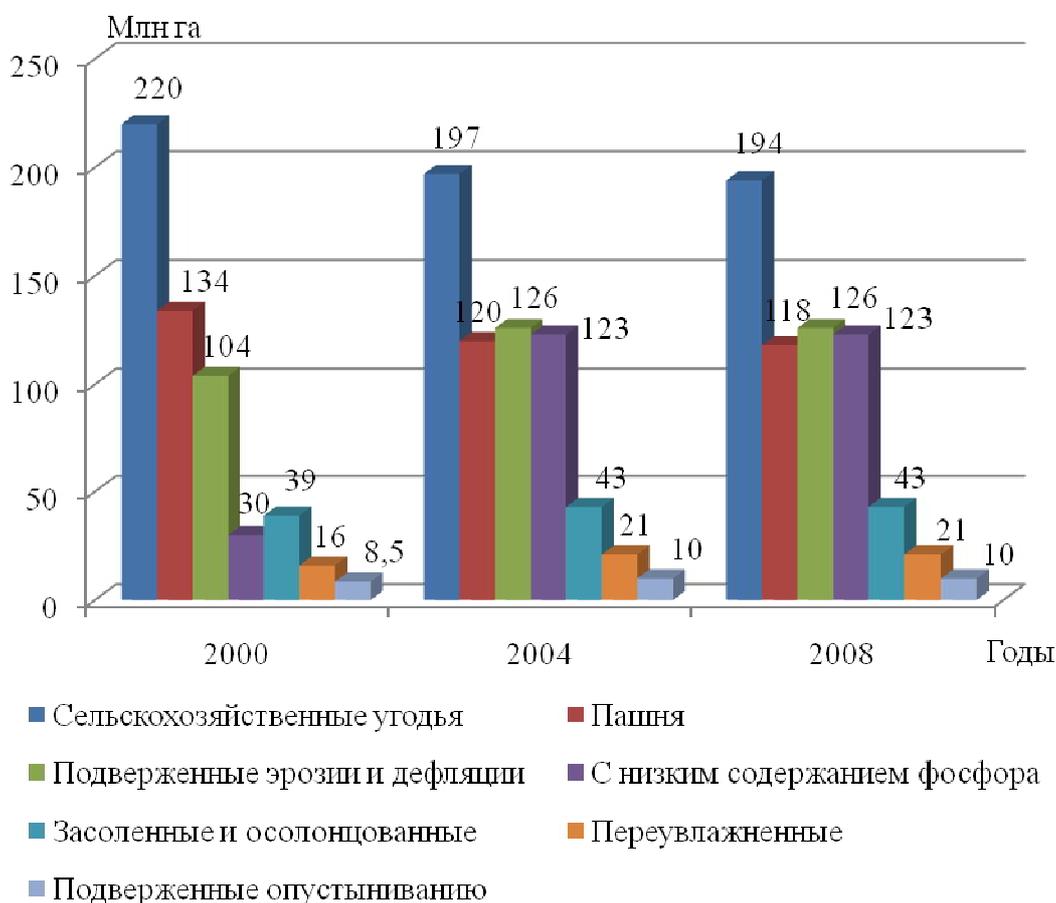


Рис. 1. Динамика качественного состояния сельскохозяйственных угодий России

Существует устройство для крепления откоса земляного сооружения [2], содержащее уложенное на откосы синтетическое фильтровое покрытие, удерживающие элементы и слой каменной наброски. Удерживающие элементы выполнены в виде ригелей, стоек с шарнирами, канатов, сетки и ограничителей. Каменная наброска выполнена в виде гравия. Недостатками данного технического решения являются:

- конструкция представляет собой достаточно сложное техническое решение, что делает ее ненадежной и дорогостоящей;

- эффективность применения крепления значительно снижается в случае, когда в канале имеют место большие колебания уровня воды, колебания скорости и расхода потока.

Еще одним распространенным сооружением для крепления откосов является поперечное сквозное сооружение, содержащее элементы, собранные в треугольную призму [3]. Недостатками данного технического решения являются:

- сложность соединения элементов;
- крепление в экономическом отношении не всегда является эффективным техническим решением из-за применения промышленных железобетонных конструкций;
- со временем происходит зарастание и заиление берега, что влечет за собой изменение и уменьшение русла реки.

Так, нами было предложено сборное крепление входной части оросительного канала, в настоящее время данное техническое решение находится в стадии подачи заявки на патент.

Изобретение относится к мелиоративному строительству и может быть использовано в качестве сборного крепления входной части оросительного канала.

Сборное крепление сооружается и работает следующим образом. На входной части оросительного канала устанавливается сборное крепление 2 (рис. 2, 3), которое собирается механическим путем прикреплении распорных элементов 4 (рис. 4) к соединительному узлу 7 (рис. 5, 6) хомутами 8 (рис. 6), которые образуют сетчатый многоугольник (рис. 4). Распорный элемент состоит из армированной трубы 4, в которой находится арматура 5 и заполнитель (бетон класса В-35) 6. Таким образом, последовательно соединяя распорные элементы к соединительному узлу 7, высоту сборного крепления входной части оросительного канала можно наращивать до любых размеров. Длина сборного крепления зависит от ширины канала и других морфологических элементов потока и канала. Закрепление сборного крепления входной части оросительного канала осуществляется с помощью металлических крюков, расположенных на бетонированных плитах, по обеим сторонам оросительного канала.

Поток воды, протекая через сборное крепление входной части оросительного канала, снижает свою скорость, в результате чего происходит снижение транспортирующей способности потока.

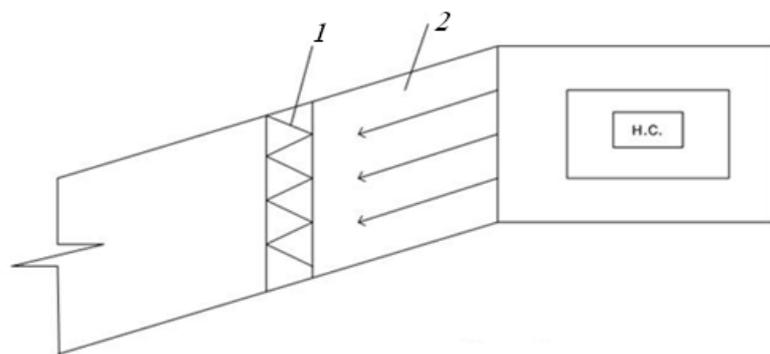


Рис. 2. Сборное крепление входной части оросительного канала:
 1 – оросительный канал; 2 – сборное крепление входной части канала

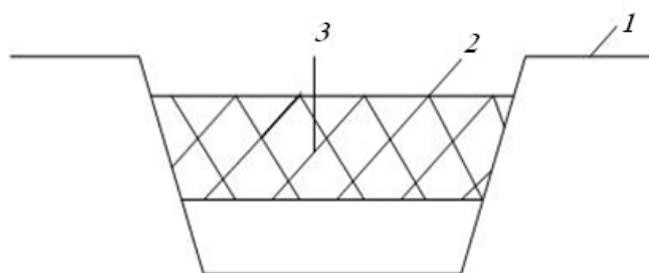


Рис. 3. Поперечное сечение оросительного канала:
 1 – оросительный канал; 2 – сборное крепление входной части канала;
 3 – сетчатый многоугольник

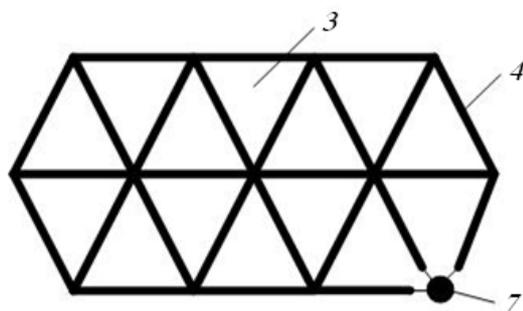


Рис. 4. Конструкция сборного крепления входной части оросительного канала:
 3 – сетчатый многоугольник; 4 – распорный элемент; 7 – соединительный узел

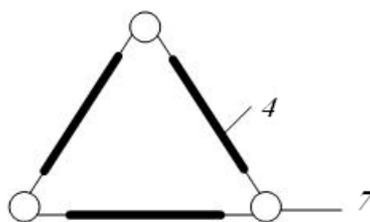


Рис. 5. Элемент конструкции сборного крепления:

4 – распорный элемент; 7 – соединительный узел

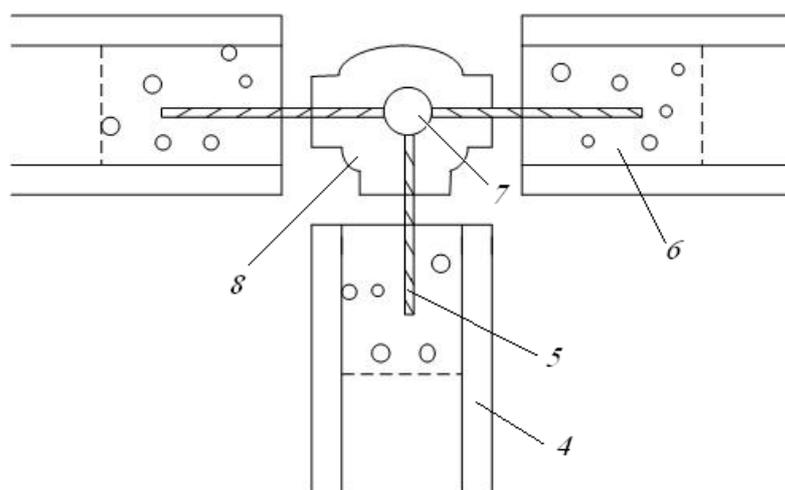


Рис. 6. Соединительный узел распорных элементов конструкции:

4 – распорный элемент; 5 – арматура; 6 – заполнитель (бетон класса В-35); 7 – соединительный узел; 8 – хомут

Гибкость материала распорных элементов является достоинством этого изобретения, так как оно находится в воде и избежать деформации дна и основания невозможно, а это повлечет и деформацию крепления, что не является опасным для такого типа защиты каналов.

Предполагаемое техническое решение имеет ряд достоинств перед другими ранее известными, главными из которых являются: быстрота сборки, замена вышедших из строя деталей и сезонное использование конструкции (в период орошения).

Предлагаемая конструкция дешевле известных, при этом долговечность этого сооружения больше ранее известных аналогичных технических решений.

В экологическом отношении, это наиболее благоприятный вариант решения проблемы защиты оросительных каналов от размывов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобылев, С.Н. Эффективность природоохранных мероприятий / С.Н. Бобылев. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 187 с.
2. А.с. 1461821 СССР, МКИ E02D 17/20. Устройство для крепления откоса земляного сооружения / Б.М. Шкундин и А.П. Новожилов (СССР); заяв. 04.03.87; опубл. 28.02.89, Бюл. № 8.
3. Пат. 2279506 Российская Федерация E02B 3/12. Сборное поперечное берегозащитное сооружение / Ламердонов З.Г.; заяв. 14.12.2004; опубл. 10.07.2006, Бюл. № 19.

УДК 626.862:556.16:66.081

СПОСОБ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ДРЕНАЖНО-СБРОСНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕ-ДОНСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

А.А. Пацера

ФГНУ «РосНИИПМ»

Качество оросительной воды воздействует прежде всего на систему «почвенный раствор – почвенный поглощающий комплекс», и через эту систему практически на все составляющие мелиоративного режима почв: водный, солевой, пищевой, воздушный, тепловой и микробиологический. В сочетании с режимом орошения и комплексом агротехнических мероприятий качество оросительной воды может рассматриваться как один из основных факторов управления мелиоративным режимом почв, создания оптимальных условий для развития сельскохозяйственных культур и увеличения биологической продуктивности орошаемых земель.

В последние годы требования к качеству оросительной воды значительно возросли. Все это происходит в связи с тем, что в практике использующаяся оросительная вода II класса качества [1] в результате после орошения образует дренажный сток III, а чаще IV класса качества, что зачастую связано с проблемностью орошаемой почвы, ее засоленностью, которая с годами возрастает. Поэтому при оценке качества учитывается не только общее ингредиентное содержание солей, содержание натрия (при оценке опасности осолонцевания), хлора (при оценке опасности засоления), но также микроэлементов, различных токсичных веществ и микроорганизмов с целью

предупреждения их накопления в почве и сельскохозяйственной продукции, загрязнения поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, вредного воздействия на гидромелиоративные системы и их элементы [2].

В эколого-аналитической лаборатории ФГНУ «РосНИИПМ» были проведены исследования по оценке дренажного стока для сельскохозяйственных нужд, а также сорбционного метода его обезвреживания [3]. Отбор проб производился в Семикаракорском районе Ростовской области. Результаты анализа исходного дренажного стока показали, что в воде преобладает сульфатно-натриевый состав, вода слабоминерализованная. При использовании такой воды может возникнуть натриевое осолонцевание и хлоридное засоление почв. В воде содержится повышенное количество ионов меди (3ПДК) и ионов цинка (2 ПДК).

Для очистки дренажных вод применяли сорбционный метод с использованием трех компонентов: глауконитового песка, керамзита, ракушечника. Изучалось влияние объемного соотношения сорбирующих компонентов на степень очистки и пригодность вод для орошения. По результатам исследований подана заявка на патент, находящаяся на стадии формальной экспертизы ФИПС.

На рис. 1-3 представлены графики зависимости эффекта очистки от тяжелых металлов (медь железо, цинк) от процентного состава сорбентов: рис. 1 – ракушечник, рис. 2 – керамзит, рис. 3 – глауконитовый песок. На основании построенных кривых и определяющих их зависимостей можно определить оптимальный состав сорбента, обеспечивающий наибольший эффект очистки дренажного стока от вышеперечисленных тяжелых металлов.

Из рис. 1 следует, что при любых количествах ракушечника в сорбенте наблюдается наибольший эффект очистки от железа, о чем свидетельствует высокое значение достоверности построенной кривой. Для цинка наблюдается низкая степень очистки при повышении содержания ракушечника в сорбенте, что можно объяснить природной насыщенностью ракушечника пиритом, содержание которого препятствует поглощению ионов тяжелых металлов.

Керамзит так же обладает высокой степенью очистки от тяжелых металлов, в особенности от меди и железа, об этом свидетельствует высокое значение достоверности построенных кривых. При низ-

ких значениях содержания керамзита в сорбенте (10-20 %) наблюдается низкий эффект очистки от цинка, это значит, что для максимального извлечения этого тяжелого металла из дренажного стока требуется большее количество сорбента – керамзита.

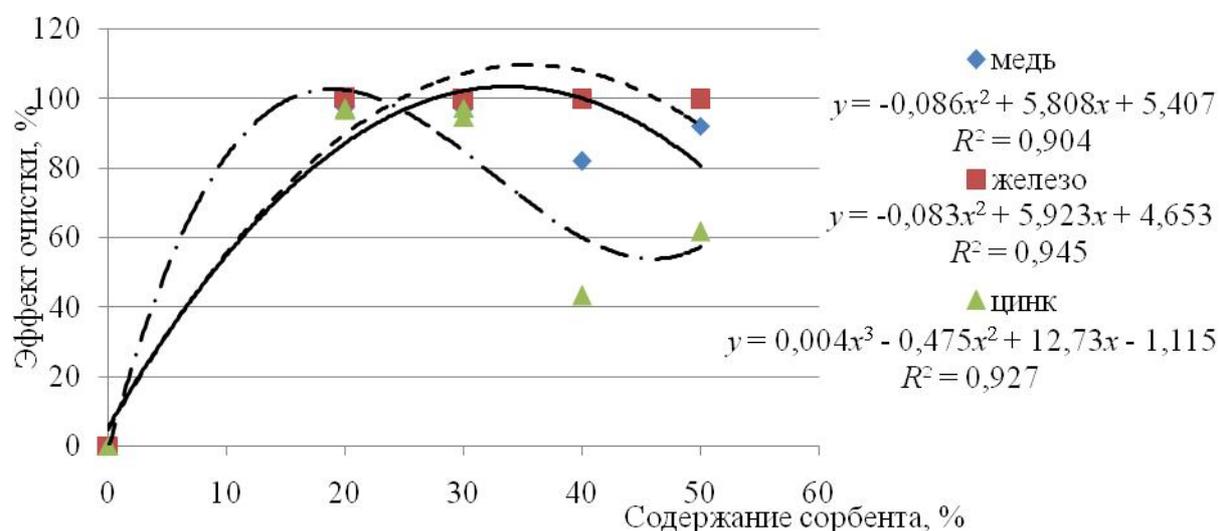


Рис. 1. Зависимость эффекта очистки дренажно-сбросных вод от ионов тяжелых металлов от содержания ракушечника в сорбенте

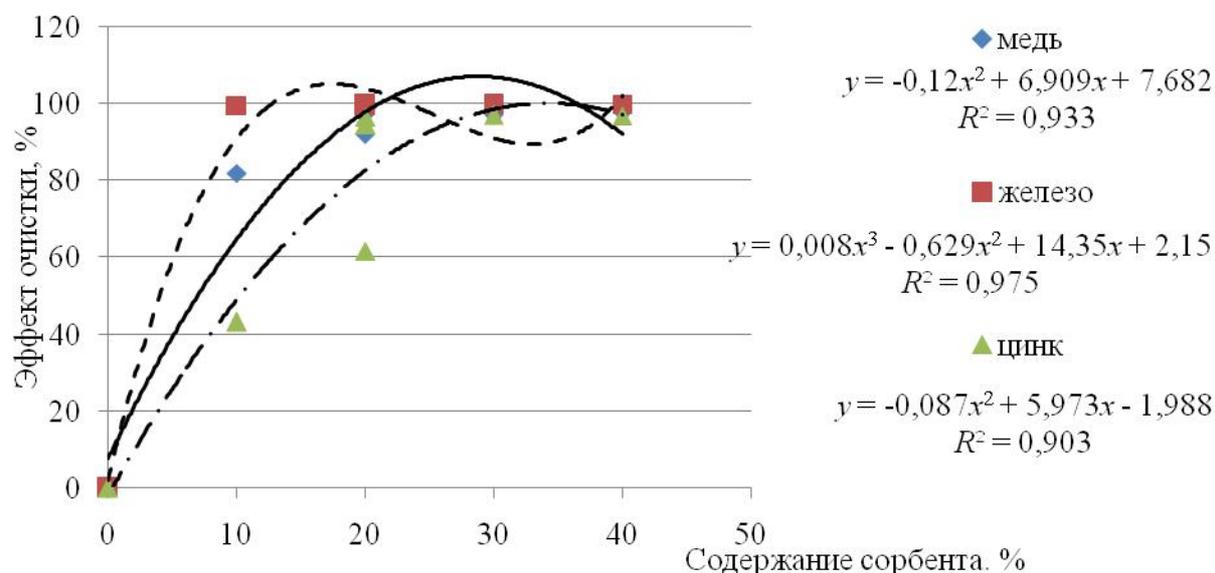


Рис. 2. Зависимость эффекта очистки дренажно-сбросных вод от ионов тяжелых металлов от содержания керамзита в сорбенте

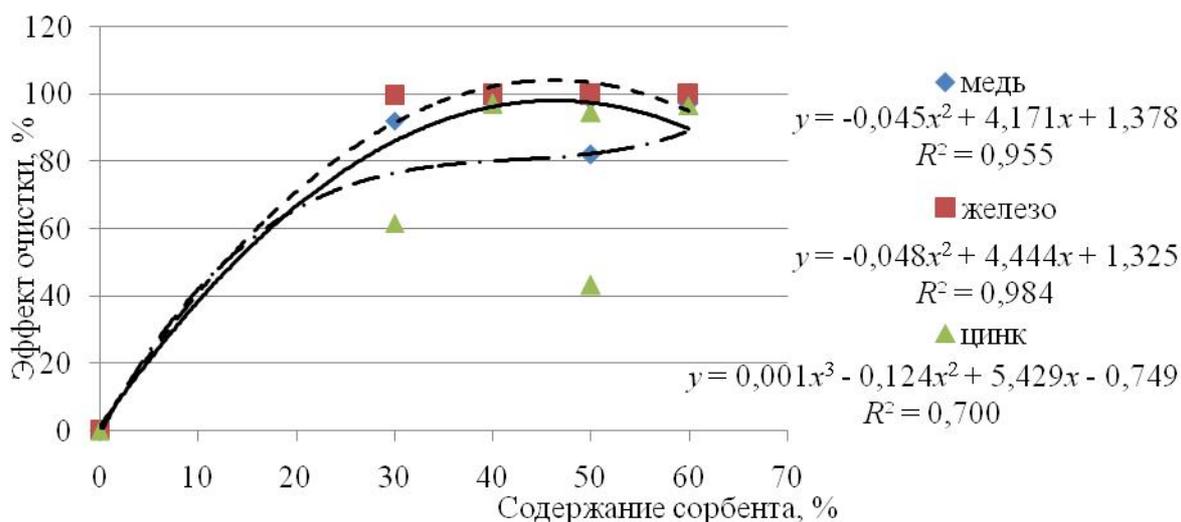


Рис. 3. Зависимость эффекта очистки дренажно-сбросных вод от ионов тяжелых металлов от содержания глауконитового песка в сорбенте

На основании рис. 3 вновь заметно снижение эффекта очистки от ионов цинка, что объясняется высоким содержанием в сорбенте ракушечника, а не свойствами глауконитового песка. Высокое содержание ракушечника (40-50 %) по отношению к другим компонентам в сорбенте негативно сказывается на удалении цинка из дренажно-сбросных вод, поэтому при высоких концентрациях данного иона в дренажно-сбросных водах не рекомендуется использовать для их очистки составы с высоким содержанием ракушечника в них. Наиболее оптимальны составы с содержанием ракушечника 10-30 %, глауконитового песка 40-60 %, керамзита 30-50 %.

Проводились так же исследования по влиянию выбранных компонентов и их соотношений на эффект очистки от основных ионов и общую минерализацию дренажно-сбросных вод. На рис. 4 представлено влияние сочетания компонентов сорбента на опасность натриевого осолонцевания почв (с учетом класса качества) при поливе дренажно-сбросными водами.

Дренажно-сбросные воды до очистки относились к IV классу по опасности натриевого осолонцевания почв при поливе этими водами. Применение в качестве сорбентов предложенных компонентов позволило снизить класс опасности дренажно-сбросных вод до III и II. Причем наименьшие значения отношения ионов натрия к ионам

кальция наблюдались при следующих соотношениях – ракушечник : керамзит : глауконитовый песок – 30:20:50 и 20:40:40.

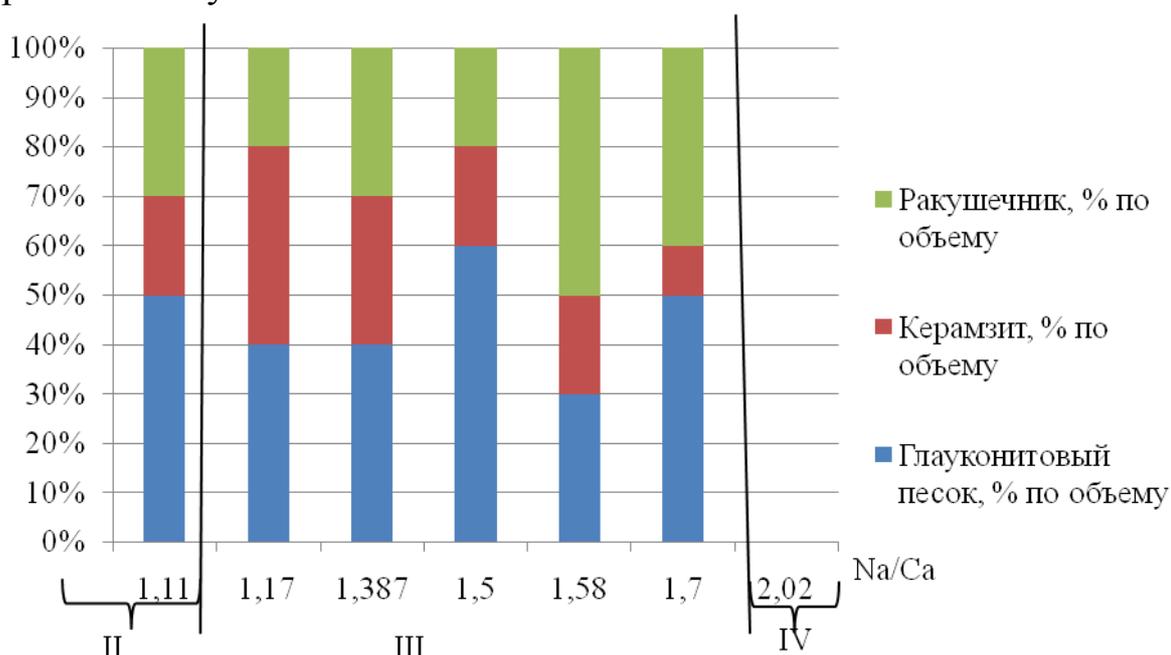


Рис. 4. Влияние соотношения компонентов сорбента при очистке дренажно-сбросных вод предложенным способом на опасность натриевого осолонцевания почв

В результате очистки опробованным способом наблюдается уменьшение содержания сульфатов, гидрокарбонатов, отношения Na^+/Ca^{2+} , то есть снижается опасность натриевого осолонцевания почв при поливе данной водой. При повышенном содержании ракушечника в сорбенте для очистки дренажно-сбросных вод они подкисляются (с $pH=7,3$ до $pH=6,8$), что является положительным фактором влияния оросительных вод на плодородие почв, а также на усвоение основных питательных микроэлементов.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что наилучшее сочетание компонентов сорбента можно подобрать исключительно для конкретных загрязнений дренажно-сбросных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безднина, С.Я. Экологические основы водопользования / С.Я. Безднина. – М.: ВНИИА, 2005. – С. 112-113.
2. Ясониди, О.Е. Водосбережение при орошении / О.Е. Ясониди; Новочеркасская государственная мелиоративная академия. – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2004. – С. 196-224.

3. Кирейчева, Л.В. Пособие по очистке и утилизации дренажно-сбросных вод / Л.В. Кирейчева [и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 1999.

УДК 631.61

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗОЛОТВАЛОВ ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЙ¹

Н.А. Иванова, И.В. Гурина
ФГОУ ВПО «НГМА»

В настоящее время на тепловых станциях Российской Федерации ежегодно образуется более 60 млн т шлака и золы. Только около 4 % используется в народном хозяйстве (производство цемента, кирпича, изделий из ячеистого бетона, шлакоблоков, при строительстве и ремонте дорог, а также в сельском хозяйстве), а основное количество размещается в золоотвалах. По данным Минприроды, площади, отводимые под золоотвалы, будут с каждым годом возрастать, что связано с необходимостью увеличения выработки электроэнергии на базе твердого топлива [1, 2].

Золоотвалы наносят огромный вред окружающей природной среде и человеку (сокращается площадь земельных угодий; уничтожаются естественные природные ландшафты; нарушается уровень грунтовых вод, загрязняются водоемы). Пыление отработанных золоотвалов приводит к загрязнению воздушного бассейна и прилегающих ландшафтов, что вызывает у населения целый ряд заболеваний органов дыхания [3].

Для устранения негативного влияния золоотвалов тепловых электростанций проводят их биологическую рекультивацию. Одним из способов обеспыливания отработанных золоотвалов является фитомелиорация, которая направлена на закрепление поверхности пылящих золоотвалов путем создания на них фитоценозов, что позволяет практически полностью прекратить ветровую и водную эрозию с их поверхности.

Проблема использования травосмесей для залужения золоотвалов тепловых станций остается одной из главных задач при их биологической рекультивации. В связи с этим возникла необходимость раз-

¹ – Издаётся в авторской редакции.

работки оптимальной структуры травосмесей и комплекса агротехнических мероприятий по их возделыванию на рекультивируемой поверхности отработанного золоотвала, направленных на снижение интенсивности ветровой и водной эрозии рекультивационного слоя за счет залужения.

Конечной целью исследований, проводимых на второй отработанной секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС, является исключение негативного воздействия золоотвала на окружающую среду и интеграция его в прилегающий ландшафт.

С целью изучения возможности произрастания травосмесей на отработанном золоотвале проводился лабораторный опыт в вегетационных сосудах. В результате проведенного лабораторного опыта было установлено, что наиболее пригодна для биологической рекультивации отработанного золоотвала травосмесь эспарцет + пырей + кострец. Результаты лабораторных исследований позволили отметить, что исследуемые травы в начальный период вегетации развивают корневую систему, а затем формируют надземную массу, что является положительным моментом для произрастания этих растений в условиях отработанного золоотвала, особенно в экстремальные по метеорологическим условиям годы [4].

В результате агротехнического обследования второй отработанной секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС было установлено, что естественное зарастание золоотвала практически отсутствует. На техническом этапе его рекультивации на поверхность золоотвала был нанесен рекультивационный слой из супесчаного и суглинистого субстратов толщиной 30-40 см. На поверхности золоотвала наблюдалась интенсивная дефляция как нанесенных субстратов, так и высохшей золы, что создавало неблагоприятные условия для формирования естественных фитоценозов [5].

Проведенные анализы отобранных образцов рекультивационного слоя показали, что исследуемые образцы не обеспечены питательными элементами в количествах, достаточных для произрастания растений. Так, содержание нитратного азота в слое 0-30 см составляет 1,2-1,3 мг/кг, фосфора – 5-7 мг/кг, калия – 38-42 мг/кг, что свидетельствует о необходимости внесения азотно-фосфорных удобрений. В исследуемых образцах отсутствует органическое вещество (гумус), но содержится повышенное количество тяжелых металлов. В образ-

цах, отобранных с горизонта 20-40 см, их содержится вдвое больше, чем в образцах, отобранных с горизонта 0-20 см.

Приемами обработки рекультивационного слоя на поверхности золоотвала являлось выравнивание и прикатывание до и после посева. Посев травосмеси эспарцет + пырей + кострец проводили сплошным рядовым способом с междурядьями 15 см после внесения минеральных удобрений дозой $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д.в. и прикатывания поверхности гладкими катками. Норма высева компонентов травосмеси составила: эспарцет – 10 кг/га, пырей – 15 кг/га, кострец – 15 кг/га. Непосредственно перед посевом была проведена подготовка семян к посеву, т.е. их смешивание в необходимых количествах.

Для посева использовались районированные для данной зоны сорта. Посев осуществлялся зернотравяной сеялкой. Глубина заделки семян составила 3-4 см.

Последовательность и сроки выполнения агротехнических операций при залужении поверхности второй отработанной секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС представлены в табл. 1.

Таблица 1

Агротехника травосмеси эспарцет + пырей + кострец в условиях второй отработанной секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС

Приемы агротехники	Сроки проведения работ, дек./мес.	Глубина обработки, см	Марка с.-х. машин
1. Выравнивание поверхности рекультивационного слоя	1/04	Поверхностно в двух направлениях вдоль и поперек поверхности	ДТ-75М, П-2,3А
2. Внесение минеральных удобрений	1/04	Поверхностно $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д.в.	1-РМГ-4
3. Прикатывание до посева	1/04	Поверхностно	МТЗ-80, ЗККШ-6, СП-16
4. Подготовка травосмеси (смешивание семян многолетних трав)	1-2/04		
5. Посев травосмеси	1-2/04	Глубина заделки семян 3-4 см	ДТ-75 М, СЗТ-3,6
6. Прикатывание после посева	1-2/04	Поверхностно	ДТ-75 М, ЗККШ-6, СП-16
7. Внесение минеральных удобрений в виде подкормки	1/08	Поверхностно $N_{60}P_{90}K_{60}$ кг/га д.в.	РУМ-2, МТЗ-80, 1-РМГ-4, МТЗ-80

Агротехника травосмеси выполнялась в соответствии с требованиями, предъявляемыми к качеству агротехнических операций (табл. 2).

Таблица 2

Требования к качеству технологических операций при возделывании многолетней травосмеси в условиях золоотвала

Агроприем, технологическая операция	Основной показатель	Требования и допуски
Планировка поверхности рекультивационного слоя	Выравнивание поверхности рекультивационного слоя. Перекрытие смежных проходов. Огрехи и пропуски. Микропонижения.	В двух направлениях вдоль и поперек или по диагонали. 15-20 см. Не допускаются. ±3-5 см.
Внесение минеральных удобрений	Срок внесения. Неравномерность внесения по ширине захвата для пневмоцентробежного разбрасывателя. Перекрытие проходов для 1-РМГ-4.	Перед посевом в виде подкормки. Не более 15 %. 1-1,5 м. 4-5 м.
Прикатывание	Плотность рекультивационного слоя. Гребнистость поверхности рекультивационного слоя. Наличие огрехов. Сроки проведения.	Чрезмерное уплотнение катками и распыление комков не допускается. Не допускается. Не допускается. До и после посева.
Посев	Продолжительность. Наличие незаделанных семян. Отклонения от заданной ширины междурядий. Повреждение семян высевающим аппаратом. Отклонение от заданной глубины заделки семян. Отклонение от заданной нормы высева. Неравномерность высева семян отдельными высевающими аппаратами.	Не более 10 дней. Не допускается. Не более ±2 см. Не более 1 %. Не должно превышать ±0,5-1 см. ±3 %. Не более 1 %.

В последующие годы в период вегетации травосмеси проводились уходные работы, поскольку травосмесь эспарцет + пырей + коострец является многолетней и имеет продолжительность произрастания 6 и более лет. Ранней весной выполнялось боронование посевов травосмеси с целью удаления растительных остатков и рыхления верхнего слоя. При появлении в посевах многолетних корнеотпрысковых сорняков проводили скашивание травостоя, не допуская осеменения растений сорной растительности. В начале вегетации ежегодно проводили подкормку азотными удобрениями расчетной дозой N_{90} кг/га д.в., а в конце – вносились в виде подкормки фосфорные удобрения дозой P_{90} кг/га д.в.

Исследования, выполненные на второй отработанной секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС, не являются окончательными и в дальнейшем будут продолжены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» за 2003 год [Электронный ресурс]. – Электрон. журнал. – Режим доступа к журн.: http://www.mnr.gov.ru/files/part/3279_4.doc.

2. Цыльковский, Ю.К. Экологические и экономические аспекты утилизации золошлаков ТЭС [Электронный ресурс]. – Электрон. журнал. – Режим доступа к журн.: <http://www.courier.com.ru>.

3. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале / А.К. Махнев [и др.]. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 356 с.

4. Гурина, И.В. Исследования по проблеме биологической рекультивации урбанизированных территорий / И.В. Гурина, А.И. Щиренко: материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации национальных проектов». – Часть I. – М.: МГУП, 2008. – С. 88-93.

5. Гурина, И.В. Результаты агротехнического обследования второй отработанной секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС / И.В. Гурина, А.И. Щиренко // Мелиорация и водное хозяйство: материалы Всерос. науч.-практ. конф. 25-26 сентября 2008 г., г. Новочеркасск. – Вып. 6. – Новочеркасск: Лик, 2008. – С. 256-258.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РИСОВОДСТВА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.С. Миронченко
ФГНУ «РосНИИПМ»

Рис – одна из важнейших теплолюбивых сельскохозяйственных культур. Каждый год в мире производится около четырехсот миллионов тонн риса. Для половины всего человечества он продукт питания № 1. В азиатских странах рис является основным продуктом питания, со средним потреблением 150 кг в год, европейцы потребляют менее 2-х кг риса, а россиянин чуть больше 5 кг. Годовой объем потребления риса в России оценивается в 650-700 тысяч тонн крупы риса. В настоящее время отечественный рис более качественный и экологически чистый, чем зарубежный. Этому способствуют климатические условия и технологии возделывания с меньшим использованием химикатов. В настоящее время в РФ рис возделывается в Краснодарском, Приморском краях, в республиках Адыгея, Дагестан, Калмыкия, Чечня, Астраханской и Ростовской областях. В 2008 году площадь, занятая рисом в России, составила 162,1 тысяч га, в том числе в Краснодарском крае 118,4 тыс. га. В России рис стали выращивать в середине XVIII века на небольших участках в плавнях Кубани. С 1929 года площади риса стали расширяться в связи с освоением приазовских плавней. Одновременно стали сеять рис и на Дальнем Востоке. В 50-е годы были построены инженерные рисовые системы в Краснодарском крае, Ростовской и Астраханской областях, Калмыкии, Дагестане и др. Попытки возделывания риса на Дону, по данным Е.Б. Величко и К.П. Шумаковой, были предприняты еще в 20-е годы Г.А. Витте на Персиановской опытной станции. Научным учреждениям Дона на опытных делянках удавалось получать по 3,33-5,55 т/га. Производственные посевы риса на Дону появились в 1934 году, к 1936 году рис возделывался в ряде колхозов: «Новый путь» Тарасовского района, «Красный партизан», «Заветы Ленина» Чернышевского района и др. Площади посева этой культуры не превышали 0,35-0,5 га. В 1939 году посевы риса занимали в Ростовской области 280 га, урожайность в среднем составляла 3 т/га. В 1940 году площади

посевов риса достигали 390 га. Возделывались в это время привозные сорта риса Хоккайдо, Золотые всходы, Дунган шалы. В первые послевоенные годы площади под рисом на Дону увеличиваются со 100 га в 1949 году до 705 га в 1953 году, 924 га в 1954 году и 4867 га в 1956 году. При этом использовались сорта местной селекции Белый и Бурый Скомс с периодическим режимом орошения. Ввиду трудоемкости и низких урожаев, хозяйства впоследствии отказались от этого способа выращивания риса [1].

Дальнейшее развитие рисосеяния на Дону получило после строительства Веселовского и Цимлянского водохранилищ, Донского магистрального, Азовского и Веселовского оросительных каналов. Посевная площадь составила в 1956 г. 4915 га, а урожайность – 2,27 т/га.

В конце 50-х и в первой половине 60-х годов основными районами рисосеяния в Ростовской области стали Мартыновский, Семикакорский, Пролетарский, Багаевский и частично Неклиновский и Матвеево-Курганский.

С 1957 года приступили к строительству Пролетарского рисового массива, где и находятся основные посевы риса в Ростовской области. Переход от примитивного возделывания риса к посевам затоплением, на инженерных рисовых системах, привел к быстрому росту посевных площадей. С 1966 г. площади посева в области возрастали и к 1980 году составили более 25 тыс. га [2].

Однако в последние годы урожайность риса по области очень низкая. Дальнейшее увеличение валовых сборов зерна риса в этом регионе будет осуществляться за счет совершенствования технологии возделывания, улучшения мелиоративного состояния инженерных систем и внедрения в производство новых высокоурожайных, скороспелых и среднеспелых сортов.

С 1985 года внедрены в производство среднеспелые, устойчивые к полеганию сорта риса Буденовский и Привольный. С 1993 года в Ростовской области районирован среднеспелый, урожайный, устойчивый к пирикулярриозу сорт Раздольный, также в 1993 году районирован в Ростовской области скороспелый сорт Контакт.

С 1995-2000 гг. использовался сорт Златый. С 2001 года внесен в реестр селекционных достижений, допущен к использованию по Северо-Кавказкому региону скороспелый сорт низкого типа с отлич-

ным качеством крупы Вираж, а с 2002 года – высокопродуктивный сорт Боярин.

Рисовые системы Ростовской области находятся севернее Краснодарского края, и климатические условия здесь менее благоприятны, чем на Кубани. В регионе имеется 44 тыс. га рисовых оросительных инженерных систем, из которых в настоящее время 12-13 тыс. га занято рисом. Основные площади посевов риса здесь размещаются, как и в других регионах, на комплексных, малопригодных для других культур землях.

Вследствие сокращения посевных площадей и урожайности риса, в Ростовской области за последние 10 лет валовой сбор риса уменьшился в 2,7 раза. Основными факторами снижения продуктивности риса В.П. Алпатьев (2001) считает резкое уменьшение применения средств химизации, несвоевременное проведение сортосмены и сортообновления, минимизацию затрат на агротехнические мероприятия. Выполнение этих задач существенно повысит урожайность и эффективность рисосеяния в Ростовской области.

По данным Минсельхозпрода Ростовской области, в 2009 году валовой сбор риса составит 56 тысяч тонн, что на 18 % выше прошлогодних показателей (47,7 тысяч тонн). Средняя урожайность выросла на 19 % (с 37,3 до 44,3 ц/га). Рост урожайности обеспечивается за счет совершенствования агротехнологий выращивания риса, в частности, жесткого соблюдения режима орошения. Отсюда следует: чтобы получать высокие урожаи риса, нужно проводить своевременные работы для улучшения роста и развития культуры – это обработка почвы по срокам выполнения, выбор сорта и подготовка семян к севу, внесение удобрений, проведение подкормок, поддержание выбранного водного режима, уход за растениями, борьба с сорной растительностью и вредителями. Таким образом, в Ростовской области имеется 44 тыс. га рисовых оросительных систем, на которых высевается 12-13 тыс. га риса при проектной площади 22-23 тыс. га, т.е. недосев составляет 10-11,0 тыс. га. Необходимо проведение ремонта и реконструкции рисовых оросительных систем и доведение посевов до 22-23 тыс. га риса и урожайности до 45-50 ц/га [3].

Возможность эффективного развития рисоводческой отрасли Российской Федерации с учетом ориентации на внутренний и внешний рынок обусловлена наличием следующих преимуществ:

- построенных рисовых оросительных систем инженерного типа;
- достаточных запасов водных ресурсов;
- благоприятных почвенно-климатических условий для выращивания в рисовом севообороте широкого сортимента сортов риса и сопутствующих культур;
- обеспеченностью рисосеющих регионов квалифицированными трудовыми ресурсами;
- эффективно действующими научно-исследовательскими учреждениями и организациями научного обслуживания, способными обеспечить ускоренное развитие рисоводческого комплекса России;
- развитой химической и микробиологической промышленностью по производству минеральных удобрений, препаратов комплексного действия;
- возможностью использования широкого спектра пестицидов для полной защиты посевов риса от болезней, вредителей и сорняков;
- достаточным количеством мощностей для приема, хранения и переработки зерна риса в крупу.

Как показывают расчеты ученых и специалистов рисоводческой отрасли, к 2010 году научно обоснованное увеличение в Российской Федерации площади посева риса до 205 тысяч га и средней урожайности в зачетном весе в пределах 40-45 ц/га позволит ежегодно получать в среднем более 900 тысяч тонн крупы риса.

Таким образом, рисосеющие хозяйства России, начиная с 2010 года, могут реально решить проблему полного обеспечения внутренней потребности страны в высококачественной крупе риса собственного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костылев, П.И. Северный рис (генетика, селекция, технология) / П.И. Костылев, А.А. Парфенюк, В.И. Степовой. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2004. – 576 с.
2. Джулай, А.П. Рис на Дону / А.П. Джулай. – М.: Колос, 1965. – 242 с.
3. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области. – [http:// www. Don-Agro.ru](http://www.Don-Agro.ru), 2009.

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗВЕНЬЕВ
ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА СТЕПНОЙ ЗОНЫ
НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ¹**

Н.А. Рябцева

Донской государственной аграрный университет

Проблема повышения урожайности и качества сельскохозяйственной продукции в степной зоне недостаточного увлажнения была и остается актуальной. При выращивании сельскохозяйственных культур важно адаптировать и оптимизировать условия в звеньях севооборота.

Исследованиями, проведенными на опытном поле ДонГАУ и в Родионово-Несветайском районе Ростовской области, установлено, что на продуктивность сельскохозяйственных культур влияют такие факторы, как влажность почвы, засоренность почвы и посевов, наличие болезней и вредителей, обработка почвы, сроки сева, глубина заделки семян в почву, наличие корневых и стерневых растительных остатков и др. Эти факторы могут регулироваться полностью или частично под воздействием человека.

Анализ результатов исследований за 2003-2008 гг. показал, что при размещении в севообороте озимой пшеницы по пару средняя урожайность зерна составляла 52,7 ц/га, устойчивость озимой пшеницы против болезней и вредителей была очевидной. В звене пар – озимая пшеница – озимая пшеница в осенний период, а также в зимние оттепели и весенний период, густота стояния культуры резко снижалась из-за уничтожения растений хлебной жужелицей, к уборке, в отдельные годы густота озимой пшеницы снижалась до 50 шт./м², продуктивность таких посевов снижалась в 3-5 раз. В зависимости от способов обработки почвы продуктивность озимой пшеницы в годы исследований была различной. После поверхностной обработки почвы на глубину 12-14 см продуктивность снижалась в засушливые и повышалась в увлажненные годы. Озимая пшеница, посеянная на фоне отвальной обработки на глубину 22-24 см, в годы опытов меньше подвергалась влиянию колебания внешних факторов, её продуктив-

¹ – Издается в авторской редакции.

ность повышалась в сравнении с поверхностной обработкой, и особенно в засушливый вегетационный период.

Культура ярового ячменя более пластична, особенно в увлажненные годы [1]. При снижении запасов продуктивной почвенной влаги в период вегетации пластичность снижалась незначительно, а затем резко особенно в звеньях севооборота озимая пшеница – ячмень – ячмень, кукуруза на зерно – яровая пшеница – ячмень. Высокая продуктивность ячменя отмечалась в звеньях кукуруза на силос – озимая пшеница – ячмень, злакобобовая смесь – ячмень, горох – ячмень, пар – озимая пшеница – ячмень на фоне отвальной обработки почвы, увеличение продуктивности в среднем на 20-40 %. Безотвальная обработка почвы снижала накопление влаги в метровом слое почвы на 30-50 мм, по сравнению с отвальной, и увеличивала как потенциальную засоренность почвы до 146,2 тыс. шт./м², так и посевов в 2-5 раз. Однако безотвальная обработка почвы способствовала снижению ветровой и водной эрозии благодаря стерневым и послеуборочным остаткам, оставляемым на поверхности почвы, снижала испарение и замедляла минерализацию гумуса. Установлено, что плотность сложения пахотного слоя почвы была оптимальной для возделывания ячменя (1,04-1,24 г/см³), независимо от способа основной обработки почвы, а основная часть почвенных агрегатов была представлена агрономически ценными (75-80 %). Наибольшая численность вредителей (пьявица, клоп-черепашка, личинки хрущей и др.) и поражение болезнями растений ячменя (корневые гнили, ржавчины, мучнистая роса и др.) наблюдались на фоне безотвальной обработки почвы по зерновым предшественникам, где адаптация ячменя была низкой. Такие культуры, как горох, кукуруза, подсолнечник снимали напряженность фитосанитарного состояния в севообороте.

Введение в севооборот многолетних бобовых культур (люцерна, эспарцет) способствовали снижению экологической напряженности в севообороте, пополнению органического вещества в почве, оструктурированию почвы, а также повышали эрозионную устойчивость почвы [2]. Выявлено, что такие культуры, как многолетние травы, озимая пшеница, злакобобовая смесь наиболее активно участвуют в процессе воспроизводства органического вещества в почве. Больше всего пожнивно-корневых остатков в слое почвы 0-30 см оставляют после себя многолетние травы (люцерна) – 105 ц/га, 90 % их составляют корне-

вые остатки. Среди зерновых культур первое место по количеству оставляемой в почве биомассы занимает озимая пшеница по пару – 54,5 ц/га, яровой ячмень – 45,1 ц/га. Большое количество органики поступает за счет стеблей, корзинок, поверхностных остатков, а также корней у подсолнечника – 68,5 ц/га. Наименьшее количество органических остатков поступает у гороха – 23,1 ц/га и проса – 26,0 ц/га, это связано с величиной биомассы побочной продукции, а также пожнивных и корневых остатков. Положительный баланс гумуса почвы отмечался в севооборотных звеньях с участием таких культур, как многолетние травы, озимая пшеница, злакобобовая смесь (0,9-2,1 т/га).

Наибольшая продуктивность гороха достигается при размещении его в звеньях: озимая пшеница (по пару) – горох и кукуруза на силос – горох 23-26 ц/га на фоне отвальной обработки почвы. Плоскорезная обработка почвы, особенно в засушливые годы, способствовала изреживанию, сильному засорению посевов и снижению урожайности до 45 %.

Изучение адаптации условий выращивания показало, что для кукурузы на силос оптимальной для получения прибавки урожая является отвальная обработка почвы на 25-27 см в звеньях: горох – кукуруза на силос и озимая пшеница – кукуруза на силос, а плоскорезная обработка снижает урожайность на 30 %, а в засушливые годы до 55 %.

Для подсолнечника нежелательна поверхностная и мелкая обработка почвы [3]. При размещении подсолнечника сорта «Донской-60» в различных севооборотных звеньях после поверхностной обработки почвы на 12-14 см отставание в росте и развитии начиналось уже в фазу 6-7 настоящих листьев. Отвальная обработка почвы на глубину 25-27 см способствовала получению высоких урожаев, особенно в увлажненные годы, в таких звеньях, как пар – озимая пшеница – подсолнечник, кукуруза на силос – озимая пшеница – подсолнечник, горох – озимая пшеница – подсолнечник, злакобобовая смесь – озимая пшеница – подсолнечник, кукуруза на силос – яровая пшеница – подсолнечник от 25,5 до 33,7 ц/га.

Экономическая оценка севооборотных звеньев показала, что рентабельность производства увеличивается при использовании безотвальной обработки почвы и размещении сельскохозяйственных культур в звеньях севооборота: пар чистый – озимая пшеница, горох –

озимая пшеница, озимая пшеница – горох – ячмень, чистый пар – озимая пшеница – ячмень, горох – кукуруза, злакобобовая смесь – кукуруза, озимая пшеница – кукуруза, кукуруза на силос – подсолнечник, озимая пшеница – подсолнечник.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веретельников, В.П. Основная обработка почвы под ячмень / В.П. Веретельников, В. Рядовой, Н. Ряженко // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 21.

2. Ананко, И.В. Продуктивность и кормовая ценность люцерны под покровом ячменя в зависимости от обработки почвы и уровня минерального питания на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 – Растениеводство / И.В. Ананко. – Краснодар, 2003. – 22 с.

3. Божко, Е.П. Агрэкологическая оценка основной обработки почвы под культуры севооборотов на обыкновенном черноземе Западного Предкавказья. Рациональное природопользование и с.-х. производство в Южных регионах РФ / Е.П. Божко, С.И. Бершадская, И.Б. Молчанов. – М., 2003. – С. 88-92.

УДК 635:635.21:631.67

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР И КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

В.А. Кулыгин

ФГНУ «РосНИИПМ»

Одним из основных факторов, влияющих на урожайность овощных культур и картофеля в засушливых условиях Юга России, является оптимизация водного режима почвы, что обусловлено дефицитом почвенной влаги в критические периоды вегетации растений. Однако орошение названных культур в зоне недостаточного увлажнения связано с применением высоких оросительных норм – 2500-6000 м³/га, и при возрастающем дефиците водных ресурсов актуальное значение приобретает рациональное использование поливной воды.

Но решение данной проблемы затрудняет, в частности, тяжелый механический состав почв, слагающий большинство орошаемых площадей Юга России. Установлено, что при дождевании черноземов на уплотненных почвах эффективно используется только 55-60 % поливной воды, а остальная влага расходуется на сток и испарение [1]. Данные ряда исследований показывают, что с повышением плотности почвы на $0,1 \text{ г/см}^3$ эффективность плодородия понижается на 10-15 %, а при повышении этого показателя на $0,2 \text{ г/см}^3$ эффективность плодородия уменьшается до 50 %. Рост плотности почвы с $1,1$ до $1,35 \text{ г/см}^3$ затрудняет ее водопроницаемость в 6-8 раз [2, 3]. Оптимальной плотностью почвы при выращивании картофеля и овощных культур является $1,0-1,2 \text{ г/см}^3$. В то же время на орошаемых землях Юга России этот показатель нередко достигает $1,3-1,4 \text{ г/см}^3$ и более. Все это оказывает негативное воздействие на условия вегетации культур, снижает эффективность орошения, отрицательно воздействует на показатели урожайности.

В связи с вышесказанным, целью исследований, проведенных в Багаевском, Весёловском и Аксайском районах Ростовской области и на Кизлярской ОМС, являлось, в частности, выявление перспективных приемов при выращивании картофеля и овощных культур (капуста, томаты) в открытом грунте, направленных на устранение указанных негативных факторов и способствующих повышению эффективности использования оросительной воды. Изучалось *щелевание* при возделывании картофеля и капусты, *плантажная вспашка* под посевы томатов, *фрезерование* и *глубокое безотвальное рыхление* на посадках картофеля.

Почвы опытных участков представлены обыкновенными карбонатно-мицеллярными, тяжелосуглинистыми черноземами. В пахотном слое (0-30 см) содержалось: гумуса 3,03-3,34 %, легкогидролизуемого азота 3,66-5,76, подвижных форм фосфора 1,7-2,3 и калия 41-53 мг на 100 г почвы, что указывает на низкую обеспеченность азотом и фосфором и высокую калием в отношении овощных культур. Уровень грунтовых вод был в пределах 4-6 м, минерализация их не выше 3,8 г/л, соли преимущественно гидрокарбонатносульфатнокальциевого типа. В корнеобитаемом слое почвы (0-60 см) максимальная гигроскопичность – 11,0-11,6 %, наименьшая влагоемкость – 27,4-28,3 %, объемная масса почвы $1,29-1,35 \text{ г/см}^3$.

Проведенные трехгодичные исследования в с-зе «Ёлкинский» Багаевского района Ростовской области показали, что *щелевание* способствует: увеличению скорости впитывания дождевых и оросительных вод в 2,0-2,5 и 3,5-4,0 раза, равномерному увлажнению поля, устранению возможности образования корки. Проведение данного приема в фазе бутонизации – начала цветения картофеля на 0,25-0,30 м способствовало получению прибавки урожайности культуры на 24-27 %, а на летних посадках более чем на 30 % по сравнению с традиционной технологией. Однако в связи с краткой продолжительностью периода бутонизации – начала цветения картофеля (11-14 суток) производственное проведение данного приема в указанную фазу вызывало определенные затруднения.

Поэтому двухгодичные исследования, проведенные в АО ЗТ «Нива» Веселовского района Ростовской области, преследовали цель установить влияние разных сроков и глубин щелевания на продуктивность картофеля. При этом на вариантах опыта предполивной порог влажности почвы поддерживался на уровне 80 % НВ в слое 0,6 м в течение всего период вегетации (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние сроков щелевания на урожайность картофеля,
(данные двухгодичных исследований)**

Вариант	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность		Коэффициент водопотребления, т/м ³
		т/га	%	
1. Щелевание на 0,35-0,40 м (полные всходы)	5640	28,3	134,1	199
2. Щелевание на 0,30-0,35м (до бутонизации)	5680	26,7	126,5	213
3. Щелевание на 0,25-0,30 м (бутонизация – начало цветения)	5660	27,4	129,9	206
4. Контроль (без щелевания)	5590	21,1	100,0	265

$$НСР_{0,5} = 12,5-15,7 \text{ ц/га}; m = 3,7-4,3 \%$$

Как видно из приведенных данных, этот прием способствовал повышению урожайности клубней в пределах 5,6-7,2 т/га (27-34 %) по сравнению с обычной технологией. Хотя оросительная норма на всех вариантах была одинакова, щелевание значительно повышало продуктивность использования оросительной воды. Так, при нарезке щелей в

период полных всходов на 0,35-0,40 м коэффициент водопотребления картофеля был на 66 т/м³ (24,9 %) меньше, чем на контроле.

Свою эффективность данный прием показал и при выращивании капусты, что показали двухгодичные исследования в с-зе «Ёлкинский». Орошение капусты на вариантах опыта осуществлялось по схеме 80-80-80 % НВ. Щелевание проводилось на 0,20-0,25 м в период начала завязывания кочана. При этом учитывалось, что если на начальной стадии роста, когда вегетативная масса растений невелика, корневая система капусты, проникая в слои почвы со сравнительно устойчивыми запасами влаги, способна удовлетворить потребность культуры в воде даже при неблагоприятных условиях, то в критическую фазу вегетации необходимо стимулирующее воздействие на развитие корневой системы.

Нарезка щелей стимулировала увеличение корневой системы капусты на 27,7 % по сравнению с контролем, что нашло отражение в показателях урожайности (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние щелевания почвы на урожайность капусты,
(данные двухгодичных исследований)**

Вариант	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожай, т/га	Прибавка в		Коэффициент водопотребления, м ³ /т
			т/га	%	
1. Щелевание 0,20 м	6152	42,8	6,1	14,2	144
2. Контроль	6130	28,9	-	-	212

НСР_{0,5} = 14,7-18,5 ц/га; m = 2,6-3,7 %

Таким образом, щелевание в период завязывания кочана способствовало повышению урожайности капусты на 14,2 % и повышению эффективности использования оросительной воды (снижение коэффициента водопотребления на 32,1 %) по сравнению с контролем.

Другим перспективным приемом разуплотнения почв является *фрезерование*. Изучение влияния разных вариантов фрезерных обработок почвы на условия выращивания и продуктивность картофеля в течение трех лет проводилось в АО ЗТ «Нива». Режим орошения на вариантах опыта поддерживался на уровне 80 % НВ в слое 0,6 м в течение всего периода вегетации.

Проведение разных вариантов фрезерных обработок при выращивании картофеля давало возможность: приблизить плотность почвы в пахотном горизонте к оптимальным параметрам – 0,95-1,08 г/см³ (что при слаборазвитой корневой системе данной культуры особо важно), снизить засоренность посадок более чем в два раза, улучшить водопроницаемость, создать глубинные запасы влаги, что отразилось на урожайности (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние способов подготовки почвы
на урожайность и водопотребление картофеля**

Вариант	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность		Коэффициент водопотребления, т/м ³
		т/га	%	
1. Два окучивания растений в период всходов и до бутонизации (контроль)	5610	22,5	100,0	249
2. Одно окучивание растений в период всходов + окучивание фрезерными гребнеобразователями при достижении высоты растений 10-12 см	5590	26,0	115,5	215
3. Окучивание растений фрезерными гребнеобразователями в период всходов и достижения растениями высоты 10-12 см	5600	27,5	122,2	204
4. Окучивание растений фрезерными гребнеобразователями в период всходов и достижения растениями высоты 10-12 см с предварительным рыхлением междурядий долотообразными лапами	5580	31,5	140,0	177

$$НСР_{0,5} = 10,1-14,3 \text{ ц/га; } m = 2,1-4,0 \%$$

Как видно из приведенных показателей, на вариантах с фрезерованием урожайность была выше на 3,5-9,0 т/га (15,5-40,0 %) по сравнению с контролем. Таким образом, фрезерование способствовало значительному повышению эффективности использования оросительной воды. На фоне одинакового режима коэффициенты водопотребления картофеля при разных вариантах фрезерных обработок снизились на 27-72 т/м³, или на 10,8-28,9 % по сравнению с обычной технологией.

Существенное влияние на урожай овощных культур, в частности томатов, оказывает *основная обработка почвы*. При орошении значение этого агроприема возрастает, так как обильные поливы спо-

способствуют уплотнению почвы, вымыванию части легкорастворимых, питательных веществ из верхних горизонтов почвы, усиленному росту сорных растений, и в связи с этим потреблению дополнительных материальных ресурсов для их уничтожения. Большое значение имеет глубина основной обработки почвы.

Большинство овощей дает наивысший урожай при глубине основной обработки почвы на 27-30 см, однако некоторые отзывчивы и на большую глубину. Для выяснения влияния глубины обработки почвы при выращивании томатов в открытом грунте на засоренность, урожай и эффективность использования оросительной воды, на Кизлярской ОМС ОПХ проводились двухгодичные опыты. Режим орошения культуры осуществлялся по схеме 70-80-70 % НВ. Изучались три глубины обработки: 1. Вспашка на 0,25-0,27 м (контроль); 2. Вспашка на 0,27-0,30 м; 3. Плантажная вспашка на 0,5-0,6 м.

Результаты исследований показали, что при *плантажной вспашке* семена сорняков попадали на большую глубину, вследствие чего происходило резкое снижение (в 4 раза) засоренности посевов по сравнению с контролем. Кроме того, глубокая вспашка стимулировала рост корневой системы томата, которая, имея явно выраженный стержневой вид, проникала в глубинные слои, хорошо ветвилась и имела массу на 17 % больше, чем на контрольном варианте. Эти отличия в условиях вегетации растений нашли отражение в показателях урожайности (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние разных глубин основной обработки почвы
на продуктивность томатов**

Вариант	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожай, т/га	Прибавка в		Коэффициент водопотребления, м ³ /т
			т/га	%	
1. Вспашка на 0,25-0,27 м (контроль)	5775	41,4	-	-	139,5
2. Вспашка на 0,27-0,30 м	5740	43,3	1,9	4,6	132,6
3. Плантажная вспашка на 50-60 см	5795	51,5	10,1	24,4	112,5

$$НСР_{0,5} = 16,1-18,7 \text{ ц/га}; m = 2,9-3,7 \%$$

Как видно из приведенных данных, урожайность томатов при плантаже была на 10,1 т/га (24,4 %) выше по сравнению с вспашкой

на 0,25-0,27 м. Здесь же отмечено и резкое повышение эффективности использования оросительной воды – наименьший коэффициент водопотребления – 112,5 м³/т. Снижение данного коэффициента, по сравнению с контролем, составило 19,6 %. При этом оросительная норма на всех вариантах была идентичной.

Трехлетние исследования, проведенные на РООМСе, выявили положительное влияние *глубокого безотвального рыхления* на 0,5 м на условия вегетации и продуктивность картофеля. Режим орошения при этом поддерживался на уровне 80 % НВ. Данный прием способствовал: снижению объемной массы в слое 0,5 м на 9-11 % по сравнению с участками без рыхления, увеличению общей порозности в подпахотном слое на 9 %, повышению температуры почвы в ранневесенний период на 0,9-1,4°. Все это способствовало получению прибавки урожая клубней в первый год после проведения данного приема в пределах 10 %, повышало продуктивность использования оросительной воды на 8 %.

Таким образом, проведение щелевания при возделывании картофеля способствовало повышению урожайности на 27-34 % по сравнению с традиционной технологией. Применение данного приема при выращивании капусты дало аналогичную прибавку 14,2 %. Фрезерные обработки при выращивании картофеля увеличивали урожайность клубней на 15-40 % по сравнению с традиционной технологией. Плантажная вспашка под посеvy томата давала возможность повысить урожайность плодов на 24,4 %, а глубокое безотвальное рыхление увеличивало урожайность картофеля на 10 % по сравнению с контролем. При этом во всех случаях при одинаковых оросительных нормах коэффициенты водопотребления картофеля, капусты и томатов снижались на 10,8-32,1 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебединский, И.В. Рекомендуем щелевание междурядий / И.В. Лебединский // Картофель и овощи. – 1992. – № 3. – С. 9-10.
2. Сискевич, А. Обработка почвы под картофель в Черноземной зоне: тр. НИИСХ / А. Сискевич. – М., 1968. – Вып. 5.
3. Варивода, В.И. Плотность почвы и урожай / В.И. Варивода // Картофель и овощи. – 1964. – № 4. – С. 22-23.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ДОЗЫ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ГОРОХО-ЗЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ

А.И. Пономарева
ФГНУ «РосНИИПМ»

При орошении важным фактором получения высокой урожайности сельскохозяйственных культур является создание оптимального пищевого режима. Научно-исследовательские и производственные данные указывают на то, что невозможно получить полную отдачу от орошения без соответствующего уровня применения минеральных удобрений.

При выращивании горохо-злаковых смесей летнего срока посева применение минеральных удобрений широко исследовалось учеными ДЗНИИСХ, ЮжНИИГиМ, СтавНИИГиМ, НИМИ и др. (П.Д. Шевченко, А.С. Михайлиным и др.). На черноземных почвах Ростовской области рекомендуемые дозы удобрений под пожнивные смеси гороха с подсолнечником, редькой масличной, яровым рапсом, овсом, ячменем находились в интервале $N_{45}P_{60} - N_{140}P_{150}K_{60}$ в зависимости от таких факторов, как предшественник, режим орошения, уровень агрофона. Однако на сегодняшний день не изучено влияние удобрений на продуктивность смеси гороха с яровой тритикале – перспективным пшенично-ржаным гибридом зернокармального направления.

В связи с этим были заложены полевые опыты для определения влияния доз минеральных удобрений на продуктивность горохо-тритикалевой смеси в повторном посеве. Схема опытов: вариант 1 – $N_{130}P_{75}K_{75}$ (контроль); вариант 2 – увеличенная на 20 % – $N_{156}P_{90}K_{90}$; вариант 3 – сниженная на 20 % – $N_{104}P_{60}K_{60}$; вариант 4 – сниженная на 40 % – $N_{78}P_{45}K_{45}$; вариант 5 – без удобрений.

Доза минеральных удобрений на контроле рассчитывалась на планируемый урожай 40 т/га по балансовому методу (И.С. Шатилова, М.К. Каюмова).

Полевые опыты закладывались в 2007-2008 гг. в ООО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области. Почвенный покров района исследований представлен черноземами обыкновенными. В пахотном слое почвы содержится 10,95 мг/кг азота, 32,66 мг/кг фосфора и 266,6 мг/кг калия. Гумус находится в количестве 4,86 %.

Реакция почвенного раствора близка к нейтральной. Опыты проводились на фоне орошения при поддержании влажности расчетного слоя не ниже 80 % НВ.

Внесение удобрений оказывало влияние на рост, развитие и продуктивность горохо-злаковых смесей в повторном посеве. На варианте без удобрений наблюдалось более сильное угнетение растений вредителями, темпы и величины линейного роста и прироста зеленой массы были сниженными. Все это в конечном итоге оказало влияние на урожайность зеленой массы (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность горохо-злаковых смесей в зависимости от доз удобрений, ООО «Аксайская Нива», 2007-2008 гг. («Ростовский мелкосемянный» + «Ярило»)

Вариант	Урожайность, т/га			Отклонение от контроля		Прибавка от удобрений	
	2007 г.	2008 г.	Средн.	т/га	%	т/га	%
1. N ₁₃₀ P ₇₅ K ₇₅ (К)	43,84	48,01	45,93	–	–	16,71	57,2
2. (+20 %) N ₁₅₆ P ₉₀ K ₉₀	44,48	48,56	46,52	0,59	1,3	17,31	59,3
3. (-20 %) N ₁₀₄ P ₆₀ K ₆₀	42,05	45,21	43,63	-2,30	-5,0	14,42	49,4
4. (-40 %) N ₇₈ P ₄₅ K ₄₅	34,12	36,87	35,50	-10,43	-22,7	6,28	21,5
5. Без удобрений	27,85	30,58	29,22	-16,71	-36,4	–	–
Точность опыта 3,02 % НСР _{0,95} 0,47 т/га							

На контрольном варианте получена урожайность 43,84-48,01 т/га с прибавкой от внесения удобрений 57,0-57,4 %. Увеличение дозы удобрений на 20 % на варианте 2 привело к незначительному повышению урожайности – всего на 1,1-1,5 %. При снижении дозы на 20 и 40 % продуктивность кормосмеси уменьшилась соответственно на 4,1-5,8 и 22,2-23,2 %.

Анализ величин прибавок урожайности (табл. 2) позволил установить зависимость абсолютной прибавки урожая зеленой массы от доз вносимых удобрений, выраженных в долях от дозы на контрольном варианте (рис. 1).

Величина прироста урожайности в зависимости от дозы удобрений может быть определена по уравнению на рис. 1, но на практике такую зависимость использовать трудно. Для устранения этого недостатка и исключения действия на урожайность посторонних факторов была сделана попытка адаптировать методику Г.А. Сенчукова, ис-

пользуемую для определения действия уровня водообеспеченности на величину относительной прибавки урожая [1].

Таблица 2

**Прибавки урожая и дополнительная продукция
в зависимости от доз минеральных удобрений,
ООО «Аксайская Нива», 2007-2008 гг.**

Вариант	Абс. прибавка ур-ти, т/га	Показатель урожайности	Дополнит. продукция на кажд. кг/га д.в., кг/га	Доза уд. в долях от (К)	Суммарная доза удобрений, кг/га д.в.
2007 г.					
1. N ₁₃₀ P ₇₅ K ₇₅ (К)	15,99	1,00	57,11	1	280
2. (+20 %) N ₁₅₆ P ₉₀ K ₉₀	16,63	1,04	49,49	1,2	336
3. (-20 %) N ₁₀₄ P ₆₀ K ₆₀	14,20	0,89	63,39	0,8	224
4. (-40 %) N ₇₈ P ₄₅ K ₄₅	6,27	0,39	37,32	0,6	168
2008 г.					
1. N ₁₃₀ P ₇₅ K ₇₅ (К)	17,43	1,00	62,25	1	280
2. (+20 %) N ₁₅₆ P ₉₀ K ₉₀	17,98	1,03	53,51	1,2	336
3. (-20 %) N ₁₀₄ P ₆₀ K ₆₀	14,63	0,84	65,31	0,8	224
4. (-40 %) N ₇₈ P ₄₅ K ₄₅	6,29	0,36	37,44	0,6	168

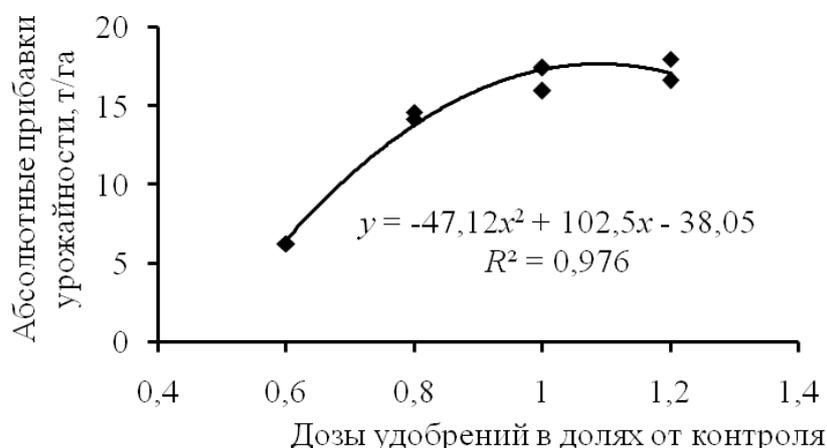


Рис. 1. Зависимость абсолютной прибавки урожая от доз минеральных удобрений, ООО «Аксайская Нива», 2007-2008 гг.

Показатель урожайности определялся при этом по выражению:

$$K_y = \frac{Y_i - Y_{\text{бy}}}{Y_{\text{к}} - Y_{\text{бy}}},$$

где K_y – коэффициент относительной прибавки урожая;

Y_i – урожайность по вариантам опыта, т/га;

$Y_{\text{бу}}$ – урожайность на варианте без удобрений, т/га;

$Y_{\text{к}}$ – урожайность на контрольном варианте, т/га.

В отличие от зависимости, полученной Г.А. Сенчуковым, имеющей вид логарифмической функции, выведенная нами взаимосвязь представлена функцией параболы (рис. 2). Эта зависимость имеет практическую значимость и позволяет планировать возможную прибавку урожайности кормосмеси от величин вносимых минеральных удобрений.



Рис. 2. Относительная прибавка урожая кормосмеси в зависимости от дозы удобрений, ООО «Акса́йская Нива», 2007-2008 гг.

На рис. 1 и 2 кривые зависимостей возрастают в интервале изменения относительной величины доз удобрений от 0,6 до 1,0, а при дальнейшем увеличении доз удобрений – убывают. Однако при анализе величин выхода дополнительной продукции с каждого кг/га д.в. минеральных удобрений наблюдается иная картина (табл. 2, рис. 3).

Кривая зависимости величин дополнительной продукции возрастает в интервале изменения суммарной дозы минеральных удобрений в пределах 168-265 кг/га д.в., и далее убывает. Исходя из этого, внесение под горохо-тритикалевую кормосмесь суммарной дозы удобрений выше 265 кг/га д.в. представляется нерациональным.

Уравнение параболы, описывающее изменение величин дополнительной продукции в зависимости от суммарной дозы удобрений (рис. 3), может использоваться при планировании получения дополнительной продукции от вносимых минеральных удобрений. При

этом суммарную дозу удобрений для получения плановых прибавок можно рассчитать по зависимости:

$$D_{уд} = -0,6932 \cdot \Delta Y^2 + 72,6975 \cdot \Delta Y - 1578,9851, R^2 = 0,9276.$$

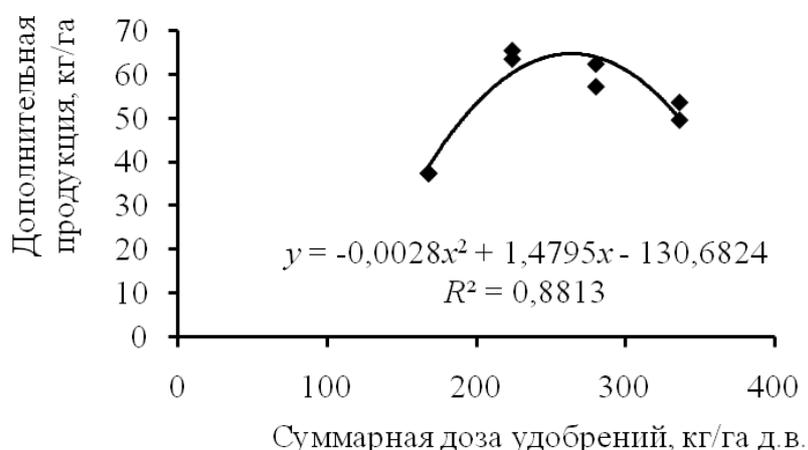


Рис. 3. Выход дополнительной продукции с каждого кг/га д.в. удобрений в зависимости от суммарной дозы минеральных удобрений

В последнее время все больше внимания уделяется вопросам сохранения и восстановления плодородия почвы. В каждой природно-климатической зоне необходимо проводить изучение условий, при которых возможно до минимума исключить непроизводительные потери питательных веществ. Поэтому попутно с исследованием влияния удобрений на продуктивность нами изучалась динамика содержания питательных веществ в почве. Приведем пример для сравнения вариантов 4 «N₇₈P₄₅K₄₅» и 5 «Без удобрений» (табл. 3).

Таблица 3

Динамика содержания питательных веществ на посевах горохо-злаковой кормосмеси, 2007-2008 гг., ООО «Аксайская Нива»

Параметр	Слой, см	2007 г.			2008 г.			2007 г.			2008 г.
		10.08	10.09	30.10	13.08	30.09	29.10	10.08	10.09	30.10	13.08
4 – (-40 %) N ₇₈ P ₄₅ K ₄₅								5 – Без удобрений			
Азот, мг/кг	0-30	16,4	9,1	2,0	33,3	8,1	5,27	16,4	35,6	7,4	5,5
	30-60	5,5	4,4	1,0	6,2	5,4	4,07	5,5	8,0	3,7	3,0
Фосфор, мг/кг	0-30	21,1	23,4	58,0	49,6	62,2	37,22	21,1	22,8	48,0	44,2
	30-60	18,4	9,5	24,5	20,6	23,0	17,2	18,4	10,5	22,0	9,5
Калий, мг/кг	0-30	152,5	437,7	350,0	432,0	350,5	357,3	152,5	401,7	325,0	380,7
	30-60	155,0	305,7	322,5	256,0	269,2	247,8	155,0	346,7	368,0	340,3
Гумус, %	0-30	4,9	4,6	5,0	4,6	4,9	4,37	4,9	4,6	4,9	4,8
	30-60	4,6	3,7	4,5	4,0	4,1	3,69	4,6	3,4	4,4	3,9

На делянках с внесением удобрений в дозе $N_{78}P_{45}K_{45}$ содержание нитратного азота в пахотном слое резко возросло сразу после посева (рис. 4), и к середине августа достигало 33,3 мг/кг. Затем резко снижалось более чем в 3,7 раз, и с середины сентября убывание шло медленными темпами.

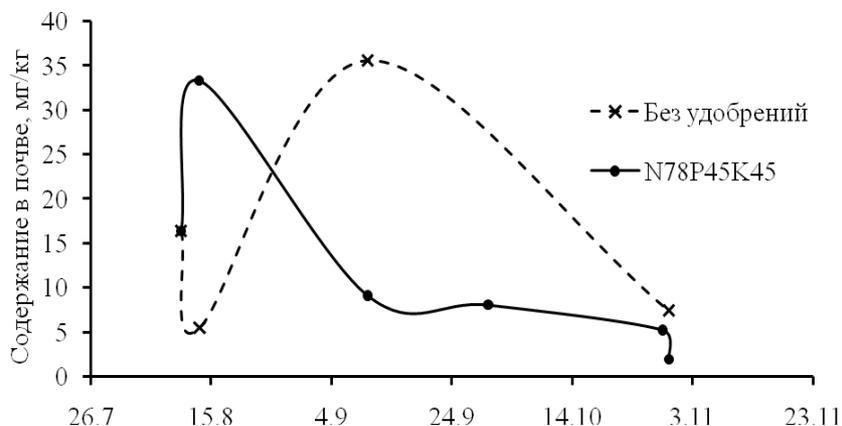


Рис. 4. Динамика содержания азота нитратного в слое 0-30 см, ООО «Аксайская Нива», 2007-2008 гг.

На делянках без удобрений наблюдалась противоположная тенденция. Сразу после начала вегетации кормосмеси содержание азота резко убывало до 5,5 мг/кг, а затем возрастало, и к середине сентября достигало 35,6 мг/кг с последующим спадом.

Как в случае применения удобрений, так и в случае выращивания без удобрений имеет место снижение содержания азота в пахотном слое со значения 16,4 мг/кг до значения 2,0 мг/кг в первом случае и 7,4 мг/кг во втором.

В динамике изменения содержания фосфора подвижного на варианте $N_{78}P_{45}K_{45}$ имелось два пика, когда содержание увеличивалось до 62,2 мг/кг. На варианте без удобрений наблюдался один пик до 44,2 мг/га. В обоих случаях содержание фосфора к концу вегетации превышало этот же показатель в начале вегетации.

По содержанию калия обменного наблюдалось меньшее варьирование по вариантам. Максимум этого макроэлемента имелся в середине сентября – 438 мг/кг на фоне удобрений и 402 мг/кг на делянках без удобрений. К концу вегетации кормосмеси содержание калия увеличилось по сравнению с началом вегетации в 2,3-2,5 раз.

Содержание гумуса на варианте $N_{78}P_{45}K_{45}$ варьировало в пределах 4,4-5,0 %, на варианте без удобрений – в пределах 4,6-4,9 %. На варианте без удобрений в конце вегетации содержание гумуса было таким же, как и в начале, а на фоне удобрений увеличилось.

Таким образом, как на делянках с применением удобрений, так и на неудобренных делянках не наблюдается снижения содержания основных питательных веществ в почве, за исключением азота нитратного, количество которого уменьшается к концу вегетации в 3-8 раз.

Выводы:

1. Внесение минеральных удобрений улучшает условия питания растений и тем самым способствует повышению урожайности горохо-тритикалевой кормосмеси.

2. Наибольшая урожайность зеленой массы получена при внесении минеральных удобрений дозой $N_{156}P_{90}K_{90}$ – 44,48-48,56 т/га с прибавкой от внесения удобрений 58,8-59,7 %.

3. Однако рациональной следует считать дозу минеральных удобрений $N_{104}P_{60}K_{60}$, дающую наибольший выход дополнительной продукции с каждого кг/га д.в. вносимых удобрений.

4. Выведенные зависимости обладают высокой достоверностью аппроксимации и могут успешно использоваться при планировании получения дополнительной продукции и при расчете доз минеральных удобрений под заданный уровень прибавки урожайности.

5. Внесение расчетной дозы минеральных удобрений при выращивании горохо-злаковых смесей позволяет сохранить уровень плодородия почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сенчуков, Г.А. Ландшафтно-экологические и организационно-хозяйственные аспекты обоснования водных мелиораций земель / Г.А. Сенчуков. – Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2001. – 275 с.

УДК 63:551.5:581.14

БИОЛОГИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНЫЕ НОРМЫ ВОДОПОТРЕБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ПОЛУЗАСУШЛИВОЙ СТЕПНОЙ ЗОНЕ¹

И.В. Ольгаренко
ФГОУ ВПО «НГМА»

Водопотребление сельскохозяйственных культур подвержено большой временной изменчивости, обусловленной биологией растений и воздействием погодных условий. Поэтому биологически опти-

¹ – Издаётся в авторской редакции.

мальные нормы водопотребности определяются как прогнозные показатели, устанавливаемые путем ретроспективного расчета водопотребления за достаточно продолжительные ряды прошедших лет и статистического анализа этих рядов с целью выявления наиболее вероятных значений их на перспективу.

В основе расчета норм водопотребности должно лежать объективное определение вероятных величин водопотребления с учетом биологии сельскохозяйственных культур, метеорологических, почвенных, гидрогеологических и других природных условий, а также применяемой и планируемой к реализации техники и технологий орошения [1, 2, 3].

Для оценки влияния изменчивости гидрометеорологических факторов и влажности почвы на суммарное испарение и урожайность сельскохозяйственных культур были использованы данные, полученные при проведении водно-балансовых и агрометеорологических исследований в 1990-2007 гг., а также материалы исследований РосНИИПМ за 1960-1990 гг. в условиях полузасушливой и слабозасушливой частей степной зоны Юга России.

Пространственная изменчивость осадков и испаряемости на одной и той же территории для одного года характеризуется средними коэффициентами вариации соответственно 0,33 и 0,21 при изменении абсолютных величин испаряемости от 685 до 1012 мм (табл. 1). Анализом установлено, что пространственная изменчивость гидрометеорологических факторов для конкретной почвенно-климатической зоны меньше, чем временная изменчивость в целом для степной зоны Юга России.

Таблица 1

Основные характеристики гидрометеорологических условий по метеостанциям Ростовской области

Метеостанция	Осадки (P), мм			Испаряемость (E_w), мм			Коэффициент увлажнения (K_y)		
	Ср	σ	V	Ср	σ	V	Ср	σ	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ремонтное	367	108	0,30	870	150	0,17	0,42	0,21	0,50
Заветное	205	71	0,35	923	172	0,20	0,22	0,10	0,47
Цимлянск	243	102	0,40	798	130	0,16	0,30	0,16	0,53
Морозовск	229	81	0,35	1012	239	0,26	0,23	0,09	0,43

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Б. Мартыновка	259	85	0,33	784	153	0,20	0,33	0,18	0,54
Константиновск	486	85	0,20	877	116	0,30	0,55	0,27	0,50
Шахты	276	93	0,30	792	153	0,20	0,35	0,18	0,50
Б. Калитва	242	85	0,35	809	150	0,18	0,29	0,15	0,50
Каменск	250	87	0,34	786	144	0,20	0,232	0,16	0,50
Целина	301	105	0,35	721	188	0,30	0,42	0,22	0,53
Зерноград	322	139	0,40	762	137	0,20	0,42	0,25	0,60
Ростов	297	84	0,30	784	131	0,20	0,38	0,15	0,40
Чертково	250	93	0,40	729	155	0,20	0,34	0,18	0,52
Казанская	273	75	0,30	697	130	0,20	0,39	0,16	0,40
Вёшенская	263	76	0,30	725	235	0,20	0,36	0,14	0,40
Азов	283	92	0,28	685	80	0,13	0,41	0,16	0,40
Таганрог	279	76	0,27	726	107	0,15	0,38	0,19	0,50
Матвеев Курган	289	94	0,30	765	148	0,20	0,38	0,19	0,50
Среднее по области	279	90,6	0,33	941,2	164,2	0,21	0,30	0,14	0,48

Так, пространственная изменчивость осадков для одного временного интервала характеризуется коэффициентом вариации, равным 0,1; изменчивость дефицита влажности воздуха – 0,08; испаряемости – 0,05; дефицита естественного увлажнения – 0,11.

Коэффициент вариации осадков в многолетнем периоде, т.е. во времени, равен 0,35; а изменчивость их в пространстве в среднем за годы исследований, как показано выше, характеризуется коэффициентом вариации 0,1. Дефициты влажности воздуха отличались меньшей изменчивостью во времени, чем осадки, коэффициент вариации их во времени находился в пределах от 0,20 до 0,40.

Наименьшей временной изменчивостью характеризовались суммы среднесуточных температур воздуха за вегетационный период, коэффициент вариации которых составил 0,036...0,068.

Определяющее влияние на водный режим орошаемых земель и суммарное испарение оказывает тепловлагообеспеченность территории, характеризуемая дефицитом естественного увлажнения (D), а наибольшая теснота связи (коэффициент корреляции 0,96) отмечена между суммарным испарением и испаряемостью, выступающая как комплексная характеристика гидрометеорологических условий (табл. 2).

Таблица 2

**Парные коэффициенты корреляции суммарного испарения,
оросительных норм и урожайности
с основными метеорологическими факторами**

Показатели	E_w	t	d	P	E_w-P	ET	M_{op}	Y
Испаряемость (E_w)	1	0,94	0,96	-0,84	0,85	0,96	0,72	0,75
Температура воздуха (t)	0,94	1	0,82	-0,85	0,93	0,75	0,60	0,08
Дефицит влажности воздуха (d)	0,96	0,82	1	-0,76	0,91	0,88	0,75	0,15
Осадки (P)	-0,84	-0,85	-0,76	1	-0,95	0,18	0,69	0,10
Дефицит естественного увлажнения (E_w-P)	0,85	0,93	0,91	-0,95	1	0,85	0,98	0,62
Суммарное испарение (ET)	0,96	0,75	0,88	-0,80	0,85	1	0,80	0,86
Оросительная норма (M)	0,75	0,60	0,70	0,69	0,98	0,80	1	0,53
Стандартные отклонения (σ)	84,9	180,2	179	58,5	98,6	78,0	114	7,6
Коэффициент вариации (V)	10,5	6,5	8,4	30,8	12,2	12,4	33,8	12,2

Максимальные коэффициенты корреляции, полученные в зависимостях урожайности от испаряемости и суммарного испарения, соответственно 0,75 и 0,86 в зависимости урожайности от оросительных норм, коэффициент корреляции составляет 0,53. Это объясняется тем, что оросительные нормы изменяются более существенно по периодам вегетации при различных гидрометеорологических условиях. Одинаковая урожайность в разные по тепло-, влагообеспеченности годы может быть получена при различной величине оросительных норм, вследствие чего построение зависимостей для абсолютных величин оросительных норм некорректно. Получение достоверных количественных характеристик связей «урожайность – оросительная норма» возможно при использовании относительных показателей.

Различные коэффициенты корреляции суммарного испарения с климатическими показателями и параметрами орошения, уровень изменчивости этих характеристик указывают на отсутствие прямой пропорциональной зависимости между ними и позволяют сделать вывод о том, что наиболее точная количественная оценка влияния гидрометеорологических условий на рост и развитие растений, на суммарное испарение посевов может быть получена с использованием нелинейных математических зависимостей.

Расчет испаряемости по связям ее с дефицитом естественного увлажнения, температурой или влажностью воздуха вполне закономерен, но эти связи представляют собой лишь корреляционные зависимости между факторами, являющимися следствиями одной и той же причины – притока солнечной энергии.

Связь испарения с температурой и влажностью воздуха часто нарушается адвекцией сухих или влажных воздушных масс с других территорий, тем более в условиях неоднородности подстилающей поверхности. Эти недостатки корреляционных связей испарения с температурой, влажностью, дефицитом влажности воздуха иногда являются причиной значительных ошибок расчета испаряемости за короткие интервалы.

В настоящее время массовые наблюдения за испаряемостью на сельскохозяйственных полях не ведутся. На сети метеостанций измеряются температура, влажность воздуха, скорость ветра. Поэтому большое значение для повышения точности определения суммарного испарения имеет выбор косвенного метода расчета испаряемости, по данным наблюдений сети метеостанций, наиболее точно отражающего ее связь с климатическими условиями.

Повышение точности расчетов суммарного испарения можно обеспечить путем введения в расчетные формулы вместо значений дефицита влажности воздуха величины испарения из испарометра ГГИ-3000. Этот показатель является комплексной характеристикой, отражающей влияние на суммарное испарение совокупности метеорологических факторов. Однако для более точного расчета определения испарения с водной поверхности целесообразно воспользоваться региональной формулой, параметры которой могут быть получены в результате математической обработки, многолетних (не менее 20 лет) данных об испарении с водной поверхности, температуре и дефиците влажности воздуха.

Для получения региональной зависимости, позволяющей определить величину испарения с водной поверхности для условий сухостепной зоны Ростовской области, проведен сбор данных по испарению испарометра ГГИ-3000, температуре, дефициту влажности воздуха по различным метеостанциям Ростовской области. Фактические

данные были сгруппированы и подвергнуты математической обработке, в результате получены уравнения вида:

$$E_{\omega} = A \cdot (d_{\varphi})^{bt},$$

где A и b – эмпирические параметры (табл. 3);

d_{φ} – дефицит влажности воздуха, мб/сут.;

t – среднесуточная температура воздуха, °С.

Величина испаряемости (E_{ω}) определяется по данным испарометра ГГИ-3000, устанавливаемого на каждом севооборотном участке.

Таблица 3

Эмпирические параметры для расчета испаряемости E_{ω}

Метеостанции	Параметры	
	A	b
Ростов-на-Дону	1,593	0,017
Весёлый	1,675	0,026
Азов	1,912	0,013
Багаевская	2,170	0,017

При отсутствии испарометров E_{ω} может быть определена по региональным зависимостям, полученным автором в результате расчетов по данным метеостанций Ростовской области.

Главным фактором, определяющим соответствие методики расчета условиям ее применения, является степень точности оценки суммарного испарения и динамики влагозапасов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алпатьев, С.М. Водопотребление культурных растений и климат. Режим орошения сельскохозяйственных культур / С.М. Алпатьев; под ред. Б.А. Шумакова. – М.: Колос, 1965. – 231 с.

2. Остапчик, В.П. Биоклиматический метод расчета испарения с сельскохозяйственных полей / В.П. Остапчик [и др.] // Гидротехника и мелиорация. – 1980. – № 1. – С. 39.

3. Харченко, С.М. Рекомендации по расчету суммарного испарения с естественных угодий и сельскохозяйственных полей теплобалансовым методом / С.М. Харченко. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 53 с.

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ОРОШЕНИЯ В ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ¹

Д.П. Гостищев

Московский государственный университет природообустройства

В задачу исследований входило на примере Саратовской области показать роль и значение орошения в условиях инфляции и кризиса по своему влиянию на увеличение продукции растениеводства, обеспечение потребности населения в продуктах питания, промышленности в сырье и животноводства в кормах. Для этого были взяты годы за три характерных периода в развитии орошения: I – 1986-1990 гг.; II – 1991-1995 гг.; III – 1997 г. благоприятный и 1998 г. – острозасушливый (неблагоприятный).

Представленный анализ выполнен на основании официальных данных отдела экономики МСХ Саратовской области. В связи с отменной раздельного учета по орошаемым и богарным (форма 1-Спа) по хозяйствам для анализа использованы осредненные отчетные статистические данные хозяйств по районам Саратовской области.

Группировочные данные по хозяйствам Левобережья Саратовской области приведены в табл. 1.

Таблица 1

Группировочные данные по хозяйствам Левобережья Саратовской области

Группы	Удельный вес орошения, %			Количество	
	было в 1987 г.	1999		районов	хозяйств
		по площади	по площади поливных земель		
1 – без орошения	1,4	0,4	0,1	3	44
2 – до 5 % орошения	6,7	4,1	2,1	11	194
3 – свыше 15 % орошения	29,5	18,0	10,8	4	99
Всего	-	-	-	18	337

¹ – Издаётся в авторской редакции.

По удельному весу площади орошения в площади с.-х. угодий за 1987 и 1999 годы составлены группы хозяйств. Необходимо отметить, что кризисные явления в экономике наиболее остро сказались на орошении, где сокращение государственного влияния и отсутствие необходимых средств не только приостановило поступательный рост, но и привело к массовому списанию высокопродуктивных орошаемых земель в богарные.

В 1-ю контрольную группу вошли хозяйства из трех районов, которые в настоящее время не имеют орошения (фактически поливалось в среднем за 1997-1998 гг. 780 га).

Вторую группу составили хозяйства 11 районов Левобережья, имеющих до 5 % (фактически 4,1 %) орошения, и 3-я группа предоставлена хозяйствами четырех районов, имеющих свыше 15 % (по факту – 18 %) орошаемых земель.

Многие хозяйства 1-й группы в 1987 году имели орошаемые земли, но в дальнейшем их списали, а хозяйства 2 и 3-й группы практически в три раза сократили их с 1987 по 2000 год: с 16069 до 5090 во 2-й группе и с 53199 до 19445 в 3-й группе (табл. 2).

Таблица 2

Сокращение орошаемых земель в Левобережье Саратовской области

№ групп	Наличие орошаемых земель		
	Было в 1987 г.	В 2000 г.	
		всего	поливается
1	3620,7	1126,3	375,7
2	16069,1	9314,5	5080,6
3	53199,0	32613,3	19445,8

Инвентаризация НС и ДМ показала на 01.01.1999 г. их высокую изношенность и потребность в ремонте. В 1-й группе районов из 33 передвижных НС более 70 % (24 шт.) требуют ремонта, как и около 50 % дождевальных машин во 2 и 3-й группах (табл. 3).

По данным НИИ, изучавших влияние различных факторов на урожайность с.-х. культур в степной и сухостепной зоне Поволжья, установлено, что орошение повышает продуктивность на 40-50 %, внесение минеральных удобрений на 25-27 %, применение гербицидов на 8-10 %, сортов на 5-6 % и пр. факторов в виде своевременного

и качественного соблюдения технологии, совершенствования организации труда и производства на 12-22 %.

Таблица 3

Техническое состояние НС и дождевальных машин на 2000 г.

Группы	Передвижных НС		В т.ч. электрофицированных		ДМ		
	всего	требуют ремонта	всего	требуют ремонта	всего	требуют ремонта	обслуж. пл. т га
1	12	6	1	1	14	4	0,5
2	33	24	15	5	134	84	7,9
3	5	2	3	2	388	174	26,4

Проведенный учеными ВолжНИИГиМ анализ дает полную картину влияния орошения по 3-м периодам, по исследуемым 3-м группам в зависимости от удельного веса орошаемых земель в площади сельхозугодий.

Так, в целом по зерновым культурам наиболее значительное влияние орошения по повышению урожайности с 9,8 до 14,1 ц/га, или на 144 %, наблюдалось в I периоде 1986-1990 гг., тогда как во II это влияние снизилось до 138 %, а в III всего лишь до 126 % (табл. 4).

Таблица 4

Зависимость урожайности с.-х. культур от обеспеченности орошением, ц/га

Годы	Группы по удельному весу орошения		
	1 – без орошения	2 – до 5 % орошения	3 – свыше 15 % орошения
1	2	3	4
Зерновые			
1986-1990	9,8	10,7	14,1
1991-1995	8,9	9,3	12,1
1997-1998	10,2	-	12,9
Подсолнечник			
1986-1990	2,3	2,3	7,7
1991-1995	3,1	3,2	6,3
1997-1998	3,6	-	4,6
Овощи			
1986-1990	61,3	100,1	185,3
1991-1995	42,3	59,4	125,3
1997-1998	-	-	-
Однолетние / многолетние травы			
1986-1990	15,3/18,4	19,9/32,2	25,3/51,9
1991-1995	13,2/8,7	12,3/18,3	15,4/30,1

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
1997-1998	11,3/6,6	17,7/16,6	17,7/29,3
Кукуруза на зеленый корм			
1986-1990	101,7	136,7	198,5
1991-1995	66,8	70,7	129,9
1997-1998	96,5	107,2	141,1

Положительное влияние орошения на урожайность с.-х. культур особенно четко проявлялось в период его стабилизации в 1986-1990 годах, хотя уже к концу этого периода наметились негативные сдвиги, хотя были введены и использовались значительные площади орошаемых земель, накоплен практический опыт по рациональному их использованию. В этом периоде ощущалась планомерная государственная поддержка в виде выделения финансирования на НИР, проектирование, строительство и эксплуатацию ГМС, поддержание почвенного плодородия путем внесения органических и минеральных удобрений, средств защиты растений, внедрения научно обоснованных севооборотов, устойчивого паритета цен на сельхозпродукты, ГСМ, электроэнергию, удобрения, гербициды, сельхозтехнику и пр. Планомерно выпускались ДМ, заменялось насосно-силовое оборудование.

Во II периоде в результате кризисных явлений по всем с.-х. культурам (кроме картофеля и подсолнечника) и во всех группах наблюдался спад продуктивности по отношению к показателям I периода, который в % отношении составлял от 93 до 52 %.

В III периоде (1997-1998 гг.), как правило, по многим хозяйствам, где производство было более стабильным, намечается некоторый рост продуктивности по II периоду (1991-1995 гг.), но практически по всем культурам и во всех периодах урожайность за эти годы была ниже показателей I периода, кроме первой группы хозяйств без орошения по зерновым и овощным культурам, что предположительно можно объяснить изменениями в структуре посевов за счет расширения озимых в группе зерновых и менее требовательных к воде группе овощных культур (морковь, свекла столовая и др.), на богарных землях.

Среди кормовых культур особенно значительное снижение при сравнении первого (1986-1990 гг.) периода с III за (1997-1998 гг.) произошло от 56,4 % в 3-й группе до 35,9 % в 1-й группе по урожайности многолетних трав (табл. 4), что объясняется их массовым забо-

леванием, сокращением, или наоборот – длительным сроком использования, и как следствие, быстрым ростом цен на семена.

Анализ зависимости производства продукции растениеводства от площади орошаемых земель в хозяйствах показал, что повышение продуктивности с.-х. культур в условиях орошения обеспечивает рост валовых сборов. В первом периоде производство зерна по группам в зависимости от орошаемых площадей возрастало от 1198 тыс. т без орошения в 1-й группе до 1292 в 3-й группе (табл. 5).

Таблица 5

Производство продукции растениеводства, тыс. т

Годы	Группы по удельному весу орошения		
	1 – без орошения	2 – до 5 % орошения	3 – свыше 15 % орошения
Зерновые			
1986-1990	119,8	133,8	129,2
1991-1995	89,1	99,7	85,7
1997-1998	91,0	92,2	91,5
Подсолнечник			
1986-1990	2,2	0,8	8,9
1991-1995	1,2	0,8	13,6
1997-1998	1,8	0,9	6,7
Овощи			
1986-1990	32,6	38,7	34,5
1991-1995	40,7	48,3	54,4
1997-1998	42,1	47,6	36,6
Однолетние / многолетние травы			
1986-1990	0,70	1,14	2,53
1991-1995	0,45	0,58	1,73
1997-1998	0,18	0,82	0,29
Кукуруза на зеленый корм			
1986-1990	0,7	2,8	31,8
1991-1995	0,3	0,8	12,1
1997-1998	0,3	0,5	7,0

Во II периоде (1991-1995 гг.) повышение валовых сборов зерновых было во 2-й группе до 112 %, тогда как в 4-й группе произошло некоторое снижение до 96 %, но затем в III периоде за 1997-1998 гг. производство зерна во всех группах стабилизировалось. Четкая зависимость производства от орошения во всех группах просматривается по овощам и картофелю, т.е. тем с.-х. культурам, которые больше отзывчивы на орошение.

Несколько иное положение сложилось с производством подсолнечника, где определяющую роль оказали особенности спроса на эту культуру в новых рыночных условиях. Необходимо отметить, что при недостаточном опыте возделывания этой культуры в условиях орошения и слабом научном обеспечении перевод в условиях орошения традиционно богарных сортов подсолнечника с целью повышения урожайности и валовых сборов, как правило, приводил к отрицательным результатам. Вследствие удлинения периода вегетации этой культуры в условиях орошения и отсутствия средств по десикации растений в условиях реформирования, период уборки затягивался, а при отсутствии средств на ГСМ по многим хозяйствам посевы практически оставались неубранными. И только экономически крепким хозяйствам удавалось довести уборку до конца, что видно по данным 3-й группы хозяйств во II периоде, имеющим самые высокие показатели (13,6 тыс. т) в период кризиса (табл. 5). Однако в III периоде в среднем за 1997-1998 гг. при накоплении опыта производство подсолнечника стабилизируется, но не превышает показателей I периода, полученных в условиях плановой экономики.

Производство продукции растениеводства по временным периодам лет (по вертикали) указывает на его сокращение, как правило, во всех группах и по всем культурам. Значительное сокращение производства наблюдается по овощам и картофелю, традиционно возделываемых на приусадебных участках.

Развитие орошения и рыночные условия оказывают существенное влияние на себестоимость продукции растениеводства, а при наличии товарного производства и товарно-денежных отношений обуславливают объективную необходимость учитывать затраты прошлого труда, аккумулированные в средствах производства и живого труда в виде его оплаты по воспроизводству рабочей силы.

При значительном опыте орошения зерновых культур при программировании урожаев в период плановой экономики (1986-1990 гг.) в условиях орошения по сравнению с богарной получали урожаи, обеспечивающие снижение себестоимости 1 ц зерна с 13,7 руб. в 1-й группе до 12,6 и 11,8 руб. соответственно во 2 и 3-й группах (табл. 6).

Приведенный материал (табл. 6) показывает, что получаемая с орошаемых земель по сравнению с богарой прибавка урожая покрывала возрастающие издержки материально денежных средств.

В кризисный период (1991-1995 гг.) при общем спаде производства в АПК, снижении урожайности и производства зерна себестоимость зерновых выравнивалась в группах, и по существу по усредненным показателям мало зависела от уровня развития орошения, а в III периоде (1997-1998 гг.) явно возрастала.

Таблица 6

Себестоимость продукции растениеводства, руб./ц

Годы	Группы по удельному весу орошения		
	1 – без орошения	2 – до 5 % орошения	3 – свыше 15 % орошения
Зерновые			
1986-1990	13,7	12,6	11,8
1991-1995	4,9	5,3	5,1
1997-1998	68,0	84,1	74,5
Подсолнечник			
1986-1990	14,5	21,5	19,5
1991-1995	35,6	25,7	16,1
1997-1998	78,3	117,2	119,1
Картофель			
1986-1990	34,5	45,7	44,4
1991-1995	13,5	9,6	7,4
1997-1998	151,5	187,8	236,8
Овощи			
1986-1990	34,5	46,4	44,4
1991-1995	13,5	9,6	7,4
1997-1998	151,5	189,8	219,4

Себестоимость с.-х. культур, дающих основные наиболее дешевые продукты питания, пользующиеся повышенным спросом у населения в условиях реформирования и перехода к рынку, особенно в инфляционный период (1991-1995 гг.) – подсолнечник, картофель, овощи, зависела от уровня орошения и была в 3-й группе практически в два раза ниже по сравнению с производством на богарных землях 1-й группы. В экономическом плане такое положение объясняется не только ростом урожайности при орошении под ростом издержек, связанных с орошением, но более значительными объемами товарной продукции в условиях повышенного спроса, получаемых во 2 и 3-й группах.

В первом и третьем периодах себестоимость этих культур, как правило, возрастала по группам в соответствии с ростом материально-денежных средств от первой группы к третьей в зависимости от уровня развития орошения.

Как в первом, так и в третьем периоде по культурам: подсолнечник, картофель, овощи – не было повышенного спроса, при котором значительно возрастают не только товарность продукции, но и цены реализации. В связи с этим дополнительные затраты труда и средств, связанных непосредственно с орошением и с затратами на уборке, переработке и транспортировке дополнительной продукции, не покрывались выручкой от реализации прибавки от орошения. В третьем периоде по этим культурам не во всех случаях урожай от орошения в силу ряда причин (срыв графиков полива, выход из строя трубопроводов, ДМ, отключение электроэнергии и др.) не превышал богарные посевы, и это безусловно влияло на показатели себестоимости продукции.

В условиях орошаемого земледелия, при достаточном производстве кормов, надежность сохранения продуктивности животноводства и его поголовье выше, чем в богарных. Орошение позволило хозяйствам, в условиях инфляции и кризиса, стать решающим фактором для их сохранения. Положительное влияние орошения на поголовье скота, кроме овец, было особенно значительным в 3-й группе III периода за 1997-1998 гг. и составляло: по птице – 1861 %; по свиньям – 753 % и КРС – 177 % (табл. 7).

Таблица 7

**Динамика поголовья скота
в зависимости от орошаемых площадей (тыс. голов)**

Годы	Группы по удельному весу орошения		
	1 – без орошения	2 – до 5 % орошения	3 – свыше 15 % орошения
1	2	3	4
КРС			
1986-1990	31,7	32,9	49,3
1991-1995	20,2	24,0	29,9
1997-1998	9,5	11,9	16,8
Коровы			
1986-1990	9,6	11,4	15,1
1991-1995	7,0	8,4	10,1
1997-1998	3,9	4,7	5,9
Свиньи			
1986-1990	8,1	20,2	36,9
1991-1995	3,3	8,7	16,8
1997-1998	1,5	4,3	11,3

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Птица всех возрастов			
1986-1990	43,8	108,3	522,3
1991-1995	29,1	83,1	274,8
1997-1998	12,2	56,1	227,1
Всего в условном исчислении			
1997-1998	10,2	13,7	21,5
Всего в условном исчислении на 100 га соизмеримых с.-х. угодий			
	5,2	7,1	8,0

Анализируя (табл. 7) динамику поголовья по временным периодам (по вертикали), видим его значительное сокращение по всем видам животных и по всем группам. При сравнении III периода (1997-1998 гг.) к первому в 1-й группе сохранилось 30 % КРС; а в 3-й группе – 34 %; соответственно коров 41 и 39 %, свиней 19 и 31 %, овец 11 и 12 %, птицы 28 и 43 %.

Годы реформ губительно сказались на поголовье животных всех видов, но орошение составляло один из существенных факторов противодействия этим процессам в кризисных условиях.

Четкая тенденция роста поголовья от доли орошаемых площадей по хозяйствам просматривается при исчислении животных в сопоставимые условные головы. В 1997-1998 гг. в среднем по 1-й группе хозяйств без орошения поголовье всех видов животных в условном исчислении составляло 10,2 тыс. голов, во 2-й группе поголовье возрастало до 13,7 тыс. голов и при повышении доли орошения, в 3-й группе, до 21,5 тыс. голов, или более чем в два раза. Приведенные данные убедительно доказывают необходимость орошения сельского хозяйства, особенно животноводства, доля орошаемых земель должна составлять не менее 18-20 % от всей площади сельхозугодий. Этот вывод подтверждается и данными по условному исчислению на 100 га соизмеримых с.-х. угодий голов скота. В 1997-1998 гг. в первой группе хозяйств было 5,2 тыс. голов, а в 3-й – 8.

Отмечена и тенденция высокого уровня продуктивности животноводства по отношению ведения сельского хозяйства в богарных условиях (табл. 8). Среднесуточный привес КРС возрастал от 108 до 162 %, среднесуточный привес свиней от 104 до 150 %, удой на фуражную корову от 114 до 120 %, яйценоскость на 1 курицу-несушку повышалась по всем периодам и составляла от 126 до 324 %, настриг шерсти от 104 до 123 %.

Таблица 8

Годы	Группы по удельному весу орошения		
	1 – без орошения	2 – до 5 % орошения	3 – свыше 15 % орошения
Среднесуточный привес КРС			
1986-1990	237,4	385,4	371,7
1991-1995	211,3	276,6	228,0
1997-1998	343,8	357,2	331,5
Среднесуточный привес свиней			
1986-1990	185,7	193,3	193,3
1991-1995	51,3	76,9	77,0
1997-1998	148,6	138,2	156,5
Удой на фуражную корову, л			
1986-1990	2070	2360	2364
1991-1995	1638	1565	1969
1997-1998	2360	1974	2546
Яйценоскость на 1 курицу-несушку			
1986-1990	127	161	238
1991-1995	106	134	200
1997-1998	66	133	214

В третьем периоде за 1997-1998 гг. в связи с реорганизацией и реформированием во 2-й группе хозяйств произошло снижение привеса у свиней до 81 %, и удой на 1 фуражную корову до 84 %, а по 3-й группе некоторое снижение в пределах 4-9 % наблюдалось по привесу КРС и свиней. Колебания в урожайности с.-х. культур и результатах животноводства в настоящее время неизбежны, но потери в неблагоприятные годы значительно более сильно поражают хозяйства, не имеющие орошаемые земли (табл. 7, 8).

Значение животноводства определяется не только высокой долей валовой продукции в с.-х. производстве, но и значительным влиянием на экономику всего НПК. Обеспечивая продукцией сельского хозяйства, в т.ч. животноводства для ее переработки, хранения, транспортировки, реализации, сельхозтоваропроизводители обеспечивают работой другие сферы занятости, пополнение бюджетов всех уровней.

Увеличение поголовья скота и его продуктивности, с повышением удельного веса орошаемых земель в общей площади с.-х. угодий, обуславливало рост производства всех видов животноводческой продукции.

Анализ табл. 9 показывает, что повышение удельного веса орошаемых земель до 5 % в площади с.-х. угодий во 2-й группе произ-

водства мяса скота и птицы по сравнению с богарными хозяйствами 1-й группы обеспечивало прирост: в I периоде на 25 %; II – на 27 % и III – на 50 %. Фактически каждый процент увеличения площади орошаемых земель обеспечивал от 5 до 10 % производства мяса скота и птицы независимо от кризиса, инфляции и спада в экономике в целом.

Таблица 9

Зависимость производства сельскохозяйственной продукции от уровня развития мелиорации

Годы	Группы по удельному весу орошения		
	1 – без орошения	2 – до 5 % орошения	3 – свыше 15 % орошения
Мясо скота и птицы, живой вес, тыс. т			
1986-1990	6,0	7,5	9,3
1991-1995	3,7	4,7	5,9
1997-1998	1,0	1,5	2,2
Молоко, тыс. т			
1986-1990	19,0	25,6	37,3
1991-1995	12,4	15,8	22,8
1997-1998	6,2	9,1	15,5
Яйцо куриное, млн шт.			
1986-1990	3,6	7,5	51,7
1991-1995	2,1	6,1	28,1
1997-1998	1,3	6,0	21,6

В 3-й группе при увеличении удельного веса орошения свыше 15 % (факт. 18 %) рост производства мяса скота и птицы увеличивался и составлял: в I периоде – 55 %, II – 59 % и III – 120 %. Данные производства этой группы убедительно свидетельствуют, что четырехкратное с 4,1 % по факту до 18 % удельного веса орошаемых земель от 2-й группы к 3-й группе хозяйств обеспечивает трехкратное и выше увеличение производства. Каждый процент прироста орошаемых земель этой группы позволял увеличить производство мяса скота и птицы в относительном выражении в следующих размерах: в первом периоде в 3 раза, во II – в 3,3 раза, в III – в 6,6 раза.

Рыночные условия с диспаритетом цен на промышленную и с.-х. продукцию вынуждали забивать скот в уплату за энергоресурсы, на что и указывают эти данные, но в период плановой экономики каждый процент фактического прироста обеспечивал 3 % прироста производства мяса скота и птицы, а во второй группе при наличии до 5 % орошаемых земель, по мере роста производства темпы прироста ослабевают, но тенденция сохраняется.

Анализ производства молока, как по временным периодам, так и по группам имеет практически те же тенденции, свойственные производству мяса скота и птицы, и близкие относительные показатели. Сопоставление производства молока по временным периодам от первого до третьего периода указывает на его большую устойчивость и стабильность к неблагоприятным условиям последних лет по сравнению с производством мяса скота и птицы. Сохранность производства собственно указанным периодам составляла в первой группе – 33 %, во второй – 36 %, в третьей – 41 %, и соответствовала развитию орошения по группам (см. табл. 9).

Производство яиц, в зависимости от развития орошения, повышалось значительно больше, чем производство мяса и молока, а в связи с лучшей сохранностью при транспортировке и при реализации положительно отражалось в рыночных отношениях. Во 2-й группе по сравнению с 1-й обеспечивался прирост производства яиц: в первом периоде на 108 %, втором – 190 % и третьем – 362 %. Каждый процент прироста орошаемых земель по этой группе хозяйств обеспечивал прирост производства яиц соответственно в следующих размерах: в первом периоде 21,6 %, втором – 38 %, третьем – 72,4 %.

С повышением удельного веса орошаемых земель в хозяйствах 3-й группы производство яиц, по сравнению с богарными землями (I группа), возросло в первом периоде в 14,5 раза, во втором – в 13,8 раза, в третьем – в 16,6 раза.

Рассматривая производство яиц по временным периодам (по вертикали), видно, что значительный спад производства за время реформ и кризиса особенно значительный в богарной группе хозяйств, где сохранилось в 1997-1998 гг. лишь 3,6 % производства от первого периода. По 2-й группе (до 5 %) и 3-й (свыше 15 %) сохранность поголовья выше (см. табл. 9).

УДК 635.25:631.811

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛУКА РЕПЧАТОГО

Е.А. Бабичева, А.Н. Бабичев

ФГНУ «РосНИИПМ»

Для формирования урожая репчатого лука необходимо высокое содержание питательных веществ в почве. В зависимости от условий

увлажнения и содержания питательных веществ в почве с 1 тонной товарной продукции лук выносит около 3-5 кг азота, 1,5-1,7 кг фосфора и 3,5-5 кг калия. Поэтому даже при оптимальных условиях увлажнения нельзя рассчитывать на получение высокого урожая товарного лука, если не обеспечить растения элементами питания.

Опыты проводились в ЗАО «Нива» Веселовского района Ростовской области в 2004-2006 гг. Для этого в течение вегетационного периода, начиная с посева репчатого лука, велись наблюдения за динамикой питательных веществ в почве на вариантах с удобрениями и без удобрений при различных режимах орошения в пахотном (0-30 см) и подпахотном (30-50 см) горизонтах почвы (таблица).

Дозы минеральных удобрений рассчитывались на планируемую урожайность товарного лука 30, 40 и 50 т/га балансовым методом по М.К. Каюмову. Полив производили дождевальными машинами ДДА-100 ВХ. Влажность почвы поддерживалась согласно заданным режимам орошения (таблица).

Таблица

Влияние режима орошения и системы удобрений лука репчатого на пищевой режим почвы, в среднем 2004-2006 гг.

Вариант	Слой почвы, см	Содержание питательных веществ, мг/100 г почвы						
		N легкогидролизуемый			P ₂ O ₅		K ₂ O	
		в начале вегетации	в середине вегетации	в конце вегетации	в начале вегетации	в конце вегетации	в начале вегетации	в конце вегетации
1	2	3	4	5	6	7	8	9
70 % НВ-100 % НВ								
N ₁₀₀ P ₉₀	0-30	5,6	5,9	5,0	5,1	4,2	51	48
	30-50	3,4	3,5	2,8	3,3	2,8	35	33
N ₁₂₀ P ₁₂₀	0-30	5,9	6,5	5,1	5,3	4,1	50	47
	30-50	3,5	3,6	2,8	3,4	3,0	35	33
N ₁₄₀ P ₁₅₀	0-30	6,3	6,6	5,1	5,5	4,7	51	45
	30-50	3,6	3,7	2,7	3,6	3,1	35	32
Без удобрений	0-30	3,5	3,1	2,2	2,4	2,0	50	49
	30-50	3,1	2,9	2,7	2,1	1,7	35	34
80 % НВ-100 % НВ								
N ₁₀₀ P ₉₀	0-30	5,6	5,8	4,8	5,1	4,0	51	52
	30-50	3,4	3,4	2,7	3,3	2,7	35	33
N ₁₂₀ P ₁₂₀	0-30	5,9	6,3	4,9	5,3	4,1	51	52
	30-50	3,5	3,6	2,7	3,4	2,9	35	32
N ₁₄₀ P ₁₅₀	0-30	6,3	6,7	4,8	5,5	4,5	51	51
	30-50	3,6	3,7	2,6	3,6	2,9	35	30

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Без удобрений	0-30	3,5	2,9	2,0	2,4	2,0	51	48
	30-50	3,1	2,8	2,6	2,1	1,8	35	33
Без орошения								
N ₁₀₀ P ₉₀	0-30	5,6	6,0	5,0	5,1	4,7	51	50
	30-50	3,4	3,6	3,2	3,3	3,1	35	35
N ₁₂₀ P ₁₂₀	0-30	5,9	6,5	5,2	5,3	4,8	50	50
	30-50	3,5	3,7	3,3	3,4	3,2	35	34
N ₁₄₀ P ₁₅₀	0-30	6,3	6,8	5,3	5,5	4,8	51	48
	30-50	3,6	3,7	3,4	3,6	3,2	35	33
Без удобрений	0-30	3,5	3,3	3,1	2,4	2,1	50	50
	30-50	3,1	2,9	2,6	2,1	1,8	35	35

Содержание легкогидролизуемого азота в почве среднее, наблюдается небольшое его увеличение в середине вегетации. Это связано с проведением подкормок. Перед уборкой содержание азота снизилось и составляло на вариантах с внесением удобрений в пахотном слое от 4,8 до 5,5 мг/100 г почвы и в подпахотном горизонте 3,4-3,7 мг/100 г почвы.

Динамика изменения содержания подвижного фосфора на различных вариантах опыта во время вегетации имела тенденцию к снижению. В начале вегетации на варианте без удобрений содержание подвижного фосфора в пахотном слое составляло 2,4, в подпахотном 1,7-1,8 мг/100 г почвы.

На вариантах с внесением удобрений его содержание варьировало в начале вегетации от 5,1 до 5,5 мг/100 г почвы в пахотном горизонте и 3,3-3,6 в подпахотном. К концу вегетации содержание подвижного фосфора снизилось до 4,0-4,8 в пахотном и до 2,7-3,2 мг/100 г почвы в подпахотном горизонте почвы.

По содержанию обменного калия почвы опытных участков относятся к высоко обеспеченным, поэтому калийные удобрения нами не вносились. В начале вегетации содержание калия составляло в пахотном горизонте 50-51 мг/100 г почвы, в подпахотном 35 мг/100 г почвы. По мере роста и развития репчатого лука на вариантах без орошения было незначительное снижение содержания обменного калия, но к концу вегетации его содержание в почве практически не изменилось.

На вариантах с расчетными режимами орошения во влажные годы наблюдалось некоторое повышение содержания калия в почве. Это объясняется тем, что при высокой влажности почвы более интен-

сивно происходит переход труднодоступных соединений в легкодоступные, что благоприятно влияет на рост и развитие растений репчатого лука.

Таким образом, в условиях Ростовской области при внесении высоких доз минеральных удобрений можно получать высокие урожаи репчатого лука при соблюдении оптимальных режимов орошения.

УДК 631.95:631.58.

ВЛИЯНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ПРИАЗОВСКОЙ ЗОНЕ¹

Т.В. Акулова

Донской государственный аграрный университет

Минимальная обработка почвы является одним из вариантов снижения антропогенной нагрузки на агроландшафт, сохранения природных ресурсов, экономии затрат. Нами был выполнен полевой эксперимент, в котором были изучены отвальная, безотвальная, минимальная обработка почвы.

Минимализация основной обработки почвы не ухудшила ее агрофизические свойства (табл. 1).

Таблица 1

Плотность сложения и строение пахотного слоя почвы под посевами ярового ячменя (среднее за 2005-2007 гг.)

Срок определения	Показатель	Основная обработка почвы		
		отвальная	безотвальная	поверхностная
В начале вегетации	Плотность сложения, г/см ³	1,14	1,17	1,18
	Объем твердой фазы, %	43,3	44,8	45,1
	Пористость, %	56,7	55,2	54,9
	- в т.ч. капиллярная	36,2	39,5	43,1
	- в т.ч. некапиллярная	20,5	15,7	11,8
В конце вегетации	Плотность сложения, г/см ³	1,20	1,22	1,23
	Объем твердой фазы, %	45,5	47,0	47,1
	Пористость, %	54,4	53,0	52,9
	- в т.ч. капиллярная	38,7	42,7	44,3
	- в т.ч. некапиллярная	15,7	10,3	8,6

¹ – Издаётся в авторской редакции.

Как перед посевом, так и к концу вегетации ярового ячменя плотность почвы даже в варианте без основной обработки соответствовала оптимальной для зерновых величине. Соотношение объемов твердой фазы и общей пористости, а также капиллярных и некапиллярных пор обеспечивало благоприятное строение пахотного слоя. К концу вегетации заметно снижался объем некапиллярных пор на варианте с поверхностной обработкой почвы – до 8,6 %, но в этот период наблюдаются крайне низкие запасы влаги в почве и часть некапиллярных пор бывает заполнена воздухом, поэтому затруднение в обеспечении им растения не испытывают.

Способы обработки почвы, включенные в схему эксперимента, в разной степени решают задачу накопления, сбережения и регулирования расхода влаги из чернозема обыкновенного и по-разному влияли на плотность его сложения [1, 2].

Плотность почвы (табл. 2) перед посевом ярового ячменя в слое 0-20 см выступала функцией системы предпосевной обработки почвы. В слое 20-40 см плотность почвы была выше, являясь функцией системы основной обработки почвы.

Таблица 2

Динамика плотности слоя почвы 0-40 см в зависимости от системы основной обработки в посевах ярового ячменя, г/см³ (2005-2007 гг.)

Год наблюдений	Система основной обработки почвы					
	Отвальная		Безотвальная		Минимальная	
	Сроки определения					
	посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
2005	1,20	1,34	1,19	1,29	1,22	1,36
2006	1,19	1,37	1,16	1,30	1,25	1,38
2007	1,13	1,32	1,15	1,26	1,16	1,29

Наиболее рыхлое сложение почвы в слое 0-40 см отмечено перед уборкой ярового ячменя в варианте безотвальной обработки почвы, 1,26-1,27 г/см³. В вариантах, где под ячмень проводилась отвальная обработка на глубину 20-22 см, плотность почвы была перед уборкой культуры на 0,03-0,12 г/см³ выше, чем в вариантах с безотвальной обработкой.

Показатели плотности и строения пахотного слоя почвы указывают на возможность минимализации основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя на черноземе обыкновенном.

Важным показателем физического состояния почвы является ее структурно-агрегатный состав. Снижение интенсивности обработки повысило содержание структурных агрегатов размером от 0,25 до 10 мм с 77,1 % на вспашке до 82,3 % на нулевом фоне, количество агрономически ценных в засушливой зоне комочков диаметром от 0,25 до 3 мм увеличилось с 57,0 до 66,6 %, соответственно возрос и коэффициент структурности – с 3,5 до 4,6 (табл. 3).

Таблица 3

**Структурно-агрегатный состав пахотного слоя почвы
в зависимости от способов обработки**

Основная обработка почвы	Содержание структурных агрегатов, %		Коэффициент структурности
	от 0,25 до 10 мм	от 0,25 до 3 мм	
Отвальная	77,1	57,0	3,5
Безотвальная	81,2	58,8	4,7
Минимальная	82,3	66,6	4,9

Независимо от способа обработки порог устойчивости почвы к ветровой эрозии (более 50 % агрегатов размером более 1 мм в 0-5 см слое почвы) сохранялся – по вариантам обработки количество ветроустойчивых агрегатов после посева пшеницы колебалось от 53,2 до 54,1 %, на фоне с минимальной обработкой почвы их было 56,3 %.

Запасы доступной влаги в период посева были практически одинаковыми на вариантах с отвальной, плоскорезной обработками и чередованием их. На нулевом фоне в сравнении со вспашкой продуктивной влаги оказалось меньше на 13,7 мм, что связано с некоторым уплотнением почвы на этом варианте и снижением водопроницаемости. Однако по суммарному водопотреблению различия были незначительными, т.е. менее 3 % от среднего значения данного показателя по всем вариантам (табл. 4).

Коэффициент водопотребления находится в прямой зависимости от величины урожайности. По этому показателю системы обработки почвы расположились в следующем порядке: разноглубинная отвальная обработка – расход влаги составил 2336 м³ на 1 т зерна, столько же на ежегодной плоскорезной обработке, на комбинирован-

ной и минимальной обработках коэффициент водопотребления был выше на 223 и 271 м³/т.

Таблица 4

**Водопотребление в посевах ярового ячменя
(среднее за 2005-2007 гг.)**

Показатели	Основная обработка почвы		
	отвальная	безотвальная	минимальная
Запас доступной влаги в слое 0-100 см, мм: - весной перед посевом	112,3	107,3	98,6
- перед уборкой	28,3	25,3	6,6
Сумма осадков за вегетацию, мм	140,3	140,3	140,3
Количество израсходованной влаги, мм	224,3	222,2	232,3
Урожайность зерна, т/га	0,96	0,95	0,89
Коэффициент водопотребления, м ³ /т	2336	2336	2607

В Ростовской области нельзя ориентироваться только на один прием основной обработки. Это связано как с разнообразием почвенных подтипов, так и с большой изменчивостью погодных условий по годам, сезонам, а также по месяцам, декадам.

Как видно из приведенных выше табл. 1-5, эффективность способов основной обработки по годам имела заметные различия.

Таблица 5

**Урожайность ярового ячменя в зависимости
от способа основной обработки почвы**

Основная обработка почвы	Урожайность зерна, т/га				Отклонение от контроля	
	по годам			средняя за 3 года	т/га	%
	2005	2006	2007			
Отвальная (контроль)	0,82	1,44	0,62	0,96	-	-
Безотвальная	0,87	1,11	0,86	0,95	-0,09	0,94
Минимальная	0,80	1,10	0,76	0,89	-0,69	7,19
НСР ₀₅ , т/га	0,03	0,07	0,12			

Замена вспашки плоскорезным рыхлением на ту же глубину и посев стерневой сеялкой – СЗС-2,1 (за один проход агрегата выполняющей три операции: культивацию, посев и прикатывание), при небольшой разнице в урожайности привели к снижению производственных затрат на 1 га на 200,83 руб. и увеличению условного чистого дохода на 1 га и 1 ц зерна соответственно на 200,13 и 21,28 руб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Почвенно-экологические аспекты растениеводства / В.Ф. Вальков [и др.]. – Ростов-на-Дону, 2007. – 390 с.
2. Воробьев, С.А. Земледелие / С.А. Воробьев. – М.: Агропромиздат, 1991.

УДК 631.674.5

ТЕХНОЛОГИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОГО УВЛАЖНЕНИЯ¹

А.В. Грушин, С.А. Гжибовский
ФГНУ ВНИИ «Радуга»

Условия произрастания сельскохозяйственных культур определяют их продуктивность. Оптимальные микроклиматические условия произрастания культуры позволяют повысить ее продуктивность до максимального уровня.

Многочисленными опытами определены размеры капель диспергированной воды, они составляют 400-600 мкм. Такие капли хорошо удерживаются растительным покровом и не сливаются в более крупные капли. Разовая норма не должна превышать величину, при которой капли сливались бы друг с другом на поверхности листьев и скатывались на почву. С другой стороны, увлажнение малыми нормами не изменяет в достаточной степени фитоклимат посевов. Установлено, что разовая норма увлажнения находится в пределах 0,8-1,0 м³/га, периодичность увлажнения определяется временем полного испарения капель с листьев и последующего действия испарившейся воды и зависит в основном от погодных условий. Испарение с листьев изменяется от 15 до 40 минут, а существенное действие испарившейся воды на параметры фитоклимата продолжается в течение 30-60 минут и реже более продолжительное время.

Одним из средств оптимизации микроклиматических характеристик может служить система мелкодисперсного орошения. Исследования показали, что мелкодисперсное дождевание (ММД) положительно влияет на общее физиологическое состояние сельскохозяйственных культур, проявляющееся в повышении оводненности тканей листьев, уменьшении дефицита влаги в них, уменьшении полуденной

¹ – Издаётся в авторской редакции.

депрессии фотосинтеза. Это достигается благодаря тому, что относительная влажность воздуха в приземном слое повышается на 6-10 %, а температура снижается на 2-3 °С. Экспериментальные исследования по обработке мелкодисперсного дождевания проводились на фрагментах системы ММД в совхозе-заводе «Алушта» Крымской области при поливе грушевого сада площадью 2,4 га и в акционерном обществе «Дагомысский» Краснодарского края при поливе чайной плантации площадью 3,5 га.

Исследования ММД в совхозе-заводе «Алушта» показали, что урожайность груши сорта Золотистая повышается до 9983 кг/га против 5870 кг/га на богаре. С учетом природно-хозяйственных особенностей совхоза выполнен расчет экономической эффективности применения системы мелкодисперсного дождевания. При этом учитывалось, что мелкодисперсное дождевание будет применяться как самостоятельный технологический прием, дающий прибавку урожая свыше 375 руб./га.

В результате экспериментальных исследований технологии ММД на чайной плантации в совхозе «Дагомысский» установлено, что при его применении создаются благоприятные условия для роста и развития чайных побегов: температура воздуха в зоне чайного куста в жаркое время суток снижается на 2,2-2,3 °С, относительная влажность его повышается на 15-24 %. Концентрация клеточного сока чайных флешей поддерживается на оптимальном уровне (8-10 %). Удельные затраты оросительной воды на получение продукции (чайного листа) на варианте мелкодисперсного дождевания составили 18 м³/ц, тогда как при обычном дождевании – 41,7 м³/ц. Прибавка урожайности при ММД по сравнению с обычным дождеванием составила от 9,0 до 13,1 ц/га. Эффективность – свыше 454 руб./га.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о положительном влиянии мелкодисперсного дождевания на рост и развитие груши и чая. Периодическое мелкодиспергированное распыление воды над орошаемым массивом в термически напряженное время суток повышает влажность и снижает температуру воздуха и листовой поверхности. Это позволяет устранить депрессию фотосинтеза, повысить продуктивность сельскохозяйственных культур.

На основании проведенных исследований ВНИИ «Радуга» разработана технология поддержания микроклимата участка путем дис-

пергирования влаги в импульсном режиме. Разработанный комплект аэрозольного орошения может быть использован как стационарный или стационарно-сезонный. Работает под давлением воды от насосной станции (напорного трубопровода). В отличие от энергоемких газотурбинных агрегатов и стационарных высокомачтовых аэрозольных систем мелкодисперсного орошения, разрабатываемая система мелкодисперсного орошения определяется наибольшей адаптивностью к современным технологиям интенсивного садоводства (рисунок 1).



Рис. 1. Аэрозольное орошение на поливном участке, общий вид

Новизна комплекта аэрозольного орошения выявлена на основе анализа существующих технологий и технических средств мелкодисперсного орошения (И.И. Заикин, А.А. Александров, В.Ф. Носенко, А.М. Шарко, О.Г. Грамматикати, Е.И. Кузнецов, Л.В. Кирейчева и др.): газоструйных передвижных агрегатов; туманообразующих систем мелкодисперсного орошения ВНИИ «Радуга» и проведенных патентных исследований.

Разрабатываемая стационарная система наименее энергоемка, имеет модульное построение, упрощенную конструкцию мачт, исключает растяжки за счет уменьшения их высоты и снабжена форсунками с оптимальными параметрами для формирования малоинтенсивного факела дождя, разносимого по площади участка с помощью ветра.

Импульсная работа комплекта обеспечивается гидравлической системой автоматического управления поливом. Автоматизация импульсной водоподачи позволяет проводить полив по заданной программе без участия человека. Импульсная подача воды по группам дождевателей обеспечивает снижение энергетических и материальных затрат на строительство и эксплуатацию системы.

Научное издание

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник статей по материалам
научно-практического семинара

Выпуск 41

Корректор Е.В. Кулыгина
Компьютерная верстка Е.А. Бабичева

Подписано в печать _____. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 12,15. Тираж 100 экз. Заказ _____.

Издательство ООО «Геликон»
Типография ЮРГТУ (НПИ)

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.
Тел., факс (863-52) 5-53-03. E-mail: typography@novoch.ru