

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**Федеральное государственное научное учреждение**  
**«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»**  
**(ФГНУ «РосНИИПМ»)**

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ**  
**ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**Сборник научных статей**

**Выпуск 43**

Новочеркасск  
2010

УДК 631.587

ББК 41.9

П 78

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

**П 78 Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ» / под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: ООО «Геликон», 2010. – Вып. 43. – 205 с.**

Сборник статей подготовлен ФГНУ «РосНИИПМ» по материалам научно-практических конференций «Современные приемы повышения эффективности использования орошаемых земель в современных условиях хозяйствования», «Приемы повышения плодородия почв на орошаемых землях», «Повышение экологической устойчивости различных типов агроландшафтов и снижение деградации почвы на основе применения противоэрозионных мероприятий», «Актуальные проблемы безопасного использования орошаемых земель».

УДК 631.587

ББК 41.9

ISBN 5-93542-031-7

© ФГНУ «РосНИИПМ», 2010

© Авторы, 2010

© Оформление.

ФГНУ «РосНИИПМ», 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Докучаева Л. М., Стратинская Э. Н.</b> Оценка эффективности использования орошаемых земель на основе бонитета почв и поправочных коэффициентов.....	6
<b>Докучаева Л. М., Юркова Р. Е., Стратинская Э. Н.</b> Организация системы циклического орошения .....	12
<b>Юркова Р. Е., Усанина Т. В.</b> Основные показатели оценки состояния почвенного покрова орошаемых земель для определения фаз циклического орошения.....	16
<b>Воеводина Л. А.</b> Солевой режим почв при капельном орошении водой повышенной минерализации .....	22
<b>Воеводина Л. А.</b> Повышение эффективности использования азота при капельном орошении.....	27
<b>Ольгаренко И. В., Захарченко Н. С.</b> Нормирование эксплуатационных режимов орошения сельскохозяйственных культур с использованием комплексной гидрометеорологической информации .....	33
<b>Калиниченко В. П., Солнцева Н. Г., Сковпень А. Н., Черненко В. В., Болдырев А. А.</b> Внутрипочвенный способ полива на основе дискретизации во времени и пространстве подачи воды в почву .....	38
<b>Хаджиди А. Е., Шаповалова О. В.</b> Комплекс природоохранных мероприятий при орошении очищенными сточными водами консервного завода .....	42
<b>Селицкий С. А.</b> Виды деградации земель сельскохозяйственного назначения аридной и гумидной зон России.....	46
<b>Акопян А. В., Козликина А. С.</b> Интегральная оценка степени деградации черноземов Ростовской области.....	52
<b>Калиниченко В. П., Солнцева Н. Г., Сковпень А. Н., Черненко В. В., Болдырев А. А.</b> Деградация черноземов и каштановых почв в условиях долгосрочной ирригации .....	58
<b>Селицкий С. А., Андреева Т. П.</b> Приемы ускоренного восстановления продуктивности деградированных земель.....	62
<b>Балакай Н. И., Брежнев В. И.</b> Основные требования при разработке почвозащитных мероприятий на различных типах агроландшафтов.....	67

<b>Докучаева Л. М., Долина Е. В.</b> Усовершенствование способов мелиорации солонцовых почв при орошении.....	72
<b>Долина Е. В.</b> Физико-химические свойства чернозема обыкновенного, промелиорированного удобрительно-мелиорирующими компостами .....	76
<b>Юркова Р. Е., Долина Е. В.</b> Эффективность органо-минеральных компостов при инактивации тяжелых металлов в черноземах обыкновенных террасовых.....	82
<b>Бабичев А. Н., Монастырский В. А.</b> Эффективность применения сидератов на орошаемых землях Ростовской области.....	88
<b>Балакай Н. И.</b> Мероприятия по снижению водной эрозии почв .....	93
<b>Васильев С. М., Козликина А. С.</b> Оценка комплекса противоэрозионных мероприятий на основе выведенной математической модели .....	99
<b>Митяева Л. А.</b> Применение данных ДЗЗ при анализе почв, нарушенных процессами ирригационной эрозии .....	101
<b>Субботина М. А.</b> Противоэрозионная технология орошения склоновых земель Ростовской области.....	106
<b>Васильев С. М., Митяева Л. А.</b> Разработка противоэрозионного мероприятия с использованием картографического районирования территории .....	109
<b>Субботина М. А.</b> Применение гасителя энергии водного потока на оросительных каналах Ростовской области .....	114
<b>Митяева Л. А.</b> Изучение процессов ирригационного смыва с применением картографического метода .....	119
<b>Калиниченко В. П., Черненко В. В., Суковатов В. А.</b> Переувлажнение ирригационно обусловленного ландшафта на примере Хомутовского урочища.....	123
<b>Штанько А. С.</b> Обоснование эрозионнобезопасной рабочей скорости дождевальная машины ДКФ-1П.....	127
<b>Рычкова М. И.</b> Ресурсосберегающая система основной обработки каштановых почв в условиях орошения.....	132
<b>Турчин В. В.</b> Проблемы методологии оценки калийного режима черноземных почв.....	138
<b>Боршевская О. А., Миронченко М. С.</b> Рисоводство – одно из перспективных направлений сельскохозяйственной отрасли .	141

<b>Борешевская О. А.</b> Мелиоративное состояние рисовых чеков в Ростовской области и мероприятия по его улучшению .....	145
<b>Миронченко М. С.</b> Критическая глубина грунтовых вод на рисовых оросительных системах Ростовской области .....	148
<b>Селицкий С. А., Егорова О. В.</b> Повышение продуктивности орошаемого гектара при выращивании кормовых культур .....	151
<b>Егорова О. В., Бабичев А. Н., Андреева Т. П.</b> Организация высокопродуктивных многовидовых агрофитоценозов многолетних трав.....	156
<b>Селицкий С. А., Егорова О. В.</b> Особенности агротехники многокомпонентных кормосмесей на орошении .....	162
<b>Сенчуков Г. А., Пономарева А. И.</b> Эффективность яровой тритикале в горохо-злаковых кормосмесях летнего посева при орошении .....	166
<b>Кулыгин В. А., Бабичев А. Н., Воеводина Л. А.</b> Основные направления ресурсосбережения при возделывании овощных культур и картофеля в условиях орошения .....	171
<b>Бабичев А. Н.</b> Урожайность, водопотребление и коэффициент водопотребления овощных культур на орошаемых землях Предгорной зоны Ставропольского края.....	178
<b>Ольгаренко И. В.</b> Оценка экономической, энергетической и экологической эффективности режимов орошения сельскохозяйственных культур.....	181
<b>Андреева Т. П., Докучаева Л. М., Стратинская Э. Н.</b> Экономическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур при снижении искусственной водной нагрузки .....	185
<b>Усанина Т. В.</b> Прогноз экономического эффекта от совершенствования технологии освоения почв солонцовых комплексов .....	189
<b>Пономарева А. И.</b> Экономическое обоснование режима орошения горохо-тритикалевой кормосмеси летнего посева .....	194
<b>Васильев С. М., Сафарова Н. И.</b> Пути повышения экономической эффективности использования орошаемых земель .....	199

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОСНОВЕ БОНИТЕТА ПОЧВ И ПОПРАВОЧНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ**

На юге России, где расположено практически все сельскохозяйственное производство орошаемого земледелия Российской Федерации, имеет место снижение показателей урожайности сельскохозяйственных культур, их резкое несоответствие проектным данным. Например, в Ростовской области за последнее десятилетие снижение фактической урожайности сельскохозяйственных культур по сравнению с проектной, в среднем, составило: на зерновых – 28 %, озимой пшенице – 19 %, овощах – 50 %, многолетних травах на зеленый корм – 57 %, кукурузе на силос – 60 % [1]. Прежде всего, это связано с потерей почвенного плодородия орошаемых земель. Об этом свидетельствуют расчеты фактического бонитета почв с учетом поправочных коэффициентов на изменение свойств почв при антропогенном воздействии, в частности, орошения (таблица 1).

Бонитет почв – условный показатель (балл), применяемый для сравнительной оценки почв по их плодородию в почвоведении [2]. Он рассчитывается при выполнении работ по бонитировке почв. Это оценка качеств почв по их продуктивности, построенная на объективных признаках и свойствах самих почв, наиболее важных для роста и развития сельскохозяйственных культур и коррелирующих с их средней многолетней урожайностью, при сопоставимом уровне земледелия. Бонитировка почв проводится по земельным участкам для конкретных хозяйств, отдельных регионов и для территории страны в целом [2].

На настоящий момент существует множество шкал бонитировки почв, по которым можно предварительно определить бонитет почв.

Но в процессе освоения земель свойства почв изменяются, и баллы бонитета почв необходимо корректировать. Обычно это осуществляется с помощью использования поправочных коэффициентов.

Таблица 1

## Оценка эффективности использования орошаемых земель и мероприятия по повышению их плодородия

Почвы	Балл поч- вы по зо- нальности	Свойства почв после длительного орошения	Поправоч- ные коэф- фициенты на свойства	Балл почвы с учетом попра- вочных коэф- фициентов	Коэффициент изменения свойств почв	Мероприятия
1	2	3	4	5	6	7
Обыкновенный чернозем (ГП «Батайское» Ак- сайского района)	94	Минерализация поливной во- ды – 1,71 г/л. Поглощенный Na – 6 %. Плотность – 1,33 т/м <sup>3</sup> . Водопрочность – 28 %. Гумус – 3,8 %. Обеспеченность питательными элементами – низкая.	0,7 0,8-0,9 0,75 0,75 0,75	49	1,92	Химическая комплексная ме- лиорация с применением удобрительно-мелиорирую- щих компостов и смесей
Обыкновенный чернозем (ОПХ «РООМС» Бага- евского района)	110	УГВ – 2 м. Минерализация грунтовых вод – 8 г/дм <sup>2</sup> . Гумус – 3,7 %. Водопроницаемость – 35 %. Плотность – 1,25 т/м <sup>3</sup> .	0,9 0,9 0,8 0,8 0,75	66	1,67	Понижение УГВ, мелиора- тивные обработки с внесени- ем профилактических доз удобрительно-мелиорирую- щих средств
Обыкновенный чернозем (ООО «Приазовье» Не- клиновского района)	100	Щелочность – 1,2 мг-экв./100 г. Поглощенный Na – 5 %. Плотность – 1,20 т/м <sup>3</sup> . Водопроницаемость – 20 %. Гумус – 3,6 %. Обеспеченность питательными элементами – низкая.	0,86 0,75 0,75 0,80 0,80	56	1,79	Химическая и комплексная мелиорации. Лучше прово- дить удобрительно-мелио- рирующими средствами или осуществлять последова- тельное внесение мелиоран- тов и органики
Южный черно- зем (ООО «Фрунзе» Саль- ского района)	82	Щелочность – 1,33 мг-экв./100 г. Поглощенный Na – 10 %. Гумус – 3,48.	0,85 0,70 0,75	43	1,91	Химическая и комплексная мелиорации. Лучше прово- дить удобрительно-мелио- рирующими средствами или осуществлять последова- тельное внесение мелиоран- тов и органики

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Темноцветные луговые почвы ООО «Луговой» Октябрьского района	70	УГВ – 2 м. Минерализация грунтовых вод – 10 г/дм <sup>3</sup> . Плотность – 1,27 т/м <sup>3</sup> . Водопроницаемость – 30 %. Гумус – 2,6 %.	0,9 0,8 0,8 0,85 0,75	42	1,67	Понижение уровня грунтовых вод. Химическая и комплексная мелиорации

Таблица 2

### Поправочные коэффициенты к физическим и физико-химическим свойствам орошаемых почв

Плотность почв		Водопрочность <sup>*)</sup> в пахотном слое (0-30 см)		Засоление в метровом слое [2, 3, 6]		Солонцеватость в метровом слое		Токсичная щелочность	
оценка и т/м <sup>3</sup>	K <sub>п</sub>	оценка и %	K <sub>п</sub>	степень	K <sub>п</sub>	степень и % Na	K <sub>п</sub>	степень и (НСО <sub>3</sub> – Ca) + Na + Mg, мг-экв. /100 г	K <sub>п</sub>
свежевспаханная, вспушена, 1,0-1,1	1	хорошая, 40-75	1	незасоленные	1	несолонцеватые < 5 – высокогумусные < 3 – малогумусные	1	нещелочные и слабощелочные, < 10	1
уплотнена, 1,1-1,2	0,9-0,8	удовлетворительная, 40-20	0,9-0,8	слабо засоленные	0,9-0,8	слабосолонцеватые 5-10 – высокогумусные 3-5 – малогумусные	0,8 0,9	среднещелочные, 1-1,6	0,9-0,8
сильно уплотнена, 1,2-1,4	0,8-0,7	неудовлетворительная, 20-10	0,8-0,7	средне засоленные	0,75-0,7	среднесолонцеватые 10-15 – высокогумусные 5-10 – малогумусные	0,75 0,70	сильнощелочные, 1,6-2,0	0,8-0,7
очень сильно уплотнена, > 1,4	0,7-0,6	отсутствует, < 10	0,7-0,6	сильно засоленные	0,6-0,55	сильносолонцеватые 15-20 – высокогумусные 10-15 – малогумусные	0,60 0,65	очень сильнощелочные, > 2,0	0,7-0,6

Примечание: \*) водопрочность – сумма водопрочных агрегатов > 0,25 % (метод Саввинова).



Баллы бонитета исследуемых почв по зональности взяты из рабочей оценочной шкалы для определения предварительных баллов бонитета почв Ростовской области. Для расчета фактического бонитета почв на данный момент нами отбирались образцы почв по типичным участкам различных видов почв. Анализы проведены в эколого-аналитической лаборатории ФГНУ «РосНИИПМ». В таблицу 1 помещены только те показатели свойств почв, которые характеризуют негативные свойства.

Поправочные коэффициенты взяты из таблиц 2-4, составленных нами на основе исследований многих ученых [1], при использовании существующих классификаций по показателям почв (таблицы 3, 4) [4-5].

Таблица 3

### Поправочные коэффициенты к агрохимическим свойствам почв

Гумус в минеральном профиле почв		Тип гумуса		Обеспеченность питательными элементами		Наличие загрязнителей	
степень, %	$K_p$	$\frac{C_{г.к.}}{C_{ф.к.}}$	$K_p$	уровень	$K_p$	степень загрязнения	$K_p$
высокое > 6	1	гуматный > 2	1	высокий	1	ниже ПДК	1
среднее 6-4	0,9-0,8	фульватно-гуматный 2-1	0,9-0,8	средний	0,9-0,8	выше ПДК до 2 загрязнителей	0,9-0,8
низкое 4-2	0,8-0,7	гуматно-фульватный 1-0,5	0,8-0,7	низкий	0,8-0,7	выше ПДК на 2-4 загрязнителя	0,8-0,7
очень низкое < 2	0,7-0,6	фульватный < 0,5	0,8-0,6	очень низкий	0,7-0,6	выше ПДК на > 4 загрязнителей	0,7-0,6

Таблица 4

### Баллы снижения и поправочные коэффициенты на качество поливной воды, глубину и минерализацию грунтовых вод

Качество поливной воды			Глубина грунтовых вод			Минерализация поливной воды		
класс	балл	$K_p$	м	балл	$K_p$	г/л	балл	$K_p$
I	0	1	> 3	0	1	< 1	0	1
II	4	0,9	2-3	4	0,9	1-6	4	0,9
III	8	0,8	1,5-2,0	8	0,8	6-10	8	0,8
IV	12	0,7	< 1,5	12	0,7	> 10	12	0,7

Известно, что при орошении к наиболее неблагоприятным процессам относятся ощелачивание, осолонцевание, вторичное засоление, дегумификация, переувлажнение. Эти процессы обусловлены,

в основном, тремя факторами: минерализацией и низким качеством поливных вод, близким залеганием грунтовых вод, поэтому при наличии таких явлений следует делать поправки в бонитет почв именно на эти показатели. Карманов И. И. предлагает для слабозасоленных почв снижать балл на 4, средnezасоленных – на 8, сильнозасоленных – 12 [4]. Такой же подход нами определен и для показателей, вызывающих негативные почвенные процессы, то есть каждую градацию снижать на 4 балла, или, взяв лучший показатель за 1, на остальные сделать поправки в виде коэффициентов (таблица 4).

После определения свойств почв исследуемых участков, нами было выявлено, что, по многим показателям, они имеют отрицательные результаты. Например, на участках ОПХ «РООМС» и ООО «Луговой» близко расположены минерализованные грунтовые воды. Большинство почв уплотнено, в них отсутствуют водопрочные агрегаты; почвы обладают щелочностью и солонцеватостью, имеют низкое содержание гумуса и питательных элементов.

Исходя из этого, было получено много поправочных коэффициентов (таблица 1). Но поправочными коэффициентами к существующим по зональности бонитировочным шкалам следует пользоваться очень осторожно. Так, Карманов И. И. и другие специалисты, занимающиеся оценкой земель, считают, что одновременное использование нескольких поправочных коэффициентов (не более 2-3) можно допускать только в тех случаях, если они близки к 1 (0,8-0,9 и более). Баллы бонитета почв, приобретающих ряд отрицательных свойств, корректируются не более чем двумя поправками, далекими от 1 (0,7-0,6) [4].

В исследуемых почвах нами взяты по две поправки с наименьшими коэффициентами. В результате расчетов фактический балл бонитетов почв оказался на 40-48 % ниже, чем зональный. Это уже указывает на неэффективное использование земель, связанное с ухудшением почвенно-мелиоративного состояния, что подтверждается коэффициентом изменения свойств почв ( $K_{\text{св. п.}}$ ), который определяется отношением балла зонального к баллу фактического бонитета почв.

$K_{\text{св. п.}}$ , составляющий  $> 1,5$  единиц, свидетельствует о снижении эффективности использования орошаемых земель, поэтому следует направлять усилия на восстановление их плодородия.

В таблице 1 представлены  $K_{\text{св. п.}}$ , которые, по всем исследуемым почвам, составляют более 1,5 единиц. Согласно свойствам почв, нами

рекомендован комплекс мероприятий, который представлен в этой же таблице. Основные из них – понижение уровня грунтовых вод на участках, где их глубина превышает 2 м, и проведение комплексной мелиорации, так как орошаемые земли в большей своей части подверглись ощелачиванию и осолонцеванию, которые можно устранить внесением химических мелиорантов, а разуплотнить орошаемые почвы возможно только мелиоративными обработками, поэтому предпочтение отдается комплексным мелиорациям.

Одним из неблагоприятных факторов также является дегумификация почв, то есть снижение общего содержания гумуса и изменение его качественного состава. Исправить этот процесс можно внесением органики, но так как в чистом виде навоз или птичий помет подщелачивают почву, то нами рекомендуются удобрительно-мелиорирующие средства, которые при разовом внесении одновременно обогащают почву кальцием, снижают щелочность и солонцеватость и способствуют накоплению качественного гумуса.

Таким образом, оценку эффективности использования орошаемых земель во времени можно проводить по баллу бонитета почв с использованием поправочных коэффициентов на изменение свойств почв или по коэффициенту изменения свойств почв, который определяется отношением балла бонитета почв (зональный или на определенный период) к фактическому бонитету почв на данный момент.  $K_{св. п.}$ , составляющий  $> 1,5$  единиц, свидетельствует о снижении эффективности использования орошаемых земель и о необходимости проведения соответствующих мероприятий по восстановлению почвенного плодородия и мелиоративного состояния орошаемых земель.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Разработать рекомендации «Комплекс показателей эффективности использования мелиорированных земель»: отчет о НИР (заключ.): 3.4 / ФГНУ «РосНИИПМ»; рук. В. А. Кулыгин, Л. М. Докучаева. – Новочеркасск, 2004. – 88 с. – № ГР 0120.0500830. – Инв. № 0220.0500549.

2 Мелиоративная энциклопедия. – Т. 1. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 143 с.

3 Гаврилюк Ф. Я. Бонитировка почв. – М.: Высшая школа, 1974. – 143 с.

4 Карманов И. И. Бонитировка почв на основе почвенно-экологических показателей / И. И. Карманов, Т. А. Фриев // Земледелие. – 1982. – № 5. – С. 18-22.

5 Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / Л. М. Державин, Д. С. Булгаков [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.

УДК 631.67«5»:631.452

Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, Э. Н. Стратинская  
(ФГНУ «РосНИИПМ»)

## **ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЦИКЛИЧЕСКОГО ОРОШЕНИЯ**

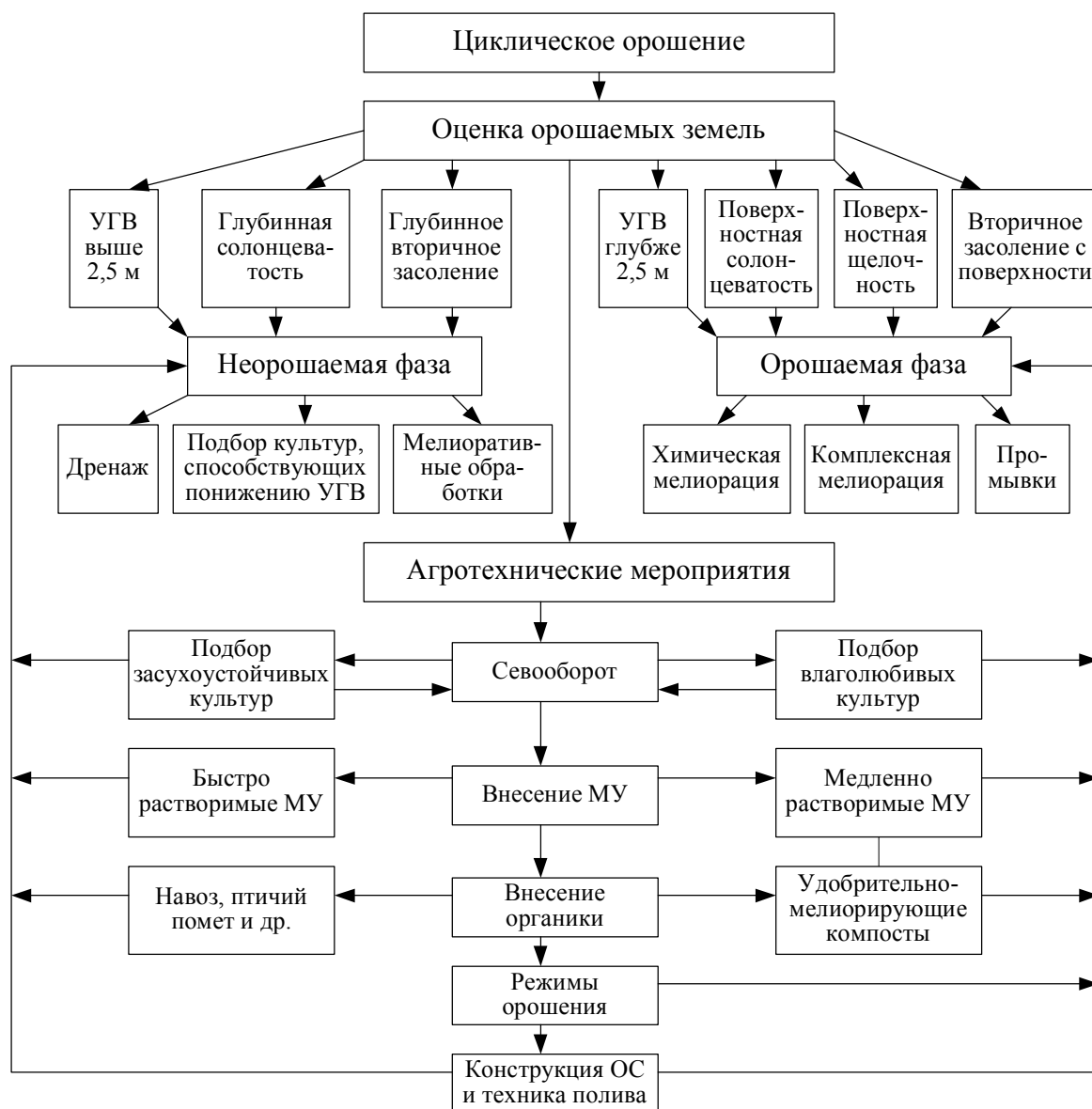
При регулярном орошении на юге России, где почвы сформировались на базе тяжелых грунтов (глины и суглинка), существующие методы расчета оросительных норм и обоснование режимов орошения для сельскохозяйственных культур были направлены на полное удовлетворение потребностей растений во влаге, но совсем не учитывались требования почв к оптимизации почвенных процессов. Вследствие того, что орошаемые почвы при таком типе орошения находятся практически в условиях постоянного анаэробноза, возникают деградационные процессы – переувлажнение и заболачивание, вторичное засоление, осолонцевание, ощелачивание, дегумификация, нитрификация и другие.

Условий для оптимизации почвенных процессов при регулярном орошении создать невозможно из-за постоянного переувлажнения почв, поэтому требовалась разработка нового вида орошения.

На настоящий момент этот вид орошения формируется как циклический. Циклическое орошение представляет собой новое направление в развитии орошаемого земледелия и подразумевает последовательное использование земель в орошаемом и неорошаемом режимах.

Поскольку циклический вид орошения включает два режима орошения освоения земель – орошаемый и неорошаемый разработан комплекс мероприятий отдельно для каждого режима (рисунок 1).

Обоснование выбора мероприятий должно начинаться с оценки состояния орошаемого массива. Для этих целей используются показатели и критерии состояния почв. Затем, согласно критериям, следует выбрать начальную и последующие фазы циклического орошения.



**Рис. 1. Схема циклического орошения и мероприятий, проводимых в каждую из его фаз**

При УГВ выше 2,5 м, содержании поглощенного натрия  $> 5 \%$  или уровня засоленности в раскладке по ионам на глубине свыше 40 см, необходимо переходить в неорошаемую фазу.

Если УГВ глубже 2,5 м, присутствует солонцеватость, засоленность или токсичная щелочность с поверхности, то требуется орошение с проведением мелиоративных мероприятий.

На наш взгляд, если орошаемый массив подвергается переувлажнению, глубинному вторичному засолению и осолонцеванию в результате близкого залегания грунтовых вод, его освоение следует начинать с неорошаемой фазы. Необходимо осуществить работы по строительству или реконструкции коллекторно-дренажной сети, про-

вести посев культур, способствующих понижению УГВ. К таким культурам относятся люцерна, различные травосмеси, озимые зерновые и другие культуры с мощной глубокой корневой системой. Для снижения уплотнения и улучшения аэрации необходимо проведение мелиоративных обработок.

Если на участке грунтовые воды находятся глубже критических величин, но присутствует поверхностная солонцеватость и щелочность, необходимо для ускорения восстановительных процессов по повышению плодородия почв проводить химическую и комплексную мелиорации. Они должны осуществляться в орошаемую фазу, поскольку в результате внесения химических мелиорантов получают продукты реакции, которые должны быть удалены из мелиорируемого слоя. Оросительная вода способствует быстрому их растворению и лучшей миграции вглубь.

Следующим этапом в организации системы циклического орошения является проведение агромелиоративных мероприятий. Согласно блок-схеме, эти мероприятия, в первую очередь, заключаются в построении севооборотов для земель, осваиваемых в условиях циклического орошения.

При циклическом орошении сохраняются 7-8-польные зерно-кормовые севообороты, насыщенные многолетними травами, пожнивными и промежуточными культурами. В таких севооборотах зерновые и технические культуры можно будет выращивать в неорошаемом режиме, а кормовые – в орошаемом. В таких севооборотах также 1, 2 поля можно будет оставлять для овощей.

В период регулярного орошения овощные севообороты были 4-х и 5-польные с обязательным выращиванием трав. Если будут подобраны засухоустойчивые многолетние травы, можно будет сохранить с такой ротацией севообороты и при циклическом орошении.

Особое внимание должно быть уделено подбору влаголюбивых и засухоустойчивых культур для севооборотов, так как:

- севооборот составляется таким образом, чтобы не терялась продуктивность массива;

- каждая культура выполняет не только свою роль предшественника (определяя запасы гумуса, азота, фосфора и других элементов плодородия), но и играет противозерозионную и санитарно-защитную роль.

Для получения высоких урожаев необходимо учитывать требования культур (влаголюбивых и засухоустойчивых) к условиям произрастания:

- глубина проникновения корней,
- УГВ,
- требования к органике,
- предшественники,
- рН почвенной среды,
- сроки посева и уборки,
- соле- и солонцеустойчивость,
- продолжительность вегетационного периода,
- урожайность, количество ПКО.

Главное предназначение циклического орошения не только стабилизировать мелиоративное состояние, но и оптимизировать гумусное состояние и питательный режим.

Разложение и гумификация органических материалов в почве протекает по двум направлениям – анаэробному и аэробному. При аэробном разложении всегда получаются продукты вполне окисленные, как например, вода, угольная, азотная, фосфорная, серная и другие кислоты, которые, реагируя с основаниями, дают различные соли, идущие на питание растений; при анаэробном процессе, протекающем в бескислородной среде, образуются различного рода недоокисленные соединения, такие например, как метан, фосфористый водород, сероводород, аммиак и др., большинство из которых являются ядовитыми для корней культурных растений.

Отсюда следует, что оптимизация гумусного состояния будет происходить, в основном, в неорошаемом режиме, но при орошаемом режиме должно накопиться достаточное количество пожнивно-корневых остатков за счет более высоких урожаев, получаемых при орошении.

Соответствующий питательный режим необходимо поддерживать и в неорошаемую, и в орошаемую фазу. Но внесение органики в чистом виде при орошении приводит к подщелачиванию почвы, поэтому органика должна вноситься только в неорошаемую фазу, а в орошаемую – удобрительно-мелиорирующие или органоминеральные компосты и смеси, которые содержат вещества, устраняющие щелочность и солонцеватость.

При внесении минеральных удобрений надо учитывать, что быстрорастворимые минеральные удобрения лучше вносить в неорошаемую фазу, а постепенно растворимые, то есть сложные, – в орошаемую, так как быстрорастворимые активно вымываются оросительной водой.

Оросительные нормы и режимы орошения, разработанные для регулярного орошения, видимо, можно использовать и для циклического, так как они полностью удовлетворяют потребности культуры в воде в целях получения высокого урожая. Конструкция ОС и техника, используемая для полива, должна учитывать присутствие как неорошаемой и орошаемой фазы и должна соответствовать определенным экологическим требованиям, способствовать снижению поливных норм. Исследования РосНИИПМ показали, что снижение расчетных поливных норм на 20 % не сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур, но улучшает свойства почв.

Таким образом, для рационального использования водных ресурсов, сохранения и восстановления почвенного плодородия необходимо применение нового вида орошения – циклического, использование которого позволит ослабить воздействие негативных процессов на почвенное плодородие путем установления продолжительности орошаемых и неорошаемых фаз, чередования культур в севооборотах, а также обоснования приемов, ускоряющих восстановление плодородия почв, и сроков их осуществления, либо в неорошаемом, либо в орошаемом режимах.

УДК 631.67:5

**Р. Е. Юркова, Т. В. Усанина (ФГНУ «РосНИИПМ»)**

### **ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗ ЦИКЛИЧЕСКОГО ОРОШЕНИЯ**

Эколого-экономическая оценка целесообразности мелиорации почв, адаптация способов мелиорации к почвенному покрову конкретного ландшафта каждой природной зоне, экологическая защита его элементов от деградации, выбор наиболее щадящих систем использования мелиорированных почв являются наиболее актуальными проблемами мелиорации почв [1].

Имеющийся опыт орошения земель в степной и сухостепной зонах далеко не однозначен. Экономическая эффективность орошения



обеспечивается при возделывании отзывчивых на поливы культур, прежде всего на более легких почвах и в годы с недостаточным увлажнением. Применение орошения обеспечивает стабильность земледелия, снижение колебаний урожайности сельскохозяйственных культур по годам, что в условиях интенсивного ведения хозяйства является не менее важным фактором, чем увеличение продуктивности почв [2].

В то же время несовершенство оросительной техники и периодические длительные или кратковременные переполивы приводят к возникновению неблагоприятных процессов в орошаемых почвах. При этом отмечено, если почва обладает более высоким плодородием, она быстрее его теряет при негативном стечении обстоятельств.

Считалось, что высокий уровень плодородия черноземов в условиях богарного земледелия автоматически сохранится и в условиях орошаемого земледелия. Не учитывалось, что при орошении формируются уже другие почвы в соответствии с новыми условиями почвообразования. При этом большое влияние оказывают подстилающие породы, гидрогеологические условия, которые при богарном земледелии не влияют на развитие почв.

Изменения гидрогеологических условий на орошаемых землях проявляются в первые годы с начала их использования. Так, на Азовской ОС, где почвенно-гидрологические условия были отрицательными для проведения массивного орошения, грунтовые воды в первые 5 лет поднимались в год на 0,2-0,4 м. Достигнув критических величин, их глубина стабилизировалась, но потребовались колоссальные затраты на реконструкцию системы и постройку дренажа.

Влияние орошения на почвообразовательный процесс, в связи с буферностью почв, происходит медленнее, однако вызывает более глубокие изменения, затрагивая даже минералогический состав [3, 4].

Особую озабоченность вызывают процессы осолонцевания и ощелачивания. Осолонцевание подразделяется на 2 вида: глубинное – за счет близкого залегания грунтовых вод, приводящее к ухудшению фильтрационных свойств почвогрунтов; и поверхностное, связанное с поливами слабоминерализованными водами сульфатно-натриевого состава. Наши исследования показали, что на Миусской системе уже через 5 лет орошения слабоминерализованными водами высокоплодородные обыкновенные черноземы превратились в почвы со средней солонцеватостью.

Обыкновенный чернозем Азовской ОС был подвергнут как поверхностному, так и глубинному осолонцеванию, а в обыкновенном черноземе Багаевско-Садковской ОС идут процессы глубинного осолонцевания.

Все эти примеры свидетельствуют о неадекватности протекающих при орошении почвенных процессов как в качественных и количественных показателях, так и во времени, поэтому своевременный контроль за состоянием орошаемых земель очень важен для принятия управленческих решений, в том числе для выбора фаз циклического орошения.

Определить состояние почв позволят показатели деградации орошаемых земель, составленные на основе собственных многолетних исследований и привлечения материалов исследователей, работающих в этом направлении – Кирейчевой Л. В., Парфеновой Н. И., Карманова И. И., Зимовца Б. А. и др. (таблица) [3, 5-9].

Правильная оценка состояния плодородия почв во многом зависит от четкого представления о предельно допустимых (ПДП) и оптимальных параметрах (ОП) основных его показателей и применения на этой основе эффективной системы управления плодородием почв.

Оптимальные параметры близки по своим показателям к неорошаемым аналогам, а предельно допустимые на 20-30 % ниже (выше) оптимальных.

Помимо показателей, отраженных в таблицах, важно знать уровни грунтовых вод и урожайность сельскохозяйственных культур. Оптимальный уровень грунтовых вод при минерализации  $< 3,0$  г/л должен составлять  $> 3,0$  м, а при минерализации  $\geq 3,0$  г/л – 5,0 м, при предельно-допустимом параметре соответственно 2-3 и 3-5 м [9].

Поскольку черноземы обыкновенные самые плодородные почвы, их параметры изменения более жесткие, чем у черноземов южных, которые чаще всего располагаются в комплексе с солонцами или у каштановых почв, представляющих с солонцами комплексный покров. Когда почвы достигают ПДП, необходимо предпринимать соответствующие меры по снижению деградации. Например, при поднятии грунтовых вод до 2 м – прекратить орошение и перевести почвы в неорошаемые условия с возделыванием культур, понижающих УГВ. При увеличении плотности почв до уровня ПДП, необходимо пересмотреть способы обработки почв и, возможно, провести унавоживание почв.

**Предельно допустимые и оптимальные параметры орошаемых почв Ростовской области  
(слой почвы 0-40 см)**

Показатели	Обыкновенные				Комплексный покров				Комплексный покров			
	предкавказские, орошаемые пресной водой		североприазовские, орошаемые слабо-минерализованной водой		южные черноземы		солонцы мелиорированные		каштановые почвы		солонцы мелиорированные	
	ОП	ПДП	ОП	ПДП	ОП	ПДП	ОП	ПДП	ОП	ПДП	ОП	ПДП
Агрофизические: - плотность, т/м <sup>3</sup> ; - водопрочность, %; - водопроницаемость, мм/мин	< 1,15 > 40	1,15-1,25 30-40	1,20-1,25 > 30-40	< 1,20 20-30	< 1,2 > 40	1,20-1,25 30-40	< 1,25 > 30	1,25-1,30 20-30	< 1,25 > 40	1,25-1,3 30-40	< 1,3 > 30	1,3-1,35 20-30
Физико-химические (токсичные соли, (%): - с участием соды; - без соды	< 0,10 < 0,05	0,10-0,15 0,05-0,12	< 0,15 < 0,10	0,15-0,25 0,10-0,25	< 0,10 < 0,05	0,10-0,15 0,05-0,12	< 0,15 < 0,10	0,15-0,25 0,10-0,25	< 0,10 < 0,005	0,10-0,15 0,005-0,15	< 0,15 < 0,10	0,15-0,25 0,10-0,25
Токсичная щелочность, мг-экв./100 г	< 0,7	0,7-1,0	< 1,0	1,0-1,2	< 0,7	0,7-1,0	< 1,0	1,0-1,2	< 0,7	0,7-1,0	< 1,0	1,0-1,2
Почвенно-поглощающий комплекс, (%): - кальций; - магний; - натрий	> 85 < 15 < 1	85-80 15-20 1-3	> 80 < 20 < 3	80-75 20-25 3-5	> 80 < 20 < 3	80-75 20-15 3-5	> 75 < 25 < 5	70-75 20-25 5-7	> 80 < 20 < 3	80-75 20-15 3-5	> 75 < 25 < 5	70-75 20-25 5-7
Агροхимические: - гумус, %; - Сг. к : Сф. к	> 4,4 > 2,0	3,8-4,0 2,0-1,7	> 4,2 2,0-1,5	3,6-3,8 1,5-1,0	> 3,4 > 1,5	3,4-3,0 1,5-1,0	> 2,5 > 1,0	2,5-2,0 1,0-0,8	> 2,5 > 1,5	2,5-2,2 1,5-1,0	> 2,2 > 1,0	2,2-2,0 1,0-0,8
Подвижный фосфор, мг/100 г	> 4,5	3,8-4,5	> 4,5	3,1-4,5	> 4,5	3,8-4,5	> 3,5	3,5-3,0	> 4,0	4,0-3,6	> 3,5	3,5-3,0
Обменный калий, мг/100 г	> 50	50-35	> 45	45-40	> 4,5	45-40	> 40	40-35	> 40	40-35	> 35	35-30

При содержании токсичных солей и обменного натрия на уровне слабой деградации перейти на выращивание соле- и солонцеустойчивых культур в неорошаемую фазу.

Однако при достижении показателей щелочности и солонцеватости, соответствующих уровню ПДП, провести мелиорацию земель гипсом и другими гипсосодержащими веществами в профилактических дозах – 4-5 т/га. Эти приемы должны быть проведены непременно в фазу орошения, так как химические реакции по обмену натрия на кальций проходят во влажных условиях, а затем требуется дополнительная промывка продуктов этих реакций.

При снижении гумуса необходимо создать соответствующие условия для биохимической деятельности микроорганизмов в сторону синтеза, что усиливает гумификацию. Даже при кратковременном внедрении в процесс анаэробных условий, что бывает при переполивках, гумификация ослабевает. Поэтому лучшие условия для гумификации – это богарные, они соответствуют природным факторам, при которых формировались почвы в естественных условиях. Но для деятельности микроорганизмов требуется свежее органическое вещество, поэтому следует выращивать культуры, которые дают много пожнивно-корневых остатков (многолетние травы), либо заправлять почву органикой, использовать зеленое удобрение (сидераты) или запахивать измельченную солому.

Таким образом, разработанные показатели состояния почв позволяют предусмотреть мероприятия по воспроизводству плодородия почв и определить, в какую фазу (орошаемую или неорошаемую) циклического орошения их проводить.

Для выбора фаз циклического орошения можно использовать критерии благополучного экологического состояния почв и ландшафтов степной и сухостепной зон [10].

Также специалистами «РосНИИПМ» в случае применения циклического орошения предлагается система показателей, оценивающих уровни состояния почв, разработанных только для черноземов надпойменных террас [11]. В системе рассматриваются агрофизические, физико-химические и агрохимические свойства почв, но кроме этого учитывается эрозионная опасность и загрязнение почв тяжелыми металлами.

По степени деградации земель оценивается уровень состояния почв – высокий, средний, низкий. В соответствии с этими уровнями и представлены показатели состояния почв.

Согласно данной разработке, при циклическом чередовании орошаемого и неорошаемого земледелия для влаголюбивых и засухоустойчивых культур на деградированных орошаемых участках, составляющих от 10 % до 20 % от всей площади орошаемых черноземов, в системе севооборота на 2-3 года предлагается выводить влаголюбивые культуры. В результате ожидается понижение уровня грунтовых вод и снижение вторичного засоления черноземов.

Если деградация наблюдается на 20-35 % от всей площади орошаемых черноземов, то в системе севооборота вводятся солеустойчивые культуры, способствующие рассолению пахотного слоя.

При деградации от 35-50 % всей площади орошаемых черноземов вводятся засухо- и солеустойчивые культуры и переводят черноземы в режим богарного земледелия [11].

В результате данный способ мелиорации черноземов обеспечит снижение последствий регулярного длительного орошения почвы и за счет чередования циклов орошения и богары (авт.) позволит сохранить естественное плодородие почв агроландшафтов и обеспечить повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Зайдельман Ф. Р. Современные проблемы мелиорации почв и пути их решения // Почвоведение. – 1994. – №11. – С. 16-23.

2 Ионова З. М. Эффективность орошения в зоне умеренного климата (обзор). – М.: ВНИИТЗагропром, 1988. – 50 с.

3 Кирейчева Л. В. Изменение состава и свойств черноземов при орошении / Л. В. Кирейчева, Л. А. Воронина // Гидротехника и мелиорация. – 1987. – № 10. – С. 50-53.

4 Шалашова О. Ю. Влияние органо-минеральных компостов на плодородие орошаемых обыкновенных черноземов: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / О. Ю. Шалашова. – Новочеркасск, 1999. – 152 с.

5 Парфенова Н. И. Обеспечение плодородия почв как основа устойчивого состояния природных систем при мелиоративной и водохозяйственной деятельности / Научные технологии в мелиорации

(Костяковские чтения). Международ. конф. 30 марта 2005 г.: мат. конф. – М.: Изд. ВНИИА, 2005. – 552 с.

6 Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель при их использовании / Н. С. Скуратов, Л. М. Докучаева, О. Ю. Шалашова. – Новочеркасск, 2000. – 86 с.

7 Карманов И. И. Комплексная оценка плодородия почв // Модели плодородия почв и методы их разработки: сб. науч. тр. / Почвенный институт им. В. В. Докучаева. – М., 1982.

8 Безднина С. Я. Оптимальные параметры мелиоративного режима почв // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – № 11.

9 Зимовец Б. А. Оценка деградации орошаемых почв / Б. А. Зимовец [и др.] // Почвоведение. – 1998. – № 9. – С. 1119-1126.

10 Щедрин В. Н. Орошение сегодня: проблемы и перспективы. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2004. – 225 с.

11 Пат. 2324331 Российская Федерация. Способ мелиорации орошаемых черноземов / В. Н. Щедрин [и др.]. – Бюл. № 14, 2008.

УДК 626.844:631.423.5

Л. А. Воеводина (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ ВОДОЙ ПОВЫШЕННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ**

Капельное орошение является наиболее перспективным способом полива на землях, непригодных для орошения другими способами, а также для небольших участков, его успешно можно применять для устройства поливных участков при использовании местного стока. В то же время водные источники местного стока на юге нашей страны часто характеризуются повышенной минерализацией воды. Влияние такой поливной воды при использовании капельного орошения на почвенное плодородие и солевой режим почв, в частности, требует изучения. Нами были проанализированы два участка, где применялось капельное орошение, и поливная вода имела повышенную минерализацию. Такие участки были расположены в ст. Красюковская и ст. Кривянская (таблица 1).

**Расположение участков по проведению исследований**

Номер участка	Расположение участка	Минерализации поливной воды, мг/л	Химический состав поливной воды
1	ст. Красюковская, Приазовская природно-сельскохозяйственная зона N47,555098° E40,112897°	3294	Сульфатно-натриевый (осень) Хлоридно-сульфатно-натриевый (весна)
2	ст. Кривянская, Приазовская природно-сельскохозяйственная зона N47,393382° E40,148892°	3319	Сульфатно-натриевый

Опытные участки характеризовались аналогичными технологиями возделывания томатов в весенних пленочных теплицах на солнечном обогреве, схожим составом поливной воды и почвенных характеристик. Отличия заключались в том, что осенью 2008 года на участке в ст. Кривянская был проведен комплекс мероприятий по повышению плодородия почв. Комплекс мероприятий 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. Для снижения засоления были внесены рыхлящие материалы (шелуха семечек подсолнечника) с целью снижения относительного количества солей в корнеобитаемом слое, а также для облегчения просачивания воды в осенне-зимне-ранневесенний период.

Для изучения распределения солей в метровом слое почвы на каждом участке были пробурены скважины в трех разных зонах относительно расположения капельной линии: непосредственно под капельницей (О); в зоне максимального накопления солей (примерно 20 см от капельной линии) (М) и в середине междурядья или дорожки, в точке наиболее удаленной от капельной линии (Д).

Результаты исследований показали, что к концу поливного сезона максимальное накопление солей происходит в верхнем слое 0-20 см в зоне М. Содержание солей здесь достигало 0,233 г/100 г почвы в ст. Красюковская и 0,577 г/100 г почвы в ст. Кривянская (таблица 2). Больше количество солей в ст. Кривян-

ская обусловлено тем, что в 2008 году был внесен гипс, который полностью не растворился в течение года после его внесения.

Таблица 2

### Общее содержание солей, г/100 г почвы

Станица Краснокуковская						
Слой почвы, см	Осень 2009 г.			Весна 2010 г.		
				Изменения по отношению к осенним результатам		
	О	М	Д	О	М	Д
0-20	0,075	0,233	0,197	0,049	-0,127	-0,096
20-40	0,111	0,124	0,082	0,012	0,001	0,099
40-60	0,116	0,118	0,090	0,052	0,009	0,165
60-80	0,102	0,113	0,207	0,060	0,034	0,007
80-100	0,110	0,104	0,167	0,076	0,055	0,009
Станица Кривянская						
Слой почвы, см	Осень 2009 г.			Весна 2010 г.		
				Изменения по отношению к осенним результатам		
	О	М	Д	О	М	Д
0-20	0,316	0,577	0,116	-0,194	-0,472	0,003
20-40	0,180	0,283	0,119	-0,054	-0,153	0,031
40-60	0,168	0,177	0,151	-0,031	-0,051	0,011
60-80	0,167	0,160	0,147	-0,015	-0,010	0,036
80-100	0,184	0,182	0,186	-0,003	0,002	0,012
Примечание: *Д – зона минимального влияния капельного орошения, расположенная в середине междурядья; М – зона максимального накопления солей, расположенная примерно на расстоянии 20 см от капельного трубопровода; О – зона, расположенная непосредственно под капельным трубопроводом						

В ст. Краснокуковская тип засоления осенью 2009 года в зоне Д по всем слоям был нейтральным. В зоне М только в слое 40-60 см тип засоления был щелочной. В зоне О щелочному типу засоления соответствовали почвы в слоях с глубины 20 см до глубины 80 см. Весной тип засоления остался щелочным в зоне О в слое 20-40 см и в зоне М в слое 40-60 см. Наибольшие изменения произошли в верхнем слое 0-20 см. В нем тип засоления с нейтрального изменился на щелочной. Изменения в также произошли в слое 20-40 см в зоне М. В зоне О тип засоления изменился в слоях 40-60 см и 60-80 см со щелочного на нейтральный.

В ст. Кривянская тип засоления осенью 2009 года во всех зонах и по всем слоям был нейтральным, кроме самого верхнего слоя 0-20 см в зоне Д, здесь тип засоления был щелочной. Весной тип за-



соления остался щелочным в зоне Д в слое 0-20 см. Изменения типа засоления с нейтрального на щелочной произошли в слоях почвы 20-40 и 40-60 см в зонах О и М. В верхних слоях 0-20 см в зонах О и М изменений типа засоления не произошло. Вероятно, что внесение гипса в верхний двадцатисантиметровый слой почвы способствовало тому, что в весенний период щелочность не наблюдалась.

В ст. Красюковская осенью химизм засоления характеризовался активным присутствием хлоридов. Химизм засоления соответствовал сульфатно-хлоридному, хлоридно-сульфатному и хлоридно-содовому (таблица 3). Весной изменения в химизме засоления произошли практически во всех слоях. Общей тенденцией было уменьшение содержания хлоридов, что выразилось в изменении химизма засоления на сульфатно-содовый, хлоридно-сульфатный и сульфатный.

Таблица 3

### Химизм засоления, ст. Красюковская

Слой почвы, см	Осень 2009 г.			Весна 2010 г.		
	О	М	Д	О	М	Д
0-20	хлоридно-сульфатный	сульфатно-хлоридный	хлоридно-сульфатный	сульфатно-содовый	сульфатно-содовый	сульфатно-содовый
20-40	хлоридно-содовый	сульфатно-хлоридный	сульфатно-хлоридный	сульфатно-содовый	сульфатно-содовый	сульфатный
40-60	хлоридно-содовый	хлоридно-содовый	хлоридно-сульфатный	хлоридно-сульфатный	сульфатно-содовый	сульфатный
60-80	хлоридно-содовый	сульфатно-хлоридный	хлоридно-сульфатный	сульфатно-хлоридный	хлоридно-сульфатный	хлоридно-сульфатный
80-100	хлоридно-сульфатный	сульфатно-хлоридный	хлоридно-сульфатный	хлоридно-сульфатный	сульфатный	хлоридно-сульфатный

Примечание: \*Д – зона минимального влияния капельного орошения, расположенная в середине междурядья; М – зона максимального накопления солей, расположенная примерно на расстоянии 20 см от капельного трубопровода; О – зона, расположенная непосредственно под капельным трубопроводом

В ст. Кривянская осенью химизм засоления в основном соответствовал хлоридно-сульфатному. Исключение составили: слой 20-40 см в зоне О (сульфатно-хлоридный), слой 0-20 см в зоне Д (сульфатно-содовый) и слой 20-40 см в зоне Д (сульфатный). Из приведенных данных видно, что основное влияние было от сульфатного иона, который является доминирующим среди анионов поливной воды, а также был внесен с гипсом. Весной изменения произошли в зонах О и М в слое 20-80 см, здесь также как и в ст. Красюковская от-

мечено уменьшение влияния хлоридов и усиление влияния бикарбонатных ионов  $HCO_3^-$ . Так, сульфатно-хлоридный химизм засоления в слое 20-40 см в зоне О изменился на содово-сульфатный, а хлоридно-сульфатный в слое 40-60 см в зоне О и в слое 20-40 см в зоне М изменился на сульфатно-содовый. Хлоридно-сульфатный химизм засоления в слое 60-80 см в зоне Д изменился на сульфатный.

Таким образом, наибольшим изменениям в течение зимы подверглись слои, расположенные на глубине 20-60 см в зонах О и М, в которых произошли изменения типа и химизма засоления. Вместо нейтрального типа хлоридно-сульфатного химизма засоления здесь стал преобладать щелочной тип засоления сульфатно-содового химизма. В верхнем слое 0-20 см в зонах О и М изменений в типе и химизме засоления не произошло, что, вероятно, обусловлено стабилизирующим действием гипса, внесенного в 2008 году.

В ст. Красюковская степень засоления почвы по сумме солей характеризовалась как очень сильно засоленная в слое 0-20 см в зоне М; слабозасоленными были все нижерасположенные слои в зоне М, а также слой 20-80 см в зоне О и слой 60-80 см в зоне Д. Весной слабозасоленным остался лишь слой 60-80 в зонах О и Д. Остальные слои во всех трех зонах характеризовались как незасоленные. Хотя сумма солей к весне практически не изменилась или незначительно повысилась, за исключением верхнего слоя в зонах М и Д, изменения в химизме засоления повлияли на степень засоления, т.к. более токсичные химизмы с преобладанием хлоридов изменились на менее токсичные с преобладанием сульфатов.

В ст. Кривянская степень засоления почвы по сумме солей в зоне М в слое 0-20 см характеризовалась как средnezасоленная и слабозасоленная в слоях 0-20 и 20-40 см в зоне О и в слое 20-40 см в зоне М. Остальные слои были незасоленными.

По результатам проведенных исследований нами были сделаны некоторые выводы:

1. При капельном поливе водой повышенной минерализации сульфатно-натриевого состава на поверхности почвы формируются зоны с повышенным содержанием солей. Содержание солей в этих зонах может быть значительным и соответствовать сильной степени засоления. Возникновение таких зон обусловлено особенностями распределения воды при капельном способе полива и климатическими

условиями, когда к поверхности почвы устремлен восходящий ток воды.

2. В осенне-зимне-ранневесенний период происходит значительное рассоление верхнего сорокасантиметрового слоя почвы. Содержание солей в почве весной соответствует незасоленному состоянию. Значительно уменьшается содержание хлоридов, что обуславливает изменения химизма засоления на сульфатно-содовый, хлоридно-сульфатный и сульфатный.

3. Рассоление почвы, где не были внесены кальцийсодержащие материалы, сопровождается повышением содержания ионов бикарбоната и изменением типа засоления с нейтрального на щелочной.

4. При использовании воды сульфатно-натриевого состава после поливного периода целесообразно вносить кальцийсодержащие вещества, такие как гипс, предотвращающие появление щелочности.

УДК 626.844:631.84.003.13

**Л. А. Воеводина** (ФГНУ «РосНИИПМ»)

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗОТА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ**

Одним из значимых почвенных показателей, влияющих на качество сельскохозяйственной продукции и экологическую обстановку прилегающих ландшафтов, является содержание нитратов в почве. Содержание нитратов в почве оказывает влияние на содержание нитратов во всем растении и в частности продуктивной части овощного растения. Кроме того, являясь очень подвижными ионами, нитрат-ионы могут быть легко вымыты поливной водой или дождями и при близком залегании грунтовых вод могут загрязнять их.

Опытные участки были расположены в станицах Красюковская и Кривянская, а также в ООО им. Фрунзе Сальского района Ростовской области (таблица 1).

Характерной особенностью капельного орошения является очаговое распределение влаги по площади поля. Такое распределение способствует формированию в почве очагов с показателями, значительно отличающимися друг от друга в пределах небольшой площади вблизи расположения капельной линии. Для изучения распределения нитратов в метровом слое почвы на каждом участке были пробурены

скважины в трех разных зонах относительно расположения капельной линии: непосредственно под капельницей (О); в зоне максимального накопления солей (примерно 20 см от капельной линии) (М) и в середине междурядья или дорожки, в точке наиболее удаленной от капельной линии (Д). На поверхности почвы визуально была определена площадь зон, выраженная в процентах. Так, зона О занимала примерно 14 %, зона М – 38 % и зона Д – 48 %.

Таблица 1

### Расположение участков по проведению исследований

Номер участка	Расположение участка	Минерализация поливной воды, мг/л	Химический состав поливной воды
1	ст. Красюковская, Приазовская природно-сельскохозяйственная зона N47,555098° E40,112897°	3294	Сульфатно-натриевый (осень) Хлоридно-сульфатно-натриевый (весна)
2	ст. Кривянская, Приазовская природно-сельскохозяйственная зона N47,393382° E40,148892°	3319	Сульфатно-натриевый
3	ООО им. Фрунзе, Южная природно-сельскохозяйственная зона N46,937488° E41,154871°	1932	Сульфатно-натриевый

Результаты анализов содержания нитратов в трех разных местах проведения опытов показали, что в зоне максимального накопления солей (М), расположенной примерно на расстоянии 20 см от капельной линии, имеется высокое содержание нитратов, которое превышает их содержание как под капельной линией, так и в междурядьях. Самые высокие значения по содержанию нитратов определены в верхнем слое 0-20 см (таблица 2).

Таблица 2

### Содержание нитратов на опытных участках

Станица Кривянская осень 2009 года			
1	2	3	4
Слой почвы, см	Д*	М*	О*
0-20	50,10	141,00	75,90
20-40	18,20	37,20	39,80
40-60	36,30	33,90	46,80
60-80	64,60	38,00	49,00

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
80-100	81,30	60,30	66,10
<b>Станица Красюковская осень 2009 года</b>			
Слой почвы, см	Д	М	О
0-20	30,20	31,00	9,60
20-40	11,80	7,80	5,60
40-60	6,20	4,00	4,10
60-80	3,60	3,00	3,40
80-100	2,69	2,30	3,00
<b>ООО им. Фрунзе открытый грунт, продолжительный период без дождей, 17 июля 2009 года</b>			
Слой почвы, см	Д	М	О
0-20	11,12	55,00	26,90
20-40	13,18	19,50	26,90
40-60	15,66	20,90	17,80
60-80	17,22	20,00	13,80
80-100	15,93	20,00	11,80
Примечание: *Д – зона минимального влияния капельного орошения, расположенная в середине междурядья; М – зона максимального накопления солей, расположенная примерно на расстоянии 20 см от капельного трубопровода; О – зона, расположенная непосредственно под капельным трубопроводом			

Дополнительно нами были взяты образцы самого верхнего слоя почвы 0-5 см в зоне максимального накопления солей. Результаты показали, что здесь содержание нитратов зачастую превышает значения ПДК, которые для почвы составляют 130 мг/кг почвы. Так, на участке в ст. Красюковская содержание нитратов составляло 263 мг/кг почвы, в ст. Кривянская – 219 мг/кг почвы, в ООО им. Фрунзе – 115 мг/кг почвы.

Далее мы рассчитали примерные запасы нитратов в почве в самом верхнем слое 0-20 см в пересчете на 1 га (таблица 3).

Таблица 3

**Запасы нитратов на опытных участках**

Участок	Содержание в почве, мг/кг			Эквивалентное содержание азота в пересчете на гектар			Всего кг азота на 1 га
	Д <sup>1</sup> (48 %) <sup>2</sup>	М <sup>1</sup> (38 %) <sup>2</sup>	О <sup>1</sup> (14 %) <sup>2</sup>	Д <sup>1</sup> (48 %) <sup>2</sup>	М <sup>1</sup> (38 %) <sup>2</sup>	О <sup>1</sup> (14 %) <sup>2</sup>	
ст. Кривянская	50,10	141,00	75,90	12,0	26,6	5,3	43,9
ст. Красюковская	30,20	31,00	9,60	7,2	5,9	0,7	13,7
ООО им. Фрунзе	11,12	55,00	26,90	2,7	10,4	1,9	14,9
Примечание: <sup>1</sup> – см. табл. 2, <sup>2</sup> – процент площади поля со сходным содержанием нитратов.							

Результаты расчетов показали, что при таком содержании нитратов в верхнем слое в почве накопится от 13,7 кг нитратного азота на 1 га в ст. Красюковская до 43,9 кг нитратного азота на 1 га в ст. Кривянская (таблица 3). Если учесть, что участки в ст. Красюковская и ст. Кривянская находятся в теплицах, т.е. увлажнение почвы атмосферными осадками отсутствует, то следует ожидать, что накопившиеся нитраты будут вымыты в нижележащие слои почвы в осенне-зимний период. На участке в ООО им. Фрунзе, который представляет собой открытый грунт, накопившиеся нитраты будут вымыты из верхнего слоя почвы ближайшим после 17 июля дождем, т.е. попадут в корнеобитаемую зону растений и будут поглощены растениями. Как первый описанный случай (в теплицах), так и второй (открытый грунт) представляет определенную опасность с экологической точки зрения. Так, в первом случае, может происходить загрязнение грунтовых вод и поверхностных водных источников, а во втором случае может обнаруживаться высокое содержание нитратов в пищевой продукции.

Например, что касается первого случая, отобранные весной анализы почвы указывали на очень низкое содержание нитратов от 1,0 до 1,7 мг/кг почвы в верхнем слое 0-40 см, в то время как анализы воды из скважины, которая используется для полива в ст. Красюковская, показали, что по сравнению с осенним определением нитратов их содержание повысилось в 5,2 раза. Если осенью содержание нитратов составляло 2,3 мг/л, то весной 12 мг/л. Кроме того, анализами было установлено повышенное содержание нитритов, которое превышало ПДК в 3,8 раза (при ПДК по нитритам составляющей 3,3 мг/л). Суммировав содержание разных форм азота (нитратная и нитритная), получили, что с поливной водой будет поступать порядка 6,5 мг азота с каждым литром воды. Весной поливы проводились примерно раз в 4 дня по 12 часов, расход капельниц, расположенных на расстоянии 20 см друг от друга, составляет 0,98 л/час. Таким образом, с одним таким поливом в почву поступает порядка 2,7 кг азота на гектар, а потребность растений томатов в начальный период развития (через две недели после высадки рассады на постоянное место) составляет порядка 2,24 кг азота в день [1]. Исходя из этого, внесение удобрений в начальный период может быть снижено на 25-30 %.

Еще более сложная ситуация отмечена в ст. Кривянская. Полученные данные показали, что содержание нитратов весной составило 91,6 мг/л, а нитритов 4,0 мг/л. Такие значения превышают ПДК для нитратов более чем в два раза и на 21 % ПДК для нитритов. При таких же поливных нормах, как и в ст. Красюковская, на 1 га будет поступать 9,1 кг азота на гектар за один полив. Такое количество азота может позволить полностью отказаться от применения азотных удобрений в начальный период развития томатов, т.к. потребность растений будет полностью удовлетворяться за счет содержания азота в поливной воде.

Подобные выводы о возможности отказа от применения азотных удобрений в начале развития томатов были сделаны в ходе исследований, проведенных в Португалии, в которых было установлено, что для томатов в период от посадки рассады до начала закладки плодов достаточным было поступление азота с поливной водой, содержание которого составляло от 6,4 до 46,4 мг нитратного азота на литр поливной воды [2].

Что касается второго случая, т.е. поступления нитратов в продукцию. В ООО им. Фрунзе выращивался лук. Известно, что суточное потребление азота в период роста луковиц составляет до 3,4 кг азота на гектар в день [3]. Следовательно, количество азота, равное 14,9 кг азота на гектар, превышает суточное потребление в самый активный период роста более чем в 4 раза. Такое количество азота может заменить одну подкормку азотом, если она планируется примерно раз в неделю в период активного развития лука. При этом можно сэкономить порядка 44 кг аммиачной селитры на гектар, т.е. около 500 руб./га, что при площадях посева одного поля составляющего около 50 гектар может быть сэкономлено около 25000 рублей.

В периоды, когда рост растений замедляется, такое поступление азота может быть вредным для растения, т.к. в нем может накопиться повышенное количество нитратов, что снизит качество продукции.

Полученные данные носят предварительный характер и требуют дополнительных исследований. Однако ясно, что одним из способов не допустить накопления нитратов, особенно в ранней продукции, и повысить эффективность использования азотных удобрений является контроль содержания нитратов в поливной воде и почве. Особенно

это актуально для культур, у которых в пищу используются незрелые плоды, например кабачки, капуста, зеленные культуры.

Контроль может оперативно осуществляться с помощью приборов. Одним из быстрых способов определения содержания нитратов является потенциометрическое определение нитратов, которое можно осуществлять с помощью таких приборов, как иономер Экотест или портативный рН-метр-кондуктометр SG23 и др. (рисунок 1).



Экотест-2000 рН-метр-иономер



Портативный рН-метр-кондуктометр SG23

### **Рис. 1. Приборы для оперативной корректировки дозы внесения удобрений**

По результатам проведенных исследований, можно сделать некоторые выводы.

1. Использование капельного орошения способствует накоплению нитратов в верхнем слое почвы, особенно в зоне, расположенной около 20 см от капельного трубопровода, где происходит максимальное накопление солей.

2. При выращивании томатов в пленочных теплицах накопившиеся в этой зоне нитраты не могут быть использованы растениями, т.к. весь сезон выращивания происходит под пленкой, и никакого полива, кроме капельного, не предусмотрено. В самом верхнем слое почвы распространение корней из-за низкой влажности почвы и высокой концентрации солей практически отсутствует.

3. Накопившиеся нитраты вымываются из почвы в осенне-зимний период и попадают в грунтовые воды, в которых содержание



нитратов к весне повышается в несколько раз, а иногда превышает ПДК.

4. При поливе водой с повышенным содержанием нитратов следует учитывать их содержание в воде и снижать дозы внесения удобрений в соответствии с количеством азота, поступающим в почву с поливами. Для контроля нитратов необходимы приборы, позволяющие оперативно отслеживать их содержание в почве и воде.

5. В открытом грунте следует учитывать возможное поступление нитратов в корнеобитаемую зону растений при выпадении осадков после длительного засушливого периода.

Таким образом, учет нитратов в поливной воде и почве может повысить эффективность использования источников азота и снизить затраты на азотные удобрения.

## ЛИТЕРАТУРА

1 L. Thompson Nutrient Management with Subsurface Drip Irrigation in Processing Tomatoes for High Solids and High Yields // Netafim USA Agronomic Series for Growing Processing Tomatoes with Drip Irrigation // <http://www.netafimusa.com/agriculture/literature/online-literature>.

2 Rui M. A. Machado, David R. Bryla, M. L. Verissimo, A. M. Sena, M. R. G. Oliveira Nitrogen requirements for growth and early fruit development of drip-irrigated processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in Portugal // Journal of Food, Agriculture & Environment Vol. 6 (3&4):215-218. 2008 // [www.world-food.net](http://www.world-food.net).

3 D. M. Sullivan & et al Nutrient Management for Onions in the Pacific Northwest // PNW 546. – 2001.

УДК 631.675.004:551.579

**И. В. Ольгаренко, Н. С. Захарченко (ФГОУ ВПО «НГМА»)**

### **НОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Для регулирования водного режима агроландшафтов в диапазоне, обеспечивающем рациональное использование водно-энергетических ресурсов и экологическую безопасность, необходима

организация такой системы управления орошением, которая на основе достоверной информации позволяет нормировать величину управляющих воздействий, обеспечивающих оптимальный уровень продуктивности агроценозов и соответствующих требованиям охраны окружающей среды.

Сложность решения задачи оптимального управления водным режимом орошаемых земель в том, что процессы водопотребления и водораспределения в орошаемой земледелии с гораздо большим трудом поддаются формализации, чем в других отраслях производства, из-за сильной зависимости их от почвенно-климатических условий и внешних случайных факторов, более высокой степени безвозвратного использования воды, более низкой нормы водозабора на единицу площади, рассредоточения водопотребителей на больших площадях, неравномерности водопотребления во времени и необходимости согласования с потребностями культур.

В России и за рубежом существует множество разнообразных информационных систем и моделей оперативного планирования орошения, реализуемое качество управления в которых зависит как от технического уровня вычислительной техники, так и от того, насколько комплекс применяемых моделей адекватен процессам, происходящим на полях в конкретных почвенно-климатических условиях. При управлении орошением необходимо обеспечить поддержание влажности почвы в пределах оптимального диапазона, обеспечивающего планируемую продуктивность агроценозов, а также экономное использование воды, материально-технических, энергетических и информационных ресурсов. Все это требует получения объективной информации о режимах выпадения осадков, проведения поливов, динамике испарения, особенностях влагообмена в зоне аэрации, агроклиматических условиях и влагозапасах почвы.

Во ВНИИГиМ разработана математическая модель оптимального распределения водных ресурсов при их дефиците, включающая систему математических моделей оперативного планирования водораспределения со сложной иерархической структурой. Одним из блоков в структуре модели является блок оптимизации режимов орошения в условиях дефицита водных ресурсов.

Во ВНИИОЗе [1] разработаны концептуальные основы, теория, методы планирования и реализации водоэнергосберегающих, эколо-

гически безопасных технологий программированного выращивания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях [И. П. Кружилин, М. С. Григоров, А. Г. Болотин, А. М. Белоусов, В. Ф. Мамин, А. А. Сиволобов].

Рациональное использование всех видов ресурсов под планируемую урожайность обеспечивается за счет комплексного управления производственным процессом на базе математических моделей с использованием ПЭВМ.

В главном информационно-вычислительном центре РАСХН разработана система программированного выращивания урожаев (СВПУ), в качестве одного из блоков выступает блок расчета динамики влажности почвы и режимов орошения сельскохозяйственных культур.

Аналогично решается задача управления орошением в региональной системе оперативного планирования поливов, разработанной ЮжНИИГиМ [2]. Исходными данными являются температура, осадки, скорость ветра, относительная влажность воздуха. С применением эмпирических параметров определяется суммарное испарение, а затем динамика почвенных влагозапасов. Модель позволяет учесть влияние влагообеспеченности на суммарное испарение.

Система математических моделей В. В. Шабанова [3] позволяет оценить влияние на развитие растений водного и радиационного режимов почвенных влагозапасов и определять проектный режим орошения на основе решения уравнения водного баланса.

Информационно-советующая система, разработанная украинскими учеными, обеспечивает на основе 30 видов исходной информации оперативное прогнозирование запасов влаги в почве, определение наиболее целесообразных сроков и норм полива, оптимизацию планов полива при дефиците ресурсов и подготовку информационных отчетов о фактической реализации технологии.

А. Ю. Черемисиновым [4] предложена модель для расчета эксплуатационных режимов орошения в условиях Центрально-черноземной зоны, которая позволяет учитывать влияние изменчивости внешних факторов на суммарное испарение. Для расчета используется информация о температуре и влажности воздуха, виде и фазе развития сельскохозяйственных культур, влагообеспеченности посевов.

В ряде моделей для повышения точности расчетов учитывается влияние влагообеспеченности посевов на суммарное испарение, причем эта зависимость принята прямолинейной. Авторы считают, что различия в уровне влажности почвы оказывают влияние на величину суммарного испарения даже при одинаковых климатических условиях.

Аналогичные модели разрабатываются за рубежом, где также уделяется большое внимание вопросам повышения эффективности управления орошением.

В последние годы разработаны централизованная система «УСУ», «УМС», «СУМYS», «AGNET», «VYSP». Модели предусматривают получение информации о водно-физических характеристиках почвы орошаемого поля, возделываемой культуре, типе оросительной системы, гидрометеорологических условиях.

Использование этих моделей позволяет управлять поливами на оросительных системах с учетом особенностей структуры севооборотов, конкретных почвенно-климатических и погодных условий. Разработанные на основе уравнений Х. Б. Блейни, В. Д. Криддла, Пристли-Тейлора, Х. Л. Пенмана, Л. Тюрка, они дают возможность определять потенциальную эвапотранспирацию, дефицит почвенной влаги, оптимизировать режим орошения сельскохозяйственных культур.

Анализ зарубежных и отечественных исследований позволяет установить, что нормирование орошения проводится с применением метода водного баланса, динамика элементов которого определяется большим количеством стохастических факторов. Такой элемент, как суммарное испарение, значительно изменяется в процессе развития растений и его величина в значительных пределах может менять соотношения между осадками и стоком. Недостаточная точность расчета суммарного испарения может свести к минимуму все преимущества управления поливами с применением ЭВМ. Следовательно, одним из важнейших направлений в рамках научного обоснования режима орошения сельскохозяйственных культур является разработка методов определения суммарного испарения и других составляющих уравнения водного баланса, оценка изменчивости коэффициентов культур под влиянием различных вариаций метеорологических условий.

С целью увеличения точности расчета, необходимо определить закономерности влияния изменчивости гидрометеорологических фак-

торов на изменчивость суммарного испарения и его депрессию при недостаточной влагообеспеченности.

Основные принципы совершенствования процесса оперативного планирования поливов:

1. Компьютерные технологии выступают как надежный инструмент для решения задач планирования и управления только при оперировании достоверной исходной, управляющей и контролирующей информацией. При этом, необходима оценка их изменчивости при изменении условий внешней среды и величин антропогенных воздействий, что позволит получить необходимый и достаточный набор параметров, обеспечивающих наиболее точное отражение состояния агроценоза и высокую точность расчета.

2. Качество информационного обеспечения нормирования орошения зависит от точности определения суммарного испарения и характеристик влагообмена в зоне аэрации. Наиболее существенно повышает точность математических зависимостей учет нелинейности связи между величиной депрессии испарения и недостатком почвенной влаги в конкретные фазы развития растений, количественная оценка характера этой связи.

3. Высокая точность расчетных методов возможна лишь тогда, когда складываются гидрометеорологические условия, при которых получены экспериментальные параметры математических зависимостей. Использование среднесезонных значений биоклиматических коэффициентов, без учета их изменчивости, приводит к значительным ошибкам при расчетах для конкретных интервалов времени.

4. Количественная оценка эмпирических параметров и их изменчивости, требует проведения комплексных агрометеорологических и водно-тепlobалансовых исследований процесса формирования водного режима агроценозов.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Почвозащитные и водосберегающие режимы орошения сельскохозяйственных культур для получения программируемой урожайности // Принципы рационального водообеспечения агропромышленного комплекса / И. П. Кружилин, О. Г. Чамурлиев, А. Г. Болотин и [др.]. – М: РАСХН, 1997. – С. 105-120.

2 Сорочан К. И. Оперативное управление орошением по метеопараметрам с помощью персональной ЭВМ / К. И. Сорочан, Н. А. Канн // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – Новочеркасск, 1987. – С. 85-92.

3 Шабанов В. В. Влагообеспеченность яровой пшеницы и ее расчет / В. В. Шабанов. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – С. 141.

4 Черемесинов А. Ю. Применение модели биоклиматических коэффициентов при расчетах эксплуатационных режимов орошения сельскохозяйственных культур // Освоение мелиорируемых земель и вопросы гидрологии в ЦЧЗ. – М., 1985. – С. 136-141.

УДК 633.1:412

**В. П. Калиниченко, Н. Г. Солнцева, А. Н. Сковпень,  
В. В. Черненко, А. А. Болдырев (ФГОУ ВПО «ДонГАУ»)**

### **ВНУТРИПОЧВЕННЫЙ СПОСОБ ПОЛИВА НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТИЗАЦИИ ВО ВРЕМЕНИ И ПРОСТРАНСТВЕ ПОДАЧИ ВОДЫ В ПОЧВУ<sup>1</sup>**

Ирригация приводит к неблагоприятным изменениям в почвах и ландшафтах. Это вызывает необходимость поиска путей использования земель в условиях обусловленного ирригацией переувлажнения и засоления почв. В частности, развивается даже концепция «бродячего земледелия» и ее варианты. Предложено часть периода эксплуатации оросительной системы отводить на восстановление почв, снижение их засоления, переводя в богарный режим, возделывая неорошаемые культуры [1].

Существуют жесткие оценки в отношении результативности современной концепции ирригации [2].

В ирригации имитируют выпадение гидрометеоров на поверхность почвы, поемный режим увлажнения почвы из движущейся по поверхности воды, лиманный режим увлажнения почвы из неподвижного слоя воды, увлажнение от грунтовых вод и др.

Никакие из современных способов полива, имитирующих естественное гравитационное увлажнение почвы, не в состоянии преодолеть нисходящий режим промачивания почвы, вымывание содержащихся

---

<sup>1</sup> – Издается в авторской редакции.

в ней веществ, гравитационное водное переуплотнение почвы, перераспределение воды по поверхности почвы и внутри почвы на нано-, микро-, мезоуровне структуры почвенного покрова (СПП) [3-5].

Опасность засоления почвы на фоне засоленных почвообразующих почв при гравитационном поступлении воды в почву реализуется в реальном засолении почвы в подавляющем большинстве случаев, поскольку гидрологический режим территории не отрегулирован. В дополнение к вертикальному поступлению солей в почву происходит перераспределение воды и солей между элементами микро- и мезорельефа. Имеются устойчивые предпосылки сосредоточенного «предпочтительного» проникновения оросительной воды в грунтовые воды по трещинам в почве в результате свойственной всем почвам латеральной нано- и микронеоднородности водопроницаемости [3].

При имитационных способах полива нисходящее движение воды вниз по зоне аэрации является универсальным процессом, различаясь лишь деталями его протекания при вариантах полива. Высокая влажность почвы в зоне аэрации, когда во фронте промачивания почвы имеет влажность полной влагоемкости (ПВ) создает предпосылки диффузионного поступления легкорастворимых солей из грунтовых вод в почву, также делает возможным беспрепятственное интенсивное конвективное перемещение солей к зоне испарения после полива ввиду высокой влажности почвы, находящейся в диапазоне ПВ – НВ – ВРК.

Это обуславливает вероятность беспрепятственного засоления почвы от грунтовых вод при всех известных способах полива, включая капельный способ.

Природа почвообразующей породы чаще всего эоловая. Переувлажнение губительно для такой почвы, ее структуры и условий развития в ней ризосферы растений. Поэтому слитизация почв, особенно в условиях орошения – системный дефект ирригации.

Большинство синтезированных в почве и исходно находившихся в почвообразующей породе веществ за счет выщелачивания в глубокие горизонты почвы становятся недоступными растениям и исключаются из биологического оборота в биосфере, что расточительно. На этапе избыточного увлажнения вещества конвективным путем поступают в глубь почвы, а на этапе иссушения слитая после увлажнения сверху почва препятствует развитию корневой системы, кото-

рая не успевает за фронтом выщелачивания веществ в глубь почвы. Эти особо ценные для растений свежие, только что извлеченные в почвенный раствор из труднодоступных растениям форм, или только что синтезированные вещества утрачиваются из биосферы, становясь недоступными компонентам текущего этапа биосферы.

Бороться следует не со следствиями ирригации, которые являются не частными ее недостатками, а системным дефектом. Никакие современные способы полива, имитирующие естественное увлажнение почвы, не в состоянии преодолеть нисходящий режим промачивания почвы, вымывание содержащихся в ней веществ, гравитационное водное переуплотнение почвы.

Ключевыми задачами преодоления современной проблемы деградации почв в результате ирригации являются:

- исключение имитационного подхода к научному обоснованию, разработке и практике искусственного увлажнения и рассоления почв, основным дефектом которого является континуальная генерализация режима подачи воды при ирригации и промывке солей;

- исключение латерально стереотипного поршневого вертикального конвективно-диффузионного влаго-солепереноса в почве при поливе и промывке континуума почв;

- стимулирование посредством полива блочного дифференцированного по горизонтали на расстоянии порядка 5-15 см режима синтеза континуума почвы с целью формирования в ней устойчивой не разрушающейся в связи с латерально стереотипным ирригационным переувлажнением почвы, являющимся следствием действующей имитационной концепции ирригации. Искусственное переувлажнение почвы приводит к разрушению ее структуры.

- синтез дискретного искусственного режима увлажнения континуума почвы, дифференцированного по горизонтали на расстоянии порядка 5-15 см, соответствующего задаче создания устойчивой структуры почвы как способа обеспечения долговременной устойчивости и продуктивности ирригационной биogeосистемы.

Создание в континууме почв дифференцированного по горизонтали на расстоянии порядка 5-15 см солевого режима с целью выщелачивания из нее вглубь приоритетных высокоподвижных ионов Na и Cl путем создания в почве полупроводникового солевого эффекта. Полупроводниковый солевой эффект в почве в отношении приори-



тетных ионов засоления и устойчивая структура почвы формируются за счет циклического чередования в почве фаз локального принудительного импульсного промывочно-увлажнительного и последующего латерально-автоморфного при относительно низкой влажности почвы и относительно низком потенциале воды в почве режимов увлажнения почвы и питания растений.

Исключение избыточного ирригационного выщелачивания минеральных и органических веществ из почвы в почвообразующую породу.

Безопасная, в связи с исключением в почве путей конвективной восходящей миграции легкорастворимых солей, стабилизация горизонта легкорастворимых солей в подпочвенном слое почвообразующей породы.

Преодоление отрицательных эффектов современной ирригации позволит создать возможность ускоренного синтеза биомассы в результате ирригации и биологически стабилизировать в почве структурные, солевые и пищевые эффекты континуально дифференцированной ирригации, ликвидировать ирригационный гравитационный нисходящий массоперенос из почвы, обуславливающий до настоящего времени ирригационную утрату значимых для биосферы продуктов из ее современного цикла.

В порядке принципиально нового подхода к ирригации как искусственной мере долговременной глубокой прогнозируемой и управляемой трансформации почв разработан способ внутрпочвенного импульсного дискретного полива растений [6]. В качестве аналога и прототипа выбраны лучшие с экологической точки зрения из известных до настоящего времени способ внутрпочвенного орошения и способ капельного орошения.

Техническим результатом, получаемым при практическом использовании изобретения, является создание возможности производить полив растений посредством циклической последовательной дискретной во времени и пространстве пошаговой импульсной подачи воды. Подача воды через шприцевой элемент внутрь почвы производится дозированными согласно поливной норме дискретными порциями равномерно в пространстве поливного участка. Формируются индивидуальные дискретные зоны увлажнения в корневой системе растений.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Способ мелиорации орошаемых черноземов: пат. № 2324331. Рос. Федерация / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, В. В. Бородычев, А. М. Салдаев, Т. П. Андреева. – № 2006133800/12; опубл. 20.05.2008; приоритет от 21.09.2006.

2 Судницын И. И. Может ли «улучшение» почв привести к их «ухудшению»? // Почвоведение. – 2008. – № 9. – С. 1132-1133.

3 Калиниченко В. П., Минкин М. Б. Трансформация структуры почвенного покрова при ирригации // Почвоведение. – 1993. – № 1. – С. 70-76.

4 Солнцева Н. Г., Калиниченко В. П. Варьирование состава глинистых минералов локально переувлажненных почв // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 3. – С. 39-41.

5 Сковпень А. Н., Калиниченко В. П. Многолетняя динамика свойств черноземов обыкновенных в условиях орошения // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2006. – № 11. – С. 83-87.

6 Калиниченко В. П. Способ внутрпочвенного импульсного дискретного полива растений. Заявка в ФИПС № 2009102490 от 16.01.09. Решение о выдаче патента от 03.11.2009. – 12 с.

УДК 631.67:631.879.2:502.6

**А. Е. Хаджиди, О. В. Шаповалова (ФГОУ ВПО «КубГАУ»)**

### **КОМПЛЕКС ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ОРОШЕНИИ ОЧИЩЕННЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ КОНСЕРВНОГО ЗАВОДА<sup>1</sup>**

Развитие инвестиционного сотрудничества на Кубани с зарубежными партнерами в области сельского хозяйства приведет к увеличению объемов переработки продуктов. Вследствие чего повышаются сбросы сточных вод, которые нуждаются в значительной очистке и утилизации.

Одним из приоритетных направлений очистки сточных вод и дальнейшего их эффективного применения является утилизация очищенных сточных вод на земельные поля орошения.

---

<sup>1</sup> – Издается в авторской редакции.

Расширение сельскохозяйственных полей орошения сдерживается, по ряду объективных причин, которыми являются недостаточная изученность поведения в почве и растениях отдельных специфических веществ, содержащихся в очищенных сточных водах; подбор сельскохозяйственных культур; обоснование режима орошения.

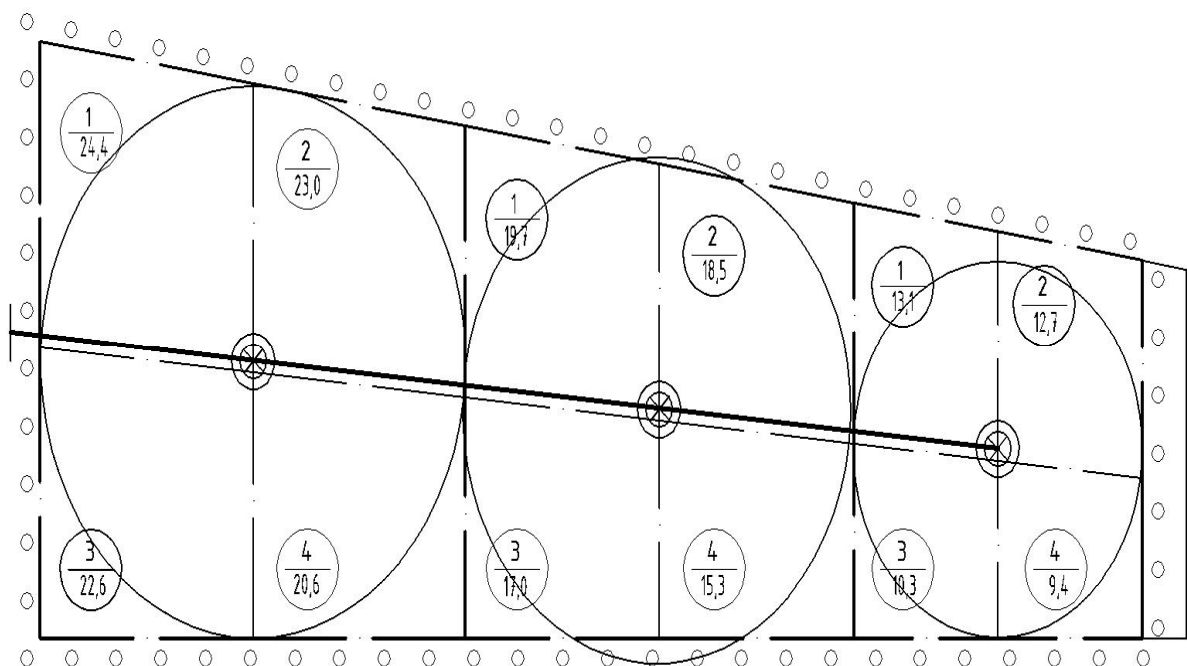
Сточные воды могут быть использованы на сельскохозяйственных полях орошения только после очистки и специальной подготовки. Различные методы очистки по-разному влияют на удобрительную ценность сточных вод, очищенные сточные воды для орошения должны отвечать агрономическим требованиям.

Проблема охраны окружающей среды и рационального использования ресурсов требует, на современном этапе, разработки комплекса природоохранных мероприятий при орошении очищенными производственными сточными водами.

В связи с этим, кафедра гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения Кубанского государственного аграрного университета разработала комплексную схему очистки и утилизации очищенных сточных вод с завода ООО «Кубанские консервы» французской группы «СЕСАВ» в г. Тимашевске Краснодарского края на сельскохозяйственные поля орошения, расположенные на территории совхоза «Прогресс» Томашевского района.

Для экологической безопасности агроландшафтов района, уменьшения антропогенной нагрузки на почву сельскохозяйственных земель при орошении очищенными промышленными сточными водами консервного завода необходимо было обосновать комплекс природоохранных мероприятий, в который входит: правильный выбор севооборота на полях орошения; оценка экологической безопасности техники полива и выбор оптимальной оросительной техники; регулирование водного и пищевого режима почв.

Объем сброса очищенных сточных вод с завода был увязан с размещением ЗПО. Площадь полива была рассчитана из годовой программы выхода консервной продукции завода. Весь очищенный объем воды поступал на орошаемый участок площадью 272 га, на котором размещались три участка, с четырехпольным севооборотом каждый. На рисунке 1 представлен план оросительной системы ЗПО.



**Рис. 1. План оросительной системы  
земледельческих полей орошения**

Для более эффективной утилизации очищенных сточных вод были приняты три дождевальные машины фирмы *LINDSAY*, обеспечивающие интенсивность дождя 0,023 мм/мин, диаметр капли min – 0,6 мм. Данные машины позволяют регулировать:

- пищевой режим поля (внесение минеральных и органических удобрений);
- солевой режим почв (химическая мелиорация, мелиоративные обработки);
- уровень грунтовых вод (строгое дозирование поливных норм, устройство дренажа).

При поливе очищенными сточными водами консервного завода земледельческих полей орошения нами обоснован севооборот:

- люцерна 1 года;
- люцерна 2 года;
- люцерна 3 года;
- озимая пшеница.

Значение севооборота в повышении плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур доказано длительными отечественными и зарубежными полевыми опытами.

Главной причиной снижения урожайности при бессменных посевах без внесения удобрений является одностороннее истощение почвы, но в этом случае севооборот оказывает положительное влияние на условия питания растений.

Правильная научно обоснованная система севооборота должна отвечать следующим требованиям: соответствовать почвенно-климатическим и экономическим условиям хозяйства, учитывать возможность трансформации сельхозугодий путем мелиорации, отвечать задачам высокопроизводительного использования машин – транспортного парка, обеспечивая возможность комплексной механизации земледелия [16].

Хорошим биологическим мелиоратором при орошении промышленными сточными водами признана люцерна. Люцерна в севооборотах – одно из важнейших звеньев высокой культуры орошаемого земледелия, которая на земледельческих полях орошения будет обеспечивать устойчивый баланс веществ агроландшафта. Выращивание люцерны на орошаемых почвах – самый дешевый и надежный агротехнический прием по предохранению почв от ветровой и водной эрозии, а также эффективное средство против вторичного засоления орошаемых земель.

Повышение продуктивности сельскохозяйственного производства связано с расширением орошения. Изменение водного баланса и влагообмена в зоне аэрации под воздействием орошения приводит к коренным преобразованиям солевого баланса сельскохозяйственных полей. При этом довольно часто возникают неблагоприятные явления – заболачивание и вторичное засоление сельскохозяйственных полей. Нами определена экологическая надежность по засолению почв при орошении очищенными сточными водами консервного завода. Она составила  $P_c = 0,987$ .

Разработанный комплекс природоохранных мероприятий при орошении очищенными сточными водами консервного завода позволяет поддерживать экологическую безопасность земледельческих полей орошения агроландшафтов Тимашевского района, уменьшать антропогенную нагрузку на почву сельскохозяйственных земель.

## **ВИДЫ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ АРИДНОЙ И ГУМИДНОЙ ЗОН РОССИИ**

Анализ динамики изменения земельного фонда показывает, что площадь сельскохозяйственных угодий России постоянно сокращается. Эти изменения происходят не только в ходе имущественного перераспределения, но и в результате деградации земель. При этом особенности почвенно-климатических условий и условий использования сельскохозяйственных земель обуславливают типичность видов деградации земель в аридной и гумидной зонах страны.

Для сравнительного анализа преобладающих видов деградации земель сельскохозяйственного назначения в аридной и гумидной зонах России были определены регионы, по которым проводились исследования. В качестве исследуемых регионов аридной зоны были выбраны Республика Калмыкия, Краснодарский и Ставропольский края, Астраханская, Волгоградская и Ростовская области.

В Республике Калмыкия общая площадь малопродуктивных сельскохозяйственных угодий, подлежащих улучшению, составляет свыше 500 тыс. га (более 10 % от общей площади сельскохозяйственных угодий).

За последние десять лет в республике наблюдается сокращение площадей пашни и сенокосов, незначительное увеличение площади болот, залежей. Площадь территории, подверженной ветровой эрозии, увеличивается. На Черных землях Калмыкии образовалась и неуклонно прогрессирует единственная в Европе пустыня. В настоящее время процессами опустынивания в той или иной степени охвачено более 80 % территории республики (это более 7 млн га). Площадь ежегодного опустынивания составляет 40-50 тыс. га [1].

В ряде районов республики имеют место глубокие локальные изменения почв, связанные с подтоплением, и как следствие, с вторичным засолением. Площадь подтопленных и потенциально подтопляемых земель составляет 3,7 тыс. га.

В общей структуре кормовых угодий республики около 40 % занимают эрозионно- и дефляционноопасные земли. На половине площади преобладают солонцовые и засоленные комплексы.

В Краснодарском крае за последние 25-30 лет отмечается устойчивая тенденция сокращения площадей пашни и многолетних насаждений из-за повышения грунтовых вод, засоления, закисления и других деградационных процессов. Особенно активно почвы подвержены процессам водной эрозии. Площадь эродированной пашни составляет около 270 тыс. га. Площадь земель, потенциально опасных для проявления процессов ветровой эрозии, составляет более 3000 тыс. га, водной эрозии – 1250 тыс. га. Дефляции в крае подвержено около 1 млн га земель. Содержание гумуса в почвах за последние десять лет сократилось до 3,9 %. Из-за потери плодородия и деградации почв подлежит консервации около 210 тыс. га пашни.

Почвенный покров Ставропольского края на 40 % представлен некогда высокоплодородными черноземами и на 50 % каштановыми почвами.

Пахотные земли Ставропольского края в значительной мере эрозионноопасны. Площадь пашни, подверженной водной эрозии, составляет 47 %, ветровой эрозии – 87 %. В значительной степени смыты и подвержены водной эрозии также пастбищные угодья – до 70 % площади пастбищ дефляционноопасны.

Площадь пашни с низким и очень низким содержанием гумуса составляет 92 %, со средним – 7 %, и только 1 % – с высоким. По реакции почвенного раствора 71 % площади пашни имеет щелочную реакцию ( $pH = 8-9$ ), 26 % – слабощелочную, 3 % – нейтральную и слабокислую.

Деградацию и опустынивание земель вызывает также значительное подтопление территории края и связанные с ним вторичное засоление, осолонцевание и повышение уровня щелочности почвенного покрова. По этой же причине растет степень переуплотнения почвы, слитизация и каменистость [1, 2].

Сельскохозяйственные угодья Астраханской области в значительной мере подвержены таким эрозионным процессам, как засоление почв, ветровая, водная эрозия и опустынивание.

Из общей площади сельскохозяйственных угодий, засоленными в той или иной степени, являются 55 % земель, причина – близкое залегание грунтовых вод. Неумеренный, бессистемный полив при неглубоком залегании грунтовых вод и отсутствии дренажной системы ускоряют процессы засоления.

Существенный вред почвам Астраханской области наносит ветровая эрозия. Ею охвачено более 2000 тыс. га. На сбитых скотом пастбищах с изреженной растительностью образовалось свыше 500 тыс. га развеваемых песков [1, 3].

Из-за низкого количества осадков, выпадающих на Нижней Волге, водная эрозия почв имеет здесь меньшее значение, чем ветровая. Тем не менее, в некоторых районах области можно наблюдать процессы образования оврагов в результате водной эрозии.

Территория Волгоградской области расположена в пределах двух почвенных зон: черноземной и каштановой.

Доля пахотных земель достигает 5000 тыс. га или 73 % от сельхозугодий. Площадь пашни преобладает над другими угодьями во всех районах области. Особенно высокий процент распаханности в северных и северо-западных районах области, где естественные кормовые угодья занимают менее 20 % от общей площади.

Область входит в число наиболее уязвимых и затронутых опустыниванием районов Нижнего Поволжья. Возрастают деградационные процессы на пахотных землях: площадь смытой пашни за последние годы увеличилась на 160 тыс. га, периодически затрагиваемой дефляцией (дефляционноопасной) и дефлированной – на 280 тыс. га, засоленной – на 380 тыс. га.

Более половины естественных пастбищ (1,6 млн га из 2,6 млн га) приходится на деградированные.

Со стоком и дефляцией ежегодно теряется более 40 млн т наиболее плодородной почвенной фракции, в том числе около 1,5 млн т гумуса, что в 2-3 раза превышает скорость естественного его накопления. Из 310 тыс. га орошаемых земель избежало деградации и используется только 40 тыс. га [1].

В Ростовской области высокая степень распаханности (60,2 %) обусловила широкое развитие эрозионных процессов. Общая площадь эродированных земель превысила 6 млн га, более 3 млн га (40 %) являются эрозионноопасными, а 3 млн га (35 %) в различной степени разрушены водной эрозией. Кроме того, 6,5 млн га (около 80 %) считаются дефляционноопасными, из них 1,2 млн га подвержены ветровой эрозии. На 0,4 млн га отмечено совместное действие водной и ветровой эрозии.



В последнее время наблюдается повсеместное поднятие грунтовых вод, что приводит к заболачиванию и засолению пониженных территорий (более 270 тыс. га).

За последние 30 лет в пахотном слое почв области количество гумуса уменьшилось в среднем на 0,7 %.

В восточных районах области получили широкое распространение процессы опустынивания земель. В Орловском, Зимовниковском, Ремонтненском и Дубовском районах опустыниванием охвачено более 50 % территории. Земли, не используемые в сельском хозяйстве области (пески, солончаки, овраги), занимают более 110 тыс. га [1].

Солончаки расположены главным образом в восточных районах области или районах с развитым орошением, где получили распространение процессы вторичного засоления земель.

Преобладающими видами деградации земель сельскохозяйственного назначения в гумидной зоне России являются водная и ветровая эрозия, переувлажненность и заболоченность угодий, повышенная кислотность почвы, каменистость, неудовлетворительное культуртехническое состояние сенокосов и пастбищ. Развитию эрозии способствует наличие уклонов поверхности, ливневый характер осадков, тяжелый гранулометрический состав и слабая водопроницаемость почв, нарушенность почвенно-растительного покрова в результате распашки, уплотнение почвы в результате многократного использования техники и пастьбы скота.

Виды деградации земель, присущие для земель сельхозназначения выбранных регионов гумидной зоны (Вологодская, Ленинградская, Тверская, Брянская, Московская, Рязанская области) представлены в таблице 1 [4, 5].

Таблица 1

**Виды деградации земель  
сельскохозяйственного назначения гумидной зоны**

Регион	Пашня	Залежи	Сенокосы	Пастбища
1	2	3	4	5
Вологодская область	Эрозия почв (водная и ветровая), заболоченность и переувлажненность почв, кислые почвы, каменистые земли, закустаренность	Заболоченность и переувлажненность	Заболоченность и переувлажненность	Заболоченность и переувлажненность

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Ленинградская область	То же	То же	То же	То же
Тверская область	То же	Эродированность, переувлажненность, заболоченность, каменистость	Эрозия почв (водная и ветровая), заболоченность и переувлажненность почв, кислые почвы, каменистость, закустаренность	Эрозия почв (водная и ветровая), заболоченность и переувлажненность почв, кислые почвы, каменистость, закустаренность
Брянская область	Эрозия почв (водная и ветровая), заболоченность и переувлажненность почв, кислые почвы, каменистые земли	То же	Эрозия почв (водная и ветровая), заболоченность и переувлажненность почв, кислые почвы, каменистые земли	Эрозия почв (водная и ветровая), заболоченность и переувлажненность почв, кислые почвы, каменистые земли
Московская область	Эрозия почв (водная и ветровая), заболоченность и переувлажненность почв, кислые почвы, каменистость	То же	Эрозия почв (водная и ветровая), заболоченность и переувлажненность почв, кислые почвы, каменистость	Эрозия почв (водная и ветровая), заболоченность и переувлажненность почв, кислые почвы, каменистость
Рязанская область	Эрозия почв (водная и ветровая), заболоченность и переувлажненность почв, кислые почвы, каменистые земли	То же	Эрозия почв (водная и ветровая), заболоченность и переувлажненность почв, кислые почвы, каменистые земли	Эрозия почв (водная и ветровая), заболоченность и переувлажненность почв, кислые почвы, каменистые земли

Из рассматриваемых территорий гумидной зоны сельскохозяйственные угодья наиболее эрозионноопасны и эродированы в Рязанской и Брянской областях, где доля таких земель составляет 38 % и 28 %, 13 % и 8 % соответственно.

К наиболее подверженным эрозионным процессам относятся распаханые земли. В Брянской, Московской и Рязанской областях

эрозионноопасными являются от 15 % до 45 % пашни, а наибольшая дефляционная опасность наблюдается на почвах Брянской и Рязанской областей.

Наиболее подверженными водной и ветровой эрозии являются сенокосы и пастбища Рязанской, Брянской и Московской областей.

Большая часть природных кормовых угодий расположена на равнинах с небольшими уклонами до 1 град., и со слабовыраженными склонами до 2 град. Значительная доля сенокосов и пастбищ Московской области (42 % и 37 %) находится на слабопокатых эрозионноопасных склонах (5-7 град.).

На пастбищах переувлажненных земель на 10 %, а заболоченных – в 3,5 раза больше, чем на пашне.

Каменистость земель сильно затрудняет работы по их использованию. Каменистые почвы широко распространены в Тверской области – на 44 % площади пашни, 57 % сенокосов и 51 % пастбищ. В остальных областях каменистость распространена на 3-4 % территории.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Природа России. Земельные ресурсы. Южный ФО. – [www.priroda.ru/regions](http://www.priroda.ru/regions)

2 Трухачев В. И. Основные мероприятия по защите земель от негативных явлений: моногр. / В. И. Трухачев, П. В. Ключин, А. С. Цыганков. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – 192 с.

3 Катунин Д. А. Проблемы экологии северной части Каспийского моря / А. Д. Катунин, И. С. Хрипунов, А. М. Полянинова // Эковестник. – 1998. – № 7. – С. 21.

4 Шпаков А. С. Агрорландшафтно-экологическое районирование и адаптивная интенсификация кормопроизводства Центрального экономического района Российской Федерации / А. С. Шпаков [и др.]; под ред. А. С. Шпакова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 396 с.

5 Шпаков А. С. Повышение продуктивности и устойчивости агрорландшафтов центрального экономического района Российской Федерации: рекомендации / А. С. Шпаков [и др.]. – М., 2005. – 63 с.

## **ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ДЕГРАДАЦИИ ЧЕРНОЗЕМОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

По данным статистических отчетов Управления мелиорации и технического обеспечения Минсельхоза России, около 10 % орошаемых сельхозугодий не используется по причине деградиционных процессов, подразумевающих под собой разрушение структуры почвы, засоление, подтопление, потери гумуса, обменных оснований и прочие процессы ухудшения качества почв.

В ФГНУ «РосНИИПМ» разработаны показатели [1], оценивающие состояние почв при использовании циклического способа орошения сельскохозяйственных культур для черноземов высокой надпойменной террасы (I) и низкой надпойменной террасы (II). Данные материалы позволяют отдельно оценить ухудшение тех или иных свойств орошаемых почв, отражая проявление различных видов деградации. Также этот комплекс показателей позволяет проводить интегральную оценку степени деградации почвы в целом.

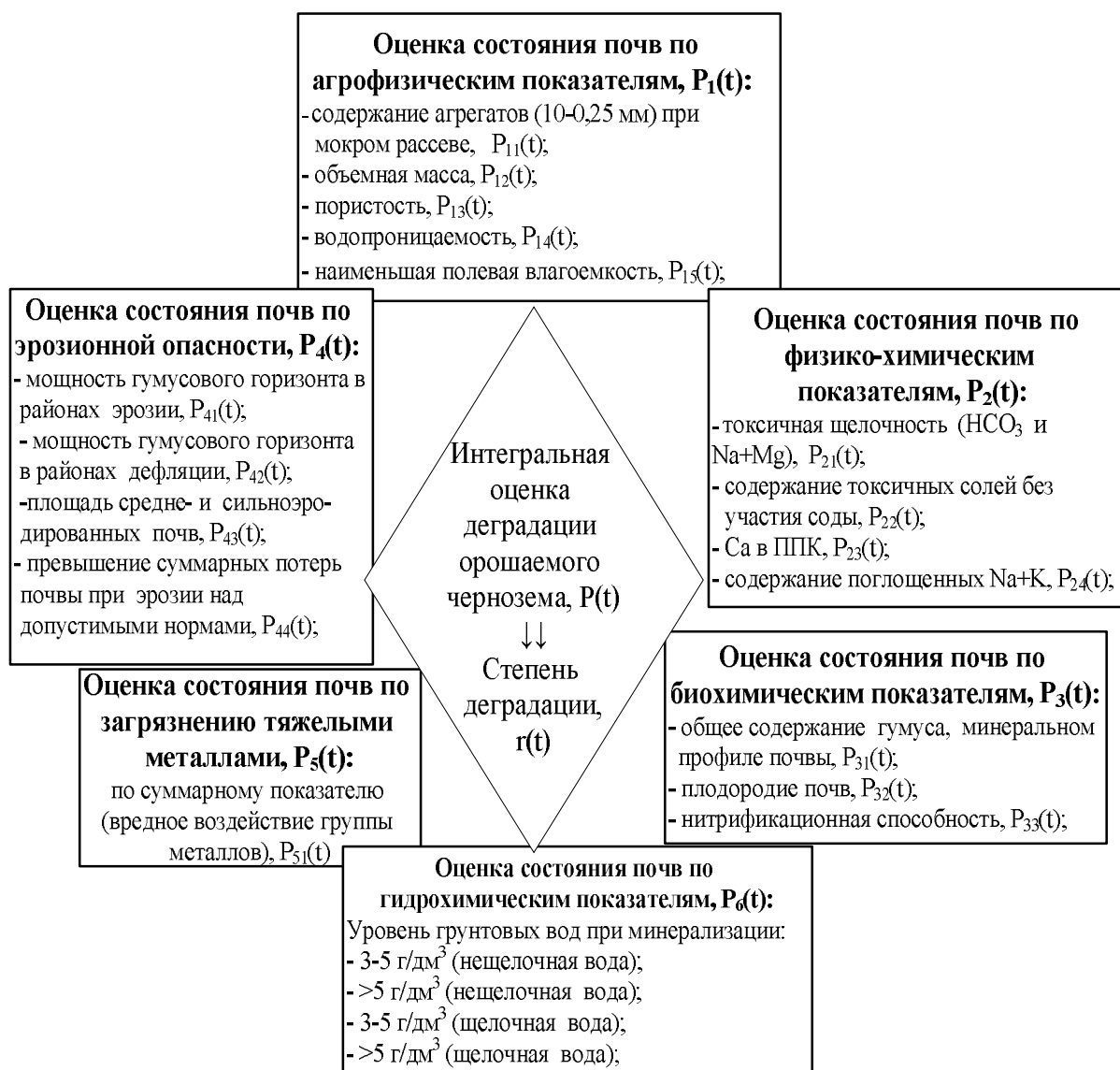
При прогнозировании деградации черноземов применим методологию, разработанную Ц. Е. Мирцхулавой [2], которая, на наш взгляд, является более совершенной.

В основу подхода прогнозирования положена концепция: любая черноземная почва при эксплуатации подвергается различным деградиционным процессам и тем самым риску наступления неблагоприятного состояния. Если этот риск будет слишком велик, то почвенная система будет деградирована и даже выведена из строя. Искомое аналитическое решение должно позволить оценить степень риска, присутствующего деградиационному процессу, обусловленного случайностью и неопределенностью факторов, устанавливать их в зависимости от характеристик, их определяющих, а также распознавать возможные последствия воздействий внешних и внутренних случайных факторов [2, 3].

Оценивая риск отдельных и суммарных деградиационных процессов, можно составить представление об экологической безопасности почвенного покрова с учетом факторов риска. Эта методология

может быть использована для прогноза деградации черноземов с достаточным для практики приближением.

Таким образом, оценка степени деградации орошаемой почвы проводится в два последовательных этапа (рисунок 1). Вначале оценивают состояние почвы по каждому показателю, представленному в патенте В. Н. Щедрина, С. М. Васильева и др. [1]. Затем на основе полученных значений  $P(t)$  по отдельным показателям рассчитываем интегральную оценку деградации, по величине которой определяем степень деградации почвы. Неблагоприятное состояние подразделено на шесть уровней по степени выраженности.



**Рис. 1. Блок-схема определения степени деградации орошаемых черноземов**

Для иллюстрации применения предлагаемого подхода оценки деградации проведем интегральную оценку степени деградации черноземов I и II надпойменных террас в целом при различных сроках эксплуатации, используя данные, разработанные в ФГНУ «РосНИИПМ» [1].

Расчеты проведем для сроков эксплуатации: 1, 2, 3, 4 и 5 лет.

Для примера оценим различное состояние пахотного слоя орошаемых черноземов II надпойменной террасы по изменению биохимического показателя.

В патенте В. Н. Щедрина, С. М. Васильева и др. [1] указано, что при «высоком» уровне состояния почвы запас гумуса составляет больше  $> 6$ , при «среднем» – 6-5 (в среднем 5,5), при «низком» – 5-4 (в среднем 4,5), а при «катастрофическом» уровне неблагоприятного состояния –  $< 4$  %. Для решения задачи используем уравнение ненаступления неблагоприятного состояния почвы:

$$P(t) = \Phi\left(\frac{\mu - t}{\alpha\mu\sqrt{t}}\right);$$

$$\mu = \frac{a}{m}; \quad \alpha = \frac{\sigma}{\sqrt{am}}; \quad r(t) = 1 - P(t).$$

Средняя скорость  $m$  изменения определяющего параметра устанавливается исходя из следующих данных – длительность глубоких необратимых преобразований орошаемых черноземов колеблется от 2-3 до 8-10 лет [2], т.е. в среднем 5 лет. Таким образом, средняя скорость определяющего параметра будет:  $m = 0,4$ .

Показатели почв делятся на три этапа: 6-5,5; 5,5-4,5; 4,5-4. Таким образом, каждый этап длится  $5 : 3 = 1,667$  лет. Тогда средняя скорость  $m$  изменения определяющего параметра по этапам будет:

$$\frac{6 - 5,5}{1,667} = 0,3; \quad \frac{5,5 - 4,5}{1,667} = 0,6; \quad \frac{4,5 - 4}{1,667} = 0,3;$$

$$m = \frac{0,3 + 0,6 + 0,3}{3} = 0,4.$$

Среднее значение  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение средней скорости  $m$  изменения определяющего параметра определяется приближенными приемами математической статистики:

$$\sigma = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K},$$

где  $X_{\max}$ ,  $X_{\min}$  – соответственно наибольшее и наименьшее значения измеряемой величины;  $K$  – коэффициент, зависящий от количества наблюдений  $n$ :

$$\sigma = \frac{m_{\max} - m_{\min}}{K} = \frac{0,6 - 0,3}{1,69} = 0,18.$$

Условно за начальный период (нормальный) примем  $t = 0,01$  лет (3,65 дней),  $a = 6$ , т.к. в течение данного промежутка времени не происходит глубоких необратимых преобразований орошаемых черноземов:

$$\mu = \frac{a}{m} = \frac{6}{0,4} = 15; \quad \alpha = \frac{\sigma}{\sqrt{am}} = \frac{0,18}{\sqrt{6 \cdot 0,4}} = 0,11;$$

$$\alpha\mu\sqrt{t} = 0,15 \cdot 15 \cdot \sqrt{0,01} = 0,17;$$

$$P(t) = \Phi\left(\frac{\mu - t}{\alpha\mu\sqrt{t}}\right) = \Phi\left(\frac{15 - 0,01}{0,17}\right) > 0,999999.$$

Следовательно, вероятность отсутствия неблагоприятного состояния почвенного покрова в начале эксплуатации будет:

$$\text{риск } r < 10^{-7}.$$

Для второго этапа получится следующее ( $t = 2$ ,  $a = 5,5$ ):

$$\mu = \frac{a}{m} = \frac{5,5}{0,4} = 13,8; \quad \alpha = \frac{\sigma}{\sqrt{am}} = \frac{0,18}{\sqrt{5,5 \cdot 0,4}} = 0,12;$$

$$\alpha\mu\sqrt{t} = 0,12 \cdot 13,8 \cdot \sqrt{2} = 2,33;$$

$$P(t) = \Phi\left(\frac{\mu - t}{\alpha\mu\sqrt{t}}\right) = \Phi\left(\frac{13,8 - 2}{2,33}\right) > 0,999999.$$

Следовательно, вероятность отсутствия неблагоприятного состояния почвенного покрова при эксплуатации в течение двух лет будет:

$$\text{риск } r < 10^{-7}.$$

Проведем такие же вычисления для следующего этапа ( $t = 4$  года,  $a = 4,5$ ) и получим, что  $P(t) = \Phi(2, 4)$ .

По таблице функции Лапласа находим значение:

$$P(t) = \phi(2, 4) = 0,9918,$$

$$\text{риск } r = 1 - 0,9918 = 0,0082,$$

т.е. риск наступления неблагоприятного состояния при «низком» уровне состояния почв будет равен  $r = 0,0082$ .

А в конце эксплуатации ( $t = 5$  года,  $a = 4$ ) при проведении расчетов получим риск  $r = 0,0548$ .

Аналогичные расчеты проведем по всем указанным выше показателям почвы. Затем на основе полученных значений  $P(t)$  по отдельным показателям рассчитываем интегральную оценку деградации как произведение вероятностей ненаступления неблагоприятного состояния, по данным изменений всех показателей, отмеченных в патенте В. Н. Щедрина, С. М. Васильева и др. [1].

Таким образом, суммарное значение вероятности ненаступления неблагоприятного состояния в начале эксплуатации (т.е.  $t = 0,01$  год), соответствующее высокому уровню состояния черноземов, как первой, так и второй надпойменных террас, т.е., по данным В. Н. Щедрина, С. М. Васильева и др. [1] будет:

$$P_{\text{сум.н}} = \prod_1^{15} P_1 P_2, \dots, P_{15} = 0,999998,$$

т.е. риск практически равен нулю.

Проводим такие же расчеты для сроков эксплуатации – 1, 2, 3, 4 и 5 лет. Результаты расчетов сведены в таблицы 1 и 2.

Таблица 1

**Значения рисков для различных уровней состояния черноземов I надпойменной террасы при различных сроках эксплуатации**

Год	Уровни состояния почв			
	высокий	средний	низкий	катастрофический
1	0,0012	0,0183	0,2502	0,5825
2	0,1750	0,3251	0,5157	0,8794
3	0,2544	0,4918	0,5486	0,9240
4	0,3943	0,5906	0,6798	0,9892
5	0,6336	0,7150	0,8887	0,9990



**Значения рисков для различных уровней состояния черноземов  
II надпойменной террасы при различных сроках эксплуатации**

Год	Уровни состояния почв			
	высокий	средний	низкий	катастрофический
1	0,0315	0,0788	0,1144	0,50428
2	0,0369	0,2574	0,4434	0,5348
3	0,2176	0,3901	0,6366	0,7859
4	0,4465	0,6682	0,7837	0,9125
5	0,5768	0,7632	0,8596	0,9991

Как указано в работе [5], вероятность возникновения деградации почвенного покрова в процессе мелиоративной деятельности составляет 0,4...0,6, что соответствует средней степени деградации. Это значение и прием критическим, т.е. длительность поливного цикла должна составлять период до наступления деградации средней степени (значение риска не должно превышать 0,4). Тогда продолжительность поливного цикла при высоком, среднем, низком и катастрофическом уровнях состояния черноземов будет различной.

Приведенный пример расчета подтверждает целесообразность применения циклического орошения для черноземов Ростовской области, а именно тот факт, что поливной цикл должен быть продолжительностью не более 3 лет для высокого уровня состояния почв, 2 лет при среднем уровне, 1 год при низком уровне, а при катастрофическом уровне почвы нужно выводить из орошения до улучшения мелиоративного состояния.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Пат. 2324331 Российская Федерация. Способ мелиорации орошаемых черноземов / В. Н Щедрин и [др.]. – Бюл. № 14 // Открытия. Изобретения. – 2008.

2 Мирцхулава Ц. Е. Деградация почв и пути предсказания неблагоприятных ситуаций при орошении // Почвоведение. – 2001. – № 12. – С. 1503-1510.

3 Васильев С. М. Повышение устойчивости и эффективности использования агроландшафтов аридной зоны в условиях постоянного и циклического орошения: моногр. – Ростов-н/Д, 2006. – 364 с.

4 Оценка деградации орошаемых почв / Б. А. Зимовец [и др.] // Почвоведение. – 1998. – № 9. – С. 1119-1126.

5 Карпенко Н. П. Структура и оценка геоэкологических рисков // Природообустройство. – 2009. – № 3. – С. 45-50.

УДК 633.1:412

**В. П. Калиниченко, Н. Г. Солнцева, А. Н. Сковпень,  
В. В. Черненко, А. А. Болдырев** (ФГОУ ВПО «ДонГАУ», Институт плодородия почв юга России)

### **ДЕГРАДАЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ДОЛГОСРОЧНОЙ ИРРИГАЦИИ<sup>1</sup>**

Динамика биogeосистем является частью геологической секвенции биосферы. Состав и свойства биogeосистемы являются результатом ее квазистационарной подстройки под динамику геосферы [1].

Орошение является попыткой изменить с геологической точки зрения моментально стагнацию биogeосистемы, обеспечив резкий прирост ее биопродукции за счет дополнительного увлажнения. Кажущаяся простота решения задачи быстрого прироста удельной биологической продукции за счет ирригации обманлива [2]. Во многих регионах мира эта задача или не решена, или решена с неудовлетворительными ландшафтными и биосферными последствиями.

Многолетние режимные исследования орошаемых и соответствующих зональных почв в почвенно-мелиоративных стационарных экспериментах на ключевых участках (всего 32 стационара).

Почвы: черноземы, каштановые почвы.

Географический регион: юг России, Нижний Дон.

Способы полива – поверхностный, дождевание.

Гидрогеологическая обстановка: уровень грунтовых от 2-4 до 20 м, различается по ключевым участкам.

Варианты использования земель: постоянная ирригационная культура, чередование ирригационной и зональной агрокультуры.

Срок наблюдений от 8 до 50 лет по различным ключевым участкам.

Черноземы.

---

<sup>1</sup> – Издается в авторской редакции.

В староорошаемом черноземе формируется иллювиально-карбонатный горизонт, который в неорошаемом черноземе отсутствует. В последствии орошения выявлено достоверное снижение содержания  $\text{CO}_2$  карбонатов и смещение границы вскипания от  $\text{HCl}$  вниз по профилю, некоторое снижение рН в пахотном и подпахотном горизонтах староорошаемого и ранее орошаемого черноземов, некоторое повышение рН староорошаемого и ранее орошаемого черноземов при поливе минерализованной водой, состав ППК отличается некоторым приростом доли поглощенного  $\text{Na}$  до 2,9-8,8 %.

Черноземы ирригационного локально гидроморфного комплекса отличаются усилением variability структуры почвенного покрова (СПП).

Староорошаемый чернозем характеризуется элювиальным распределением ила и элювиально-иллювиальным распределением фракции агрегированного ила, занимающей доминирующее положение среди остальных подфракций.

В переувлажненном черноземе наблюдается аккумулятивный характер распределения ила, агрегированного ила и доминирующей среди агрегированных илов подфракции агрегированного ила 1. Отмечено значительное увеличение фракции агрегированного ила 1 в пахотном и нижележащем горизонтах на 25-33 % по сравнению с карбонатным горизонтом и породой. Слитой горизонт переувлажненных черноземов имеет несколько повышенное содержание подфракций агрегированного ила 2 и 3.

В составе илистой фракции чернозема присутствуют диоктаэдрические иллиты, смешаннослойные иллит-монмориллонитовые структуры; хлорид и минералы группы каолинита. Валовой химический состав илистых фракций черноземов показывает, что содержание иллитов, установленное на основании площадей рефлексов, соответствуют распределению  $\text{K}_2\text{O}$  в валовом химическом составе илистой фракции.

Под влиянием орошения в илистой фракции черноземов наблюдается относительное накопление каолинита и повышенное содержание кварца в составе илистой фракции верхних горизонтов. Об этом свидетельствует соотношение интенсивностей суммарной величины рефлексов глинистых минералов и рефлекса  $4,26 \text{ \AA}$  и увеличение содержания  $\text{SiO}_2$  и молярного соотношения  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  в верхней части

профиля в пахотном горизонте орошаемого чернозема по сравнению с неорошаемым черноземом [3].

Длительное интенсивное орошение явилось причиной изменений физических свойств чернозема обыкновенного. Уплотнение в верхнем метровом слое увеличилось на 0,13-0,15 г/см<sup>3</sup>. Скорость впитывания воды в почву при длительном орошении уменьшается в 1,5-2 раза.

Общее содержание гумуса в пахотном горизонте варьирует больше чем в неорошаемых условиях. Потери гумуса в пахотном горизонте составили при орошении пресной водой из реки Дон 15 %, при поливе минерализованной водой из Веселовского водохранилища 22-23 %.

Сухой остаток в орошаемых черноземах варьирует у незасоленных от 0,05 % до 0,14 %; химизм засоления – сульфатно-гидрокарбонатный. У солончаковатых черноземов сухой остаток составляет от 0,37 % до 0,51%, сульфатный или хлоридно-сульфатный химизм засоления, рН колеблется от 7,2 до 7,8.

Сухой остаток в слое 0-25 см по ключевым участкам, орошаемым минерализованной водой, колеблется от 0,117 % до 0,151 %, в слое 25-50 см от 0,171 % до 0,287 %, рН колеблется от 7,4 до 8,6.

Техногенное изменение почвенного покрова обусловлено дифференцированным увлажнением элементов поверхности, формированием высококонтрастной СПП. Дифференциация дневной поверхности усиливается в процессе эксплуатации орошаемого участка из-за повышенной локальной просадочности грунтов [4].

Биологическая продуктивность черноземов после прекращения орошения в течение 3-8 лет ниже на 15-25 %, чем у неорошаемых аналогов.

Наряду со степными видами, растительные сообщества переувлажненных почв широко представлены гидроморфными растениями, выражена гидроморфическая поясность размещения группировок травяно-лугово-болотной растительности.

Каштановые почвы.

Каштановые почвы без орошения засолены больше, чем черноземы.

Им свойственна комплексность почвенного покрова, в составе почвенной комбинации представлены каштановые почвы, солонцы каштановые, лугово-каштановые почвы.

В результате орошения в комплексах каштановых почвах идут примерно те же, что и черноземах, процессы деградации, но их проявление в случае каштановых почв значительно интенсивнее.

В современный относительно сухой геологический период легкорастворимые соли, аккумуляировавшиеся в почвообразующих породах каштановых комплексов почв в прошлые геологические периоды в количествах до 1-2 % на глубине 0,5-0,9 м, без орошения в определенной степени изолированы от активного водного режима зоны аэрации.

В результате орошения в 4-10 раз возрастает геохимический охват ландшафта, легкорастворимые соли вовлекаются в активный геохимический процесс. Резко усиливается засоление почв, возрастает дифференциация СПП за счет интенсивного воздействия латеральной составляющей солепереноса при пространственной неоднородности гидрологического режима орошаемой территории в результате пространственной неоднородности полива комплекса почв, перераспределения воды по микрорельефу. При этом не связываемые в ионные комплексы легкоподвижные ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  мигрируют к слабо промачиваемым участкам орошаемой территории, вызывают локальное засоление и осолонцевание почв. Уровень типичных для региона сухой степи, где располагаются каштановые почвы, засоленных до 10 г/л и более,  $\text{pH} = 7,8-8,6$ , хлоридно-натриевых грунтовых вод поднимается, СПП дифференцируется, ландшафт деградирует, биологическая продуктивность комплекса почв снижается, кратковременный ирригационный эффект утрачивается.

Особенностью зоны сухой степи (регион распространения каштановых почв) является небольшой поверхностный сток. Гидрографическая сеть развита слабо. Расходы рек в межень небольшие.

На таком слаборазвитом гидрологическом фоне ирригационные потери воды (подается из реки Дон, имеет минерализацию 0,6-1,3 г/л), весьма заметны. После пуска Верхне-Сальской оросительно-обводнительной системы минерализация воды в реке Сал в межень в створе главного коллектора системы уменьшилась с 4-6 г/л до 1,5-2,2 г/л, что характеризует ситуацию как экологическую катастрофу [2, 5].

## ЛИТЕРАТУРА

1 Хитров Н. Б. Подход к ретроспективной оценке изменения состояния почв во времени // Почвоведение. – 2008. – № 8. – С. 899-912.

2 Судницын И. И. Может ли «улучшение» почв привести к их «ухудшению»? // Почвоведение. – 2008. – № 9. – С. 1132-1133.

3 Солнцева Н. Г., Калиниченко В. П. Варьирование состава глинистых минералов локально переувлажненных почв // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 3. – С. 39-41.

4 Сковпень А. Н., Калиниченко В. П. Многолетняя динамика свойств черноземов обыкновенных в условиях орошения // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2006. – № 11. – С. 83-87.

5 Калиниченко В. П., Минкин М. Б. Трансформация структуры почвенного покрова при ирригации // Почвоведение. – 1993. – № 1. – С. 70-76.

УДК 631.458.004.67

**С. А. Селицкий, Т. П. Андреева (ФГНУ «РосНИИПМ»)**

### **ПРИЕМЫ УСКОРЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Как известно, сельскохозяйственные угодья подвергаются наиболее интенсивному антропогенному воздействию. Результат этого воздействия определяется множеством факторов, из которых важнейшее значение имеют степень распашки территории, видовой состав и структура посевных площадей, размещение культур в системе севооборотов и технологии их возделывания. Например, при чрезмерной распашке территории (свыше 55-60 %) ландшафтные системы интенсивно деградируют под воздействием сразу нескольких видов эрозии – водной, ветровой и антропогенной, сопровождающейся интенсивным распадом органического вещества и ухудшением водно-физических, физико-химических и физических свойств почвы.

Разработано множество приемов восстановления продуктивности деградированных земель, ряд которых основан на использовании зонально и экологически типичных видов и сортов кормовых расте-

ний. Положительный эффект влияния кормовых смесей на качество деградированных земель обусловлен следующими факторами:

- сомкнутый травостой и прочная дернина травосмесей способствуют повышению устойчивости поверхности к смыву, размыву и выдуванию верхнего слоя почвы и выпасу скота;

- организация культурных сенокосов и пастбищ на склоновых землях, расположенных вдоль овражно-балочных земель, способствует снижению процессов водной эрозии почвы;

- возделывание ряда кормовых культур, устойчивых к засолению, способствует процессу рассоления почв;

- введение в севообороты посевов культур фитомелиорантов обеспечивает улучшение водно-физических свойств и снижение содержания токсичных веществ в почве;

- наличие в полевых севооборотах посевов многолетних трав и сидеральных культур способствует снижению процессов дегумификации и накоплению гумуса в активном слое почвы;

- возделывание бобовых культур, обладающих способностью ассимилировать азот воздуха и накапливать его в почве, способствует улучшению качества почвы.

Одним из эффективных приемов ускоренного восстановления продуктивности деградированных земель сельскохозяйственного назначения является создание и улучшение (поверхностное и коренное) в сравнительно короткие сроки высокопродуктивных сенокосов и пастбищ.

При поверхностном улучшении травостоя рекомендуется проводить дискование, подсев семян многолетних трав, вносить удобрения, на склонах балок перед уходом в зиму проводить щелевание.

Коренное улучшение предполагает зяблевую вспашку при мощном гумусовом слое, или безотвальное рыхление на маломощных почвах и на почвах легкого гранулометрического состава. До этого проводят тщательную разделку дернины тяжелыми дисковыми боронами. Перед посевом почвы культивируют, боронуют, прикатывают.

При залужении участков деградированных земель необходимо подбирать высокоурожайные травы и их смеси, способные быстро создавать густой травостой и прочную дернину, предохраняющую почву от эрозии. При этом необходимо учитывать, что злаковые

травы создают загущенный, а бобовые – рыхлый травостой. Смесь трав для проведения залужения подбирается с учетом степени эродированности почв, экспозиций склонов и способа использования территории. Для залужения используют семена районированных сортов и местных высокопродуктивных популяций.

Для создания сеяных сенокосов и пастбищ на склоновых землях аридной зоны рекомендуются примерные травосмеси и нормы высева (кг/га) компонентов: люцерна желтая (5-6) + эспарцет (25-30) + кострец безостый (10-12) + житняк (12-14), люцерна желтая (6) + кострец безостый (4-5) + житняк ширококолось (4) + пырей сизый (15), люцерна желтая (5-6) + эспарцет (25-30) + волоснец (12-14) + кохия (10-12), люцерна синегибридная (10-12) + житняк (12-14) + пырей сизый (12-14), люцерна синегибридная (5-6) + житняк (12-14) + пырей бескорневищный (10-12), люцерна синегибридная (6-8) + овсяница луговая (3-4) + безостый (8-10) + ежа сборная (6-8) + райграс пастбищный (6-8) + эспарцет (15) + черноголовник (10) [1, 2].

В первую очередь, ускоренное залужение проводят на пойменных и склоновых угодьях, наиболее подверженных эрозии. При сплошной распашке склонов ускоренное залужение обеспечивает полную защиту почвы от эрозии обычно к концу второго года жизни трав, поскольку в первом году жизни многолетние травы не всегда могут сформировать сомкнутый травостой и оказать противодействие смыву.

Для борьбы с эрозией на склонах протяженностью более 150 м и на вогнутых протяженностью 50 м задернелую почву следует обрабатывать поперек склона полосами шириной 40-50 м на пологих и 25-30 м на крутых склонах (более 18-20°) с оставлением буферных полос естественного травостоя шириной 15-20 м на пологих и 10-15 м на крутых склонах. Буферные полосы распаивают и залужают при развитии многолетних трав.

Виды обработки почв при организации сенокосов и пастбищ на склоновых землях приведены в таблице [1, 2].

Для восстановления продуктивности естественных сенокосов и пастбищ на засоленных землях необходимо коренное улучшение с применением мелиоративных обработок и последующим ускоренным залужением.



**Технологические схемы обработки почв при улучшении сенокосов и пастбищ на склонах**

Тип склонов	Характеристика угодья	Способ освоения	Технологические операции	Марка	
				орудия	трактора
Пологие склоны	Почвы маломощные, смытые, эрозионно опасные	Ускоренное залужение; обработка поперек склона	Дискование в 3-4 следа или фрезерование в 1-2 следа + боронование + прикатывание	БДТ-3 или ФБН-1,5	ДТ-75М
Покатые склоны средней крутизны (от 5 до 10°)	Почвы маломощные, смытые, эрозионно опасные	То же	Дискование в сцепе с зубowymi боронами в 3-5 следов + прикатывание или дискование в 2 следа + безотвальная обработка + дискование в 2 следа + прикатывание	БДТ-3 + БЗТС-1,0; ПЧС-4-35 со стойками СибИМЭ; ЗКВГ-1,4	ДТ-75М МТЗ-82 ДТ-75М
Крутые склоны (более 10°)	Почвы маломощные, эрозионно опасные	То же	Глубокое безотвальное рыхление на 30-35 см + дискование в 3-4 следа (по диагонали участка) + прикатывание	ПЧС-4-35 со стойками СибИМЭ; БДТ-3; ЗКВГ-1,4	ДТ-75К ДТ-75К МТЗ-82Н
Крутые склоны балки (более 18-20°), примыкающие к водоему	Почвы маломощные, смытые	Ускоренное залужение после выполаживания или устройство террас с шириной полотна 4-6 м	Односторонняя вспашка поперек склона + дискование полосы + прикатывание	ПЧС-4-35; БДТ-3; ЗКВГ-1,4	ДТ-75К ДТ-75К МТЗ-82Н

При освоении под сенокосы и пастбища степных солонцов проводят трехъярусную или плантажную вспашку с вовлечением в обрабатываемый слой кальциевых солей почвы. Плантажную вспашку применяют тогда, когда площадь солонцовых пятен в комплексе представлена корковыми и мелкими видами, не поддающимися улучшению трехъярусной обработкой.

При ускоренном залужении солончаков и солонцов высевают многокомпонентные травосмеси, состоящие из культур, обладающих не только повышенной солевыносливостью, но и засухоустойчивостью: житняки, пырей сизый и солончаковый, волоснец ситниковый, люцерну желтую, донник белый и желтый. Люцерну синегибридную и кострец прямой можно высевать на почвах средней степени засоления и солонцеватости.

Создание и улучшение сенокосов и пастбищ – эффективный прием восстановления деградированных, подверженных эрозионным процессам земель. Благодаря наиболее развитому, высокому и плотному растительному покрову, мощной дернине и более низким антропогенным нагрузкам эрозионная опасность на сенокосах в 2,5-3 раза ниже, чем на пашне, и в 2 раза ниже, чем на пастбищах, эрозионная опасность на природных пастбищах примерно на 30 % ниже, чем на пашне. Кроме того вышеописанные приемы ускоренного восстановления деградированных земель предусматривают параллельно и решение еще одной важной задачи – повышение производства сбалансированных кормов высокого качества.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Провести научные исследования и разработать агробиологические основы формирования высокопродуктивных поливидовых агрофитоценозов многолетних трав и однолетних кормовых культур для производства кормов в системе специализированных конвейеров, обеспечивающих равномерное круглогодичное кормление высокопродуктивных кормов: отчет о НИР (заключ.): 1308/13/ ФГНУ «РосНИИПМ»; рук.: В. Н. Щедрин. – Новочеркасск, 2009. – 455 с. – № ГР 01200962564. – Инв. № 02200953774.

2 Эрозия почв и борьба с ней / под ред. В. Д. Панникова. – М.: Колос, 1980. – 367 с.

**ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ  
ПОЧВОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ  
НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ АГРОЛАНДШАФТОВ**

Необходимый почвозащитный эффект и рост производительной способности земли может быть достигнут лишь при дифференциации ее использования соответственно почвенным, рельефным, климатическим условиям, специализации хозяйств и противоэрозионных мероприятий.

Основные требования, которые необходимо учитывать при разработке комплексных проектов по борьбе с эрозией почв на территории с расчлененным рельефом [1, 2]:

- при обследовательских работах и организации территории выявлять причины, вызывающие эрозию, эродированные и эрозионно-опасные земли и группировать их по категориям использования;

- определить типы почв, их механический состав и степень смытости, крутизну, длину склонов и их экспозицию, степень расчлененности территории;

- проводить гидрогеологические обследования территории;

- определять устойчивость почв к размыву или выдуванию, запасы водно-растворимых форм, общие запасы питательных веществ в почве и составлять картограммы обеспеченности азотом, фосфором, калием: определять кислотность и засоленность почв;

- выявлять действующие овраги, их годовой прирост и близость к водоразделам;

- определять площади водосборов, прилегающих к оврагам, с ведущими и подчиненными высотными отметками, объем стока талых и ливневых вод с ведущих по площади и высотным отметкам водосборов;

- устанавливать взаимозависимость стока и смыва почвы с ведущих и подчиненных водосборов и влияние их на земли, расположенные у подножия;

- учитывать водные источники, состояние их заиления и возможности зарегулирования вод местного стока;

- сильно эродированные земли и возможности их использования в хозяйственных целях после планировочных работ и восстановления плодородия почвы;

- формировать поля с учетом их обработки поперек склонов и вдоль горизонталей;

- выявлять наличие мелиоративных программ и определять возможности их сочетания с программой защиты почв от эрозии и охраны окружающей среды [1, 2].

Для правильного проектирования *организационно-хозяйственных мероприятий* и организации территории 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; выявлять потребности хозяйства в семенах, удобрениях, специальной противозэрозионной технике, химических закрепителях почв на склонах, а также в ядохимикатах и гербицидах; предусматривать регулируемый выпас скота на эродированных и эрозионно-опасных землях; рациональное применение противозэрозионной техники; разрабатывать комплексные мелиоративные долгосрочные программы повышения плодородия и высокопродуктивного использования земли, включающих мероприятия по химизации, борьбе с эрозией почв, по орошению, обводнению, осушению, борьбе с кислотностью, с засухой и избытком осадков и комплексного их осуществления [1, 2, 3].

*Агротехнические почвозащитные мероприятия* должны включать: предотвращение ускоренной эрозии путем зарегулирования или безопасного сброса талых и ливневых вод с полей; введение различных типов почвозащитных севооборотов; дифференцированное применение противозэрозионных приемов обработки почвы и посева в зависимости от степени смытости 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; предупреждение создания искусственных рубежей, формирующих разрушительные потоки воды; осуществление приемов, способствующих повышению снегонакопления и снижения глубины промерзания почвы, а также ускоряющих оттаивание почвы, начиная от водораздела до подножия склонов; применение высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур, не требовательных к условиям произрастания, интенсивно развивающихся, защищающих почву от эрозии и дающих высокие урожаи; разработку мероприятий по сохранению качества сельскохозяйственной продукции, выращиваемой на эродированных землях [2, 3].

*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 конструкций и рядности лесонасаждений, обеспечивающих наивысший почвозащитный эффект и минимальные затраты по уходу; ускоренное закрепление и затенение оврагов, восстановление гибнущих лесонасаждений; системное применение лесополос.

*Гидротехнические мероприятия:* применение конструкций гидросооружений, 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 [2, 3].

*Противоэрозионная организация территории хозяйств* должна обеспечивать условия для прекращения и предупреждения эрозионных процессов, рационального использования земель и повышения плодородия почв.

При организации сельскохозяйственных угодий и севооборотов в соответствии с картограммой категорий земель по степени эродированности: устанавливают состав, соотношение и размещение сельскохозяйственных угодий; выделяют не затронутые эрозией, но эрозионно-опасные участки сельхозугодий, на которых необходимо осуществить профилактические противоэрозионные мероприятия; определяют размеры и виды трансформации угодий; выделяют пригодные для освоения под пашню участки земли, которые не используются, но могут быть освоены после восстановления плодородия; общие размеры и границы пашни устанавливают с учетом намечаемого освоения новых массивов и исключения из пашни сильно эродированных земель; размещают угодья и севообороты [1, 3].

При размещении разных типов севооборотов, а также при определении состава и соотношения культур в почвозащитных севооборотах учитывают характер рельефа, эродированность почв и общую потенциальную опасность проявления эрозионных процессов. Там, где это возможно, севооборотные массивы формируют из земель одной категории. При этом обычные севообороты (полевые, овощные, кормовые и т.п.) размещают, как правило, на неэродированных и слабо эродированных почвах первых трех категорий, а почвозащитные севообороты – на более эродированных почвах и эрозионноопасных участках (четвертой и пятой категории).

Тип севооборота выбирают с учетом принятой системы земледелия, намечаемой специализации хозяйства и состояния почвенного покрова. С увеличением степени эродированности почв и потенциальной опасности развития эрозии уменьшают площадь пропашных культур в севообороте, увеличивают долю культур сплошного сева и особенно многолетних трав.

При противоэрозионной организации территории севооборотов в районах со сложным почвенным покровом и сложным рельефом выделяют рабочие участки, из которых затем формируют поля севооборотов. Рабочий участок выбирают однородным по рельефу, почвенному покрову и характеру проявления эрозионных процессов с тем, чтобы можно было наметить единую систему противоэрозионных агротехнических приемов для участка в целом. Размер и конфигурация участка должны отвечать требованиям механизации полевых работ. Поэтому в целях лучшего использования техники допускают

такое спрямление границ рабочих участков, при котором небольшие площади менее эродированных земель присоединяют к участку с более эродированными землями [1, 2].

В районах интенсивной водной эрозии с недостаточным увлажнением границы полей и рабочих участков, вдоль которых планируется контурная обработка, располагают строго вдоль горизонталей, в районах избыточного увлажнения – под углом к ним с соблюдением противоэрозионных требований (не создавать условий для размыва).

На склонах, подверженных эрозии в сильной степени, проектируют сплошное залужение, размещение почвозащитных севооборотов с большим процентом многолетних трав, полосное размещение посевов, предполагающее чередование полос однолетних культур и многолетних трав или однолетних культур сплошного сева с пропашными.

В настоящее время наиболее эффективным видом почвозащитной организации территории в условиях совместного проявления ветровой и водной эрозии является организация полей с контурно-полосным размещением посевов [2].

Соблюдение этих основных требований при разработке комплекса противоэрозионных мероприятий на различных типах агроландшафтов обеспечит прекращение или сведение к минимуму эрозионных процессов почвы и повышение плодородия и производительности эродированных малопродуктивных земель.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Методические рекомендации по проектированию комплекса противоэрозионных мероприятий для проектов внутрихозяйственного землеустройства колхозов и совхозов, входящих в зону крупномасштабного эксперимента / Д. Е. Ванин, Г. П. Сурмач, А. Г. Рожков [и др.]. – Курск: ВНИИЗПЭ, 1978. – 179 с.

2 Методические рекомендации по проектированию комплексов противоэрозионных мероприятий на расчетной основе / Д. Е. Ванин, Г. П. Сурмач, И. П. Здоровцов [и др.]. – Курск. 1985. – 167 с.

3 Система мелиоративных мероприятий для различных типов агроландшафтов, обеспечивающих устойчивость к деградиционным процессам и повышение плодородия почв: рекомендации / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай, Е. В. Полуэктов [и др.]. – М.: ООО «Столичная типография», 2008. – 84 с.

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ МЕЛИОРАЦИИ СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВ ПРИ ОРОШЕНИИ**

Практически все орошаемые земли подвергаются процессам ощелачивания, осолонцевания и дегумификации. Однако самым опасным является не современное распространение этих процессов, а возможность их усиления в будущем, так как они проявляются на землях не только орошаемых слабоминерализованной водой, но и пресной водой благоприятного химического состава.

Существует три способа мелиорации солонцовых почв: агробиологический, химический и комплексный.

Агробиологический метод включает мелиоративные обработки на глубину 40-50 см при высоком залегании кальциевых солей (выше 40 см), что позволяет их использовать для самомелиорации. При этом мощность, вовлекаемого карбонатного (гипсового) горизонта, должна быть равна мощности солонцового и составлять не менее 10-12 см. Но агробиологический метод, основа которого предполагает обязательное наличие солонцового и кальцийсодержащего горизонтов, для орошаемых почв несостоятелен, поскольку в орошаемых условиях эти слои потеряли свою четкость, солонцеватость почв присутствует уже в поверхностных слоях, в одних случаях за счет горизонтальной и вертикальной миграции почвенных растворов, в других – в результате поливов слабоминерализованной водой сульфатно-натриевого состава.

Химическая мелиорация представляет собой комплекс мер, направленных на улучшение физико-химических свойств почв путем внесения химических мелиорантов. Суть химической мелиорации состоит в замене натрия в почвенно-поглощающем комплексе на кальций.

Для орошаемых солонцовых почв обязательным приемом мелиорации является химический, но, как показывают многие исследования, при этом способе глубина мелиорируемого слоя не превышает 30 см, особенно при использовании мелиорантов с нейтральной реакцией, например глиногипса, гипса. Кроме того, внесение химических мелиорантов без органики не обеспечивает достаточных мелиорирующего и удобрительного эффектов.



Наиболее приемлемым способом мелиорации орошаемых почв является комплексный, включающий внесение химических мелиорантов в сочетании с органикой с последующим проведением мелиоративных обработок. Такой способ мелиорации увеличивает мелиорирующий слой до 40-45 см и обеспечивает не только устранение щелочности и рассолонцевание почв, но и накопление гумуса.

Недостатки комплексного метода мелиорации в современных условиях заключаются в необходимости осуществления двух процессов сельскохозяйственной техники: вначале РУМом разбрасываются мелиоранты, а затем следом навозоразбрасывателем вносят органику. К тому же природные мелиоранты (гипс, глиногипс, глауконит), имея нейтральную реакцию, плохо срабатывают на орошаемых землях, которые подвержены не только осолонцеванию, но и подщелачиванию, а ранее применяемый в больших масштабах фосфогипс (кислый мелиорант) и как более эффективный по мелиорирующему воздействию стал недоступен из-за высокой стоимости его перевозки. Кроме того, запасы навоза крупного рогатого скота (КРС), как основного источника органики, на настоящий момент практически исчерпаны.

Усовершенствовать комплексный способ мелиорации солонцовых почв при орошении предполагается двумя путями:

- создать такие удобрительно-мелиорирующие средства (УМС), которые при однократном внесении решали бы проблему обогащения почв кальцием и проблему накопления органического вещества, что будет способствовать оптимизации свойств почв и повышению продуктивности земель;

- удобрительно-мелиорирующие компосты (УМК) в целях удешевления транспортных расходов должны готовиться на базе местных сырьевых ресурсов: кальцийсодержащих минеральных залежей, кальций- и кислотосодержащих отходов промышленности, органики любых видов.

Мы остановились на изучении удобрительно-мелиорирующих компостов, так как компостирование во многих странах рассматривается как важный элемент стратегии повторного использования отходов.

*Основные условия компостирования:* влажность – 70-78 %; кислотность – рН – 6,8-7,2 %; соотношение С : N – 20-30; равномер-

ность смешивания; рыхло-плотное сложение; температура окружающей среды более 10 °С.

Агрономическая ценная часть в правильно приготовленном компосте – это продукты жизнедеятельности микроорганизмов, они содержат все питательные элементы, необходимые для нормального питания растений в течение всего вегетационного периода. Сначала растения используют готовые минеральные соединения компоста, в последующие фазы роста – соединения, которые непрерывно образуются в процессе дальнейшей минерализации органического вещества компоста. 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.

Для приготовления УМК в качестве органики выбран птичий помет (Пп), так как с развитием отрасли птицеводства его запасы на настоящий момент велики. Только в Ростовской области имеется около 10 птицефабрик, каждая из которых за сутки поставляет от 78 до 180 т куриного помета.

В качестве мелиорирующего кальцийсодержащего компонента взяты фосфогипс (Ф) – отход промышленности производства фосфорных удобрений. Он имеет кислую реакцию с рН – 2,5-3, но для сельского хозяйства используется с рН – 6,3-6,5, нейтрализованный известью. Для Ростовской области это дорогостоящий мелиорант, так как требует больших расходов при доставке, поэтому в качестве альтернативы в исследованиях использовался глауконитовый песок (Гл.) – местная минеральная залежь с нейтральной реакцией среды и содержанием кальция в пересчете на гипс до 70 %.

По проведении лабораторных экспериментов, установивших оптимальные соотношения компонентов при приготовлении удобрительно-мелиорирующих компостов, нами для полевых опытов были выбраны лучшие, а именно: Пп + Ф – 1:1, Пп + Гл. – 1:1, Пп + Ф + Гл. – 1:1:1. Мелиорирующая основа их составляла соответственно – 49, 38, 57 % в пересчете на чистый гипс.

УМК значительно улучшили физико-химические, физические и агрохимические свойства черноземов обыкновенных деградированных. Это отразилось и на урожайности сельскохозяйственных культур.

Данные урожайности возделываемых культур на мелиорированных черноземах изменялись из года в год в зависимости от свойств почв (таблица 1). Если фосфогипс и фосфогипсодержащий компост уже в первый год снизили щелочность и солонцеватость почв, обогатили почву кальцием, улучшили питательный режим, за счет создания определенных почвенных условий, поскольку доступность элементов питания максимальна при рН – 7,5-8, то и урожайность картофеля была выше на этих вариантах и составила на контроле 26,9 т/га, Пп + Ф – 38,5, Пп + Ф + Гл. – 37,7 т/га.

Таблица 1

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

Вариант	Картофель, 2005 г.	Озимая пшеница, 2006 г.	Люцерна на сено, 2007 г.	Люцерна на сено, 2008 г.	В среднем за 4 года, т. к.е./га	Прибавка	
						т. к.е./га	%
Контроль	26,9	2,35	5,1	5,4	4,69	-	-
Птичий помет (Пп)	32,0	2,77	6,1	6,3	5,55	0,86	18
Фосфогипс (Ф)	34,4	3,03	6,7	7,1	6,07	1,38	29
Глауконит (Гл)	31,7	2,90	6,5	6,6	5,68	0,99	21
Пп + Ф	38,5	3,38	6,9	7,2	6,54	1,85	39
Пп + Гл	33,0	3,17	6,7	7,0	5,99	1,30	28
Пп + Ф + Гл	37,7	3,37	7,0	7,3	6,51	1,82	39
НСР <sub>0,5</sub>	1,95	0,20	0,19	0,25			

В последующие годы эффект мелиорации на этих вариантах возрастал, но не в такой степени, а прибавки урожая стабилизировались: 29 % – фосфогипс в чистом виде, 44-35 % – на варианте Пп + Ф и 43-37 % на варианте Пп + Ф + Гл. Глауконит и компосты, приготовленные на основе птичьего помета и глауконита, в силу нейтральной реакции – медленнодействующие мелиоранты, поэтому в первый год их последствия урожайность картофеля на варианте с глауконитом возросла всего на 18 %, а на варианте с компостом Пп + Гл. – на 23 %.

На второй год последствия такой компост усиливал свое мелиорирующее воздействие на почвы, и увеличение урожайности озимой пшеницы составило 34 %.

Несмотря на то что в третий год последействия выращивалась люцерна первого года пользования, нарастание массы которой в этот год еще слабое, прибавка урожайности на варианте Пп + Гл. составила 31 %, на варианте с компостом из Пп + Ф – 35, из Пп + Ф + Гл. – 37 %, то есть по воздействию на урожайность сельскохозяйственных культур сравнялась. В 2008 году, когда был средневлажный год, последействие всех компостов на урожайность люцерны было практически одинаково.

Птичий помет, как органическое удобрение, пополнил запасы органического вещества и питательных элементов, но практически не улучшил физико-химические и физические свойства чернозема, поэтому прибавки урожайности по возделываемым культурам были ниже ( $\approx 18\%$ ), чем на других вариантах.

В среднем, за 4 года наибольшие прибавки получены на вариантах с компостами Пп + Ф – 39 % и Пп + Ф + Гл. – 39 %, с Пп + Гл. она составила 28 %.

Таким образом, для воспроизводства почвенного плодородия, особенно орошаемых земель, необходимо использовать все местные ресурсы, отходы промышленности и сельского хозяйства. Удобрительно-мелиорирующие компосты, приготовленные на их основе, являются медленнодействующими средствами, но в последействии они проявляют свои положительные качества с той же активностью, что и фосфогипс.

УДК 631.445:425:631.86

Е. В. Долина (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО, ПРОМЕЛИОРИРОВАННОГО УДОБРИТЕЛЬНО-МЕЛИОРИРУЮЩИМИ КОМПОСТАМИ**

Проблема повышения и восстановления плодородия почв сельскохозяйственного значения уже на протяжении многих лет была и остается актуальной.

Наши разработки основаны на создании новых удобрительно-мелиорирующих компостов, направленных на восстановление плодородия орошаемых земель, в особенности черноземов.

В связи с этим мы провели лабораторные и полевые исследования почв чернозема обыкновенного деградированного в ГП «Батайское» Аксайского района Ростовской области.

До проведения мероприятий по восстановлению плодородия орошаемых черноземов почвы по химизму засоления, по анионному составу характеризовались как сульфатно-содовые. Содержание иона  $\text{HCO}_3^-$  уже с поверхности составляло  $> 0,88$  мг-экв./100 г, то есть превышало порог токсичности. По степени засоления данные почвы, согласно типу засоления, характеризовались как незасоленные (таблица 1).

Влияние органо-минеральных компостов на физико-химические свойства чернозема обыкновенного представлено в таблице 2. На контроле и вариантах с птичьим пометом щелочность устранить не удалось, и она оставалась выше ПДП. Это объясняется тем, что птичий помет, имея щелочную реакцию, не способен на нее повлиять. Лучшими в этом плане были фосфогипс, имеющий кислую реакцию, и фосфогипсодержащие компосты – птичий помет + фосфогипс, птичий помет + фосфогипс + глауконит.

На этих вариантах щелочность в течение 4-х лет после мелиорации составляла 0,6-0,5 мг-экв./100 г, на вариантах с глауконитом, имеющим нейтральную реакцию, щелочность нейтрализовалась со 2 года последствия; компостом из Пп + Гл. уже в первый год почвы перешли из среднещелочных в слабощелочные; к 3 и 4 годам и на этих вариантах щелочность была устранена полностью.

Подтверждением снижения и устранения щелочности является показатель рН водной суспензии, согласно которой на контроле и на вариантах с птичьим пометом реакция почвенной среды в течение 4 лет последствия оставалась выше 8 единиц. Снижение рН обнаружено в 1 год на вариантах с фосфогипсом и компостами – птичий помет + фосфогипс и птичий помет + фосфогипс + глауконит, в последующие годы этот показатель стабилизировался, а на вариантах с глауконитом и глауконитосодержащем компосте рН почвы достигло нейтральной реакции только к 3 году последствия.

Задача кальцийсодержащих мелиорантов и компостов состояла в снижении солонцеватости почв путем замены обменного натрия и частично магния в ППК на кальций и насыщении почвенного раствора кальцием.

Таблица 1

**Физико-химические свойства чернозема обыкновенного  
длительно орошаемого до мелиорации (2004 г.)**

Слой почвы, см	рН водной суспензии	Сумма ионов, %	Токсичные соли, %	Мг-экв./100 г почвы							Щелочность, мг-экв./100 г		ППК			
				Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> > Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> , по Бобкову	по Зи-мов-цу	Σ ППК, мг-экв./100 г	% от Σ		
														Ca	Mg	Na
0-20	8,1	0,137	0,062	0,07	0,62	0,88	0,50	0,33	0,60	0,14	0,88 > 0,83	1,4	30,8	65	28	7
20-40	8,2	0,125	0,057	0,07	0,46	0,84	0,45	0,27	0,59	0,06	0,84 > 0,72	1,4	31,9	68	25	7
40-60	8,6	0,117	0,059	0,07	0,31	1,01	0,40	0,24	0,65	0,10	1,01 > 0,64	1,7	31,5	70	23	7
60-80	8,6	0,158	0,076	0,07	0,61	0,86	0,31	0,26	0,88	0,09	0,86 > 0,57	1,8	30,1	69	22	9
80-100	8,6	0,179	0,083	0,07	0,32	0,95	0,30	0,35	0,90	0,09	0,95 > 0,65	1,9	19,2	68	21	11
0-40	8,1	0,131	0,060	0,07	0,54	0,86	0,47	0,30	0,60	0,10	0,86 > 0,77	1,3	31,4	66	27	7
0-100	8,4	0,140	0,060	0,07	0,46	0,91	0,39	0,29	0,72	0,09	0,91 > 0,68	1,9	28,7	68	24	8

Примечание: n – 7 скважин.

Таблица 2

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

Вариант	Доза, т/га	Сумма ионов, %	Токсичные соли, %	рН водной суспензии	Щелочность	Σ ППК,	% от Σ ППК		
					(HCO <sub>3</sub> – Ca) + Mg + Na, мг-экв./100 г		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
До мелиорации (2004 г.)									
Контроль		0,131	0,060	8,1	1,28	31,4	66	27	7
1 год последствия (2005г.)									
Контроль	16	0,147	0,079	8,0	1,56	29,4	66	27	7
Птичий помет	10	0,134	0,069	8,0	1,56	30,6	65	28	7
Фосфогипс	13	0,108	0,061	7,4	0,6	29,8	72	24	4
Глауконит	19	0,130	0,063	7,8	0,9	29,6	68	26	6
Пп + Ф	25	0,113	0,055	7,4	0,6	30,4	73	23	4
Пп + Гл.	17	0,140	0,070	7,7	1,19	30,0	70	25	5
Пп + Ф + Гл.		0,113	0,055	7,4	0,6	30,6	76	20	4
2 год последствия (2006 г.)									
Контроль		1,141	0,071	8,1	1,5	29,2	65	28	7
Птичий помет	16	0,134	0,069	8,0	1,3	30,4	65	28	7
Фосфогипс	10	0,103	0,051	7,3	0,5	30,7	77	19	4
Глауконит	13	0,124	0,059	7,6	0,6	30,3	69	26	5
Пп + Ф	19	0,107	0,051	7,4	0,6	31,5	82	15	3
Пп + Гл.	25	0,132	0,064	7,6	0,8	30,8	77	19	4
Пп + Ф + Гл.	17	0,099	0,050	7,4	0,6	31,7	82	16	2
3 год последствия (2007 г.)									
Контроль		0,139	0,068	8,3	1,4	28,9	65	27	8
Птичий помет	16	0,132	0,067	8,1	1,4	30,0	67	26	7
Фосфогипс	10	0,091	0,044	7,2	0,5	32,1	80	18	2

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Глауконит	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	7,5	0,7	31,2	78	19	3
Пп + Ф + Гл.	17	0,086	0,044	7,3	0,6	32,1	84	15	1
4 год последствия (2008 г.)									
Контроль		0,132	0,076	8,2	1,4	30,1	67	27	6
Птичий помет	16	0,087	0,055	8,0	1,3	30,4	68	29	3
Фосфогипс	10	0,061	0,044	7,2	0,5	33,3	81	17	2
Глауконит	13	0,074	0,051	7,4	0,6	31,9	77	20	3
Пп + Ф	19	0,069	0,039	7,3	0,4	33,7	83	16	1
Пп + Гл.	25	0,068	0,049	7,5	0,6	32,9	82	16	2
Пп + Ф + Гл.	17	0,075	0,045	7,2	0,5	33,8	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

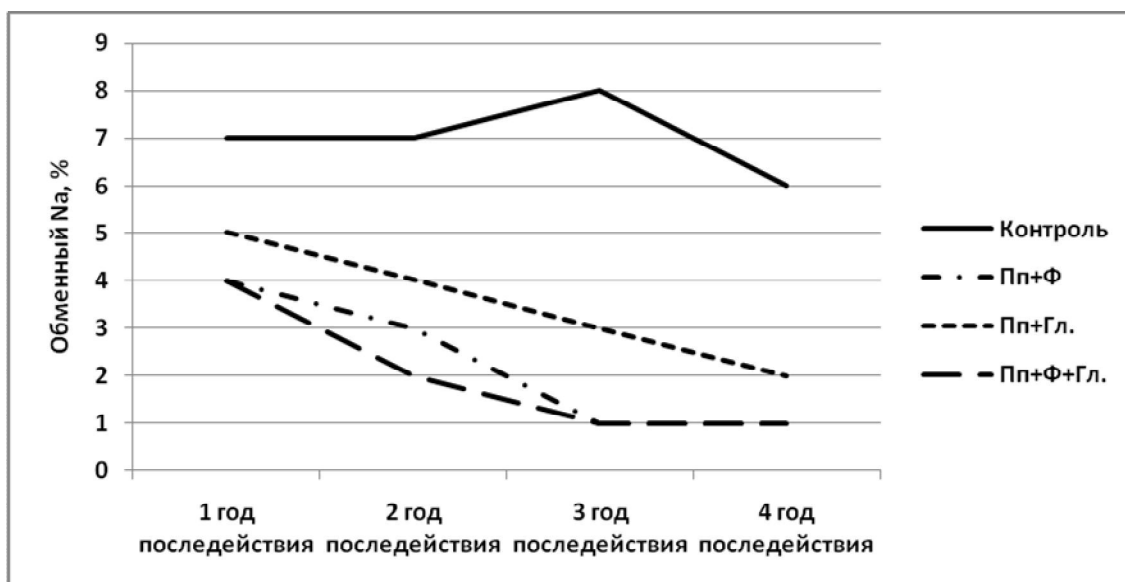


Рассматривая результаты изменения состава ППК, можно отметить, что к 4 году последействия наилучшими в этом отношении оказались компосты – Пп + Ф, Пп + Ф + Гл., Пп + Гл. и мелиорант Ф. Количество обменного Na при внесении фосфогипса уменьшилось в слое 0-40 см на 71 % по сравнению с показателями на контроле до мелиорации, при внесении компоста Пп +Ф – на 86, на варианте Пп + Ф + Гл. – 86 % , компоста Пп +Гл. – на 71 %.

В меньшей степени вытеснялся из ППК обменный магний, но его содержание по вариантам также уменьшилось и на вариантах Пп + Ф + Гл., Пп + Ф он достиг в слое почвы 0-40 см соответственно 15-16 % от ППК, на вариантах с глауконитосодержащими средствами – 17 % от суммы ППК, в то время как на контроле 27 %, при содержании кальция 67 %.

Соответственно, с уменьшением обменного Na и Mg ППК обогащался кальцием и на лучших вариантах Ф, Пп + Ф + Гл., Пп + Ф приближался к ПДП уже со 2 года последействия, а на глауконитосодержащих компостах только к 3 и 4 году.

На рисунке 1 показано изменение содержания обменного натрия в мелиорируемом черноземе обыкновенном в слое 0-40 см по наилучшим вариантами.



**Рис. 1. Изменение содержания обменного Na в мелиорируемом черноземе обыкновенном в слое 0-40 см**

Таким образом, из вышесказанного следует, что компосты из органики и фосфогипса, начиная с первого года последействия значительно снижают содержание Na в ППК. На третий и четвертый

год это состояние остается стабильным и показатели находятся на уровне ПДП, стремясь к ОП.

В отношении с глауконитосодержащим компостом так же просматривается положительная тенденция к снижению Na постепенно по годам и показатели приближаются к уровню фосфогипсодержащих компостов. Самостоятельно глауконит как мелиорант уже к 3 году последствия достигает предельно допустимых параметров.

Мелиорирующий эффект фосфогипсодержащих компостов проявлялся с первого года последствия и поддерживался на том же уровне в последующие годы. Глауконитосодержащие компосты эффект влияния на рассолонцевание земель увеличивали из года в год.

Птичий помет не содействовал улучшению физико-химических свойств деградированного чернозема.

По скорости воздействия на физико-химические свойства фосфогипс и фосфогипсодержащие компосты можно отнести к быстродействующим средствам, глауконит и компост, приготовленный из птичьего помета и глауконита – медленнодействующим, и их эффект, возможно, будет более продолжительным.

УДК 631.879.4.003.13:631.453:631.445.41

**Р. Е. Юркова, Е. В. Долина (ФГНУ «РосНИИПМ»)**

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОСТОВ ПРИ ИНАКТИВАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ ТЕРРАСОВЫХ**

Проблема загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами особенно остро стоит на орошаемых землях, так как орошаемое земледелие предусматривает интенсивную систему возделывания сельскохозяйственных культур, которая сопровождается повышенным использованием удобрений, пестицидов, гербицидов, с ними поступают не только питательные элементы, но и загрязнители. Плодородные почвы сами способны их инактивировать, то есть переводить в формы, недоступные растениям. Но в условиях орошения, наряду с благоприятными факторами почвообразования (увлажнение, рассолонение, активизация микробиологических процессов и т.д.), способствующими получению стабильных и высоких урожаев, могут, при определенных условиях, проявляться негативные явления – переувлажнение, вторичное засоление, осолонцевание и ощелачивание, уплот-

нение и слитизация, дегумификация [1, 2, 3, 4]. Почвы, обладающие такими свойствами, накапливают поллютанты и токсичность тяжелых металлов (ТМ) приводит к загрязнению не только сельскохозяйственной продукции, но и к снижению урожайности выращиваемых культур. В этих условиях необходимо снижение вредного воздействия ТМ на почву путем внесения различных химических веществ, способствующих превращению тяжелых металлов в недоступные для растений соединения.

Нами разработаны приемы инактивации тяжелых металлов в черноземах обыкновенных террасовых в условиях орошения с использованием средств, стабилизирующих кальциевый режим и выступающих в роли адсорбентов ТМ. В качестве компонентов для органо-минеральных компостов были использованы: глауконит – местная минеральная залежь и фосфогипс – отход промышленности, в качестве органического удобрения – птичий помет. На их основе были созданы различные варианты компостов и исследовано их влияние на свойства почв и содержание подвижных форм ТМ после мелиорации.

Известно, что основным показателем свойств почв является урожайность сельскохозяйственных культур и по снижению урожая можно судить о наличии того или иного неблагоприятного процесса, к которым относится и загрязнение почв ТМ.

В результате исследований была выявлена зависимость между урожайностью сельскохозяйственных культур и содержанием подвижных (как наиболее опасных для растений) форм ТМ в исследуемой почве (таблица 1, рисунок 1).

Были изучены результаты трехлетних исследований и установлена средняя корреляционная зависимость ( $r = 0,305$ ) между урожайностью культур и содержанием ТМ в почве, что указывает на необходимость проведения приемов по сохранению и воспроизводству почвенного плодородия с целью снижения загрязнения почв ТМ.

Результаты исследований показали, что данные урожайности возделываемых культур на мелиорируемых черноземах изменялись из года в год в зависимости от изменения свойств почв (таблица 1). Если фосфогипс и фосфогипсодержащий компост уже в первый год снизили щелочность и солонцеватость почв, обогатили почву кальцием, улучшили питательный режим за счет создания определенных почвенных условий, поскольку доступность элементов питания максимальна при рН – 7,5-8,0, то и урожайность картофеля была выше

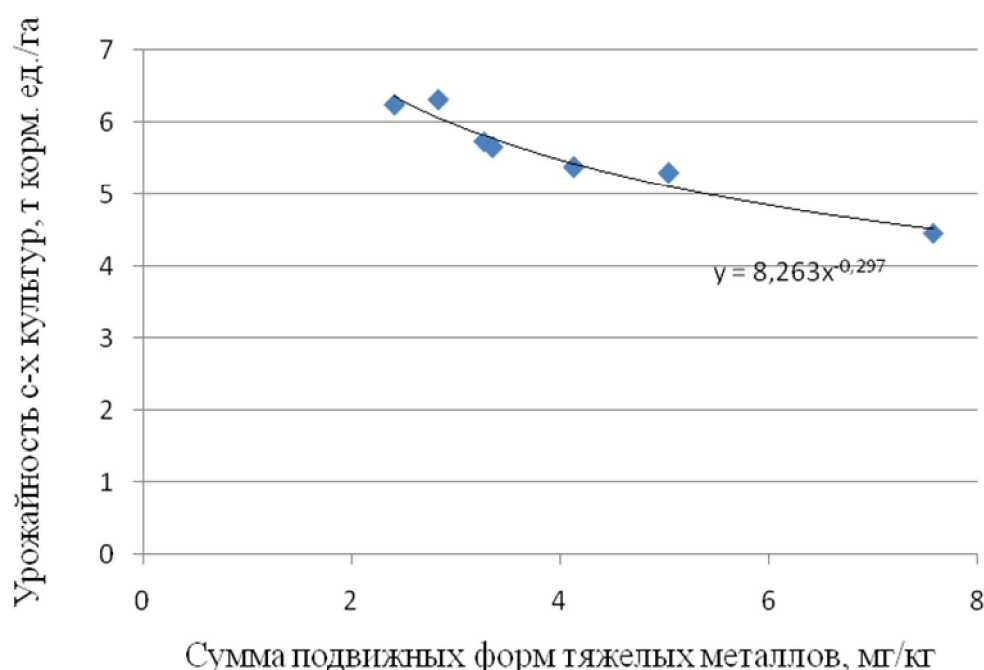
на этих вариантах и составила на контроле 26,9 т/га; Пп + Ф – 38,5; Пп + Гл. – 33,0; Пп + Ф + Гл. – 37,7 т/га.

Таблица 1

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

Вариант	Картофель, 2003 г.		Озимая пшеница, 2004 г.		Люцерна на сено, 2005 г.		Урожайность в среднем за три года, т. к.е./га	Σ ТМ (подвиж- ные фор- мы), мг/кг
	У	П	У	П	У	П		
Контроль	26,9	-	2,35	-	5,1	-	4,46	7,58
Птичий по- мет (Пп)	32,0	5,1	2,77	0,42	6,1	1,0	5,30	5,04
Фосфогипс (Ф)	34,4	7,5	3,03	0,68	6,7	1,6	5,73	3,27
Глауконит (Гл.)	31,7	4,8	2,90	0,56	6,5	1,4	5,38	4,13
Пп + Ф	38,5	11,6	3,38	1,03	6,9	1,8	6,32	2,83
Пп + Гл.	33,0	6,1	3,17	0,79	6,7	1,6	5,65	3,35
Пп + Ф + Гл.	37,7	10,8	3,37	1,02	7,0	1,9	6,25	2,41
НСР <sub>0,5</sub>	1,95		0,20		0,19			

Примечание: У – урожайность; П – прибавка.



**Рис. 1. Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от содержания подвижных форм ТМ в почве (в среднем за 3 года)**

В последующие годы эффект мелиорации на этих вариантах возрастал, но не в такой степени, а прибавки урожая стабилизирова-

лись: 29 % – фосфогипс в чистом виде, 44-35 % – на варианте Пп + Ф и 43-37 % на варианте Пп + Ф + Гл. Глауконит и компосты, приготовленные на основе птичьего помета и глауконита, в силу нейтральной реакции – медленнодействующие мелиоранты, поэтому в первый год их последействия урожайность картофеля на варианте с глауконитом возросла всего на 18 %, а на варианте с компостом Пп + Гл. – на 23 %.

На второй год последействия такой компост усиливал свое мелиорирующее воздействие на почвы и увеличение урожайности озимой пшеницы на 34 %.

Несмотря на то что в третий год последействия выращивалась люцерна первого года пользования, нарастание массы которой в этот год еще слабое, прибавка урожайности на варианте Пп + Гл. составила 31 %, на варианте с компостом из Пп + Ф – 35 %, из Пп + Ф + Гл. – 37 %.

Птичий помет как органическое удобрение пополнил запасы органического вещества и питательных элементов, но практически не улучшил физико-химические и физические свойства чернозема, поэтому прибавки урожайности по возделываемым культурам были ниже ( $\approx 19\%$ ), чем на других вариантах.

В среднем за три года наибольшие прибавки получены на вариантах с компостами Пп + Ф – 41 % и Пп + Ф + Гл. – 40 % и практически одинаковы.

Таким образом, в среднем за 3 года получены следующие прибавки урожая по вариантам: Пп – 19 %, Ф – 29 %, Гл. – 23 %, Пп + Ф – 41 %, Пп + Гл. – 29 %, Пп + Ф + Гл. – 40 %.

Применение мелиорантов в чистом виде и органо-минеральных компостов предполагает некоторые капитальные затраты, в основном из-за дороговизны их приготовления и внесения в почву и основная статья расходов определяется стоимостью доставки компонентов для приготовления компостов (таблица 2). Но мелиорирующее и удобрительное воздействие внесенных средств на почвы обеспечивает прибавку урожая, которая обусловлена стоимостью дополнительной продукции. Это положительно сказывалось на экономических показателях.

Эффективность во многом определяется и составом возделываемых культур. Результаты урожайности картофеля свидетельствуют, что в первый год последействия мелиорантов и компостов более эффективными являются фосфогипсодержащие компосты (таблица 3).

Таблица 2

## Затраты при мелиорации почв, руб./га

Элемент технологии	Птичий помет 16 т/га	Фосфо-гипс 10 т/га	Глауко-нит 13 т/га	Птичий помет + фосфогипс (1:1) 19 т/га	Птичий помет + глауконит (1:1) 25 т/га	Птичий помет + фосфогипс + глауконит (1:1:1) 17 т/га
Стоимость мелиоранта	320	300	520	475	750	513
Эксплуатационная планировка + 5 см	112	112	112	112	112	112
Доставка мелиоранта	400	7000	1950	6887	2188	4988
Приготовление, внесение, разбрасывание мелиоранта	13,3	8,3	10,8	44,3	58,3	39,6
Полив дождеванием	160,5	160,5	160,5	160,5	160,5	160,5
Вспашка	215	215	215	215	215	215
Итого	1221	7581	2968	7782	3484	6028
Примечание: расчеты выполнены в ценах 2005 г.						

98

Таблица 3

## Экономическая эффективность химической мелиорации черноземов террасовых, руб./га

Вариант опыта	Доза, т/га	Капитальные затраты	Картофель, 2003 г.		Озимая пшеница, 2004 г.		Люцерна на сено, 2005 г.		Экономический эффект в среднем за три года
			Стоимость доп. продукции	Экономический эффект	Стоимость доп. продукции	Экономический эффект	Стоимость доп. продукции	Экономический эффект	
Пп	16 т/га	1221	4590	4407	1499	1316	1470	1566	2430
Ф	10 т/га	7581	6750	5613	2428	1291	2352	1215	2706
Гл.	13 т/га	2968	4320	3875	1999	1554	2058	1613	2343
Пп+Ф	19 т/га	7782	10440	9273	3677	2510	2646	1479	4421
Пп+Гл.	25 т/га	3484	5580	5057	2820	2297	2352	1829	3061
Пп+Ф+Гл.	17 т/га	6028	9720	8816	3641	2737	2793	1889	4481

Годовой экономический эффект при внесении компоста из Пп + Ф составил 9273 руб., Пп + Ф + Гл. – 9720 руб., Пп + Гл. – 5580 руб.

Прибавка урожая на варианте с фосфогипсом составила 28 %, с компостами из Пп + Ф – 43, из Пп + Ф + Гл. – 40 % по сравнению с контролем. Эффективность глауконита и компоста из птичьего помета и глауконита в 2 раза ниже, чем компостов с наличием фосфогипса.

При возделывании озимой пшеницы годовой экономический эффект на варианте с компостом из птичьего помета и фосфогипса составил 2510 руб./га, на варианте с компостом из птичьего помета, фосфогипса и глауконита – 2737 руб./га, на вариантах с компостом из птичьего помета и глауконита – 2297 руб./га, на второй год эффективность компостов из глауконита ниже, чем фосфогипсодержащих компостов. Но в то же время действие глауконита и глауконитосодержащих компостов в этот год стало активнее, что отразилось как на прибыли урожая, так и в целом на экономическом эффекте.

На третий год при возделывании люцерны мелиорирующая и поглотительная способность глауконитов и компоста Пп + Гл. выросла по сравнению с первым годом последствия и экономический эффект на глауконитосодержащих компостах был даже выше, чем на вариантах с Пп + Ф.

Таким образом, в среднем за три года наибольший экономический эффект получен на вариантах Пп + Ф + Гл. – 4481 руб./га, Пп + Ф – 4421 руб./га, Пп + Гл. – 3061 руб./га. Окупаемость капитальных затрат на этих вариантах соответственно 1,3; 2,8; 1,1 лет, то есть затраты с глауконитосодержащими компостами, приготовленными из местного сырья окупаются быстрее. Использование созданных органо-минеральных компостов целесообразно и для улучшения свойств почвы и для осуществления приемов по инактивации загрязнителей, в том числе тяжелых металлов.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Ковда В. А. Проблемы использования и мелиорации степных земель // Степные просторы. – 1980.

2 Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель при их использовании / Н. С. Скуратов,

Л. М. Докучаева, О. Ю. Шалашова [и др.] – Новочеркасск. – 2000. – 85 с.

3 Скуратов Н. С. Прогноз динамики изменения плодородия орошаемых земель // Мелиорация антропогенных ландшафтов: Межвуз. сб. науч. тр. – Т. 16: Проблемы гидрологии, гидротехники и орошаемого земледелия / НГМА. – Новочеркасск, 2002.

4 Калиниченко В. П. Мелиорация компонентов агроландшафта в зависимости от структуры почвенного покрова // Вестник РАСХН. – 2005. – № 4. – С. 24.

УДК 631.874

**А. Н. Бабичев, В. А. Монастырский** (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИДЕРАТОВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Сидерация (зеленое удобрение) – это специальные посевы культур, растительную массу которых частично или полностью запахивают в почву для повышения ее плодородия. Это неисчерпаемый, постоянно возобновляемый источник органического вещества. Корневая система многих сидератов способна извлекать из глубоких слоев почвы элементы питания (фосфорную кислоту, кальций, магний и др.). После заделки зеленого удобрения эти элементы становятся доступны для культурных растений.

Способы использования сидератов могут быть различными: заплата всей растительной массы на месте роста; заплата скошенной и перевезенной на другой участок надземной массы; заплата корневых и пожнивных остатков сидерата; использование надземной массы для приготовления компостов. Способ применения зеленого удобрения, в зависимости от специализации и агроклиматических условий, определяет само хозяйство. При окультуривании почв, особенно на отдельных от животноводческих ферм полях, а также на вновь осваиваемых землях, после соответствующих мелиоративных работ необходимо запахивать всю растительную массу сидерата. На более окультуренных полях и при недостатке кормов применяют двустороннее использование сидератов.

Использование промежуточных культур на зеленое удобрение и корм – важный показатель интенсификации земледелия. Применение



промежуточных культур в севооборотах позволяет более полно использовать природные факторы в летне-осенний и ранневесенний периоды. Подсевные культуры в разной степени угнетаются покровной культурой, нередко страдают от недостатка питания, влаги и света. Чрезмерное уплотнение почвы отрицательно сказывается на их росте. В связи с этим, при планировании выращивания подсевных сидератов на том или ином участке следует заранее предусмотреть внесение фосфорно-калийных удобрений в запас с учетом потребностей основной и подсевной промежуточной культур. Необходимо подбирать такие подсевные сидераты и использовать такие приемы их выращивания, которые не влияли бы отрицательно на развитие покровной культуры.

В последние годы научные учреждения рекомендуют большой набор сидератов для использования в самостоятельных и промежуточных посевах. Из бобовых – многолетний и однолетний люпин, сераделлу, донник, озимую (мохнатую) и яровую (посевную) вику, горох, астрагал, чину, маш, люцерну, клевер, чечевицу, эспарцет, сою. Из злаковых (мятликовых) – озимую рожь, пажитник, райграс однолетний и многолетний. Из крестоцветных (капустных) – горчицу, озимый и яровой рапс, озимую сурепицу, перко, масличную редьку и др.

Агроклиматические и почвенные условия, при достаточном выпадении осадков в пожнивный период или орошении, позволяют после уборки озимой ржи, пшеницы, ячменя, гороха, выращивать культуры с коротким вегетационным периодом: горчицу белую, редьку масличную, озимый и яровой рапс, озимую и яровую сурепицу, перко, фелацелию. Эти культуры хорошо вписываются в существующую структуру севооборотов, так как размещаются в основном повторно после ранубираемых зерновых, зерновых бобовых и других культур. При этом значительно повышается интенсивность использования земли и климатических ресурсов.

Многолетний люпин – травянистое растение, достигающее, в зависимости от условий, высоты 1,5-1,7 м. Он хорошо приспособлен к различным почвам, растет на суглинистых, супесчаных и даже песчаных почвах. У многолетнего люпина сильно развита азотфиксирующая способность. На втором году при оптимальном травостое в фазе полного цветения он способен усвоить около 350-380 кг/га биологического азота.

Способность многолетнего люпина к отращиванию – важная биологическая особенность этой культуры. Но с производственно-хозяйственной стороны такое свойство нежелательно, так как неправильное использование его может привести к засорению полей. Семенники многолетнего люпина следует запахивать не осенью под озимые, а весной в фазе стеблевания. При запахке семенников люпина в сроки, он практически не отрастает, за исключением отдельных семян с твердой оболочкой, не взошедших с осени и весной до запахки. Но эти единичные семена не засоряют поле, так как уничтожаются в процессе обработки.

Сераделла – одна из немногих культур, хорошо приспособленная к росту под покровом на песчаных и супесчаных почвах. Азотфиксирующая способность этого растения слабее, чем многолетнего люпина, в среднем размеры фиксации азота достигают 150 кг/га. В отличие от многолетнего люпина, эта культура не только используется на зеленое удобрение, но и дает высокопитательный дешевый корм. К тому же сераделла – хороший медонос. Стебель сераделлы тонкий, легко полегает, длиной до 150 см. Отличается большой облиственностью (больше, чем у люпина и гороха). Растительную массу сераделлы запахивают осенью под яровые культуры. По удобрительному эффекту эта культура не уступает узколистному люпину и ее можно приравнять к навозу.

Донник белый – двухлетнее травянистое бобовое растение. В нашей стране возделывают два вида донника: желтый и белый. Донник желтый в естественном виде растет обычно на сухих местах: на песках, черноземах оподзоленных, на сухих солонцеватых почвах и даже на солонцах корковых. Он достигает высоты два метра. Донник белый – высокий, до 3 метров, распространен на всей территории России. Донник белый – неприхотливое растение, плохо переносит только сильнокислые и переувлажненные почвы. Обладает высокой засухоустойчивостью, солеустойчивостью, поэтому хорошо растет не только на дерново-подзолистых, но и на солонцеватых, засоленных, эродированных почвах. Корневая система донников развитая, с большим количеством клубеньков, углубляется на 1,5-2 м и более. Стебли обычно прямые, реже – приподнимающиеся. Семена донника мелкие, масса 1000 семян 1,4-2,3 г. Они заключены в особую сетчатую обо-

лочку (бобик), из которой вытираются. Донник используется, как и сераделла, на корм и зеленое удобрение.

Также у донника существует еще одно положительное качество: корни его выделяют многоугольную кислоту, которая растворяет карбонат кальция (в почве в естественном состоянии он слабо растворим). Перейдя в растворимое состояние, кальций замещает натрий, образуя бикарбонат натрия, который по своей природе в несколько раз менее ядовит для растений. Поскольку бикарбонат натрия хорошо растворим в воде, он вымывается по пустотам омертвевших корней донника. Почва постепенно приобретает необходимое плодородие. Донник – незаменимая культура для освоения засоленных почв, плодородие солонцовых почв после его возделывания значительно улучшается.

Иногда в качестве сидерата используют сою. Установлено, что 50-60 % азота эта культура усваивает из воздуха с помощью клубеньковых бактерий, остальное количество азота и других элементов питания она получает из почвы в виде минеральных удобрений. На сидеральные и кормовые цели сою высевают сплошным рядовым способом. Норма высева 700-800 тыс. всхожих семян на 1 га. При возделывании на семена норма высева колеблется от 400-500 до 600 тыс. всхожих семян.

Успех возделывания озимого рапса зависит в основном от хорошей перезимовки и наращивания ранней весной высокого урожая зеленой массы и семян. Вспашку под рапс необходимо проводить не позднее 15-18 дней до посева, чтобы почва хорошо уплотнилась. Лучшие предшественники озимого рапса – многолетние травы на укос, однолетние травы на зеленый корм, ранний картофель и раннеспелые сорта гороха. Следует использовать только районированные сорта.

Посредством скрещивания озимой сурепицы с китайской капустой, была получена такая культура как перко. Высота растения – 120-180 см. Перко отрастает только из одной точки роста, в то время как у рапса их две, поэтому урожай второго и последующего укосов у перко ниже, чем у рапса. При весеннем посеве и достаточном увлажнении можно получить 2-3 укоса, первый и второй – на корм, третий – на зеленое удобрение. Цветет перко в мае, а в июле созревают семена, поэтому семеноводство возможно на обширной территории

страны. Агротехника перко и урожайность его такие же, как и у озимого рапса, озимой сурепицы.

Фацелия – однолетнее засухоустойчивое нетребовательное растение, способное расти на легких по механическому составу дерново-подзолистых почвах, на черноземах и торфах (кроме солончаков). Ее выращивают на корм скоту и на зеленое удобрение. Зацветает фацелия через 45-50 дней после посева. Период цветения – растянутый. Ее используют как медоносную культуру [1].

Качественный и количественный состав гумуса определяет свойства почв. Этим обусловлена его важнейшая роль в формировании урожайности сельскохозяйственных культур. За последние 200 лет содержание гумуса в верхнем слое неэродированных почв уменьшилось примерно в 3 раза и составляет 3-4 % [2]. Систематическое повышение плодородия почвы возможно лишь на основе научно обоснованного и рационального использования всех видов органических, минеральных и известковых удобрений. К сожалению, во многих хозяйствах из-за недостатка органических удобрений нет возможности обеспечивать не только расширенное, но и простое воспроизводство гумуса в почве. Такое положение ведет к снижению плодородия почвы, а следовательно, и к недобору большого количества растениеводческой продукции. Особенно много гумуса теряется на почвах под чистым паром. Чтобы не допустить потерь гумуса, необходимо вносить на чистых парах оптимальное количество навоза (25-30 т/га) или других органических удобрений. Однако не только в ближайшей, но и в отдаленной перспективе чистые пары не смогут получать достаточное количество органических удобрений, и тут как важный резерв можно использовать сидераты.

Пожнивные сидераты резко снижают засоренность полей, что позволяет до минимума сократить применение средств химической защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. Так, например, алкалоиды многолетнего люпина токсичны для колорадского жука, поэтому он не зимует на люпиновом поле. Если посадить на этом поле картофель, то первые два месяца на нем практически не бывает этого вредителя. Налетает он с окружающих полей во второй половине июня и только в июле плотность заселения увеличивается, однако она более чем в 2 раза ниже, чем по другим предшественникам.

Одним из недостатков сидерации является иссушение почвы во время вегетации. В засушливые периоды заплата сидератов может быть неэффективной, а иногда дает отрицательный результат. Это часто наблюдается в сидеральных парах, когда сидераты запахивают с опозданием – незадолго до посева озимых. В зависимости от метеорологических условий, сидераты следует запахивать не позднее чем за 25-30 дней до посева следующей культуры. Лучше запахивать сидераты под яровые культуры поздно осенью или весной. Поэтому при использовании сидератов на орошаемых землях необходимо производить дополнительное орошение в той норме, которая требуется для нормального развития промежуточной культуры. При этом сохраняется возможность использования сидератов как предшественника для озимых культур.

Таким образом, зеленое удобрение – огромный резерв повышения плодородия почвы, улучшения ее физических и биологических свойств. Сидерацию можно применять при выращивании всех основных сельскохозяйственных культур, а также в плодоводстве, овощеводстве, лесоводстве. Зеленое удобрение не только повышает урожайность растений, но и улучшает качество продукции, способствует охране окружающей среды.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Довбан К. И. Зеленое удобрение. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.
- 2 Адрихин П. Г. Изменение черноземных почв ЦЧО при их использовании в сельском хозяйстве / Черноземы ЦЧО и их плодородие. – М.: Наука, 1964. – С. 61.

УДК 631.459.2

**Н. И. Балакай** (ФГНУ «РосНИИПМ»)

## **МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ**

В последние десятилетия резко активизировались процессы деградации почв, заметно ухудшилась экологическая обстановка сельских районов, в значительной мере снизились продуктивность сельскохозяйственных угодий и качество получаемой на них продукции. Свыше 26 %, или 54 млн га, сельхозугодий сейчас подвержено эро-

зии, 44 млн га дефляционноопасны, более половины территории страдает от засухи. Большинство земель нуждается в коренном улучшении [1]. В связи с необычайной важностью проблемы сохранения почв, вопрос об оценке эрозии всегда был и остается актуальным.

Анализ современного состояния развития сельскохозяйственного производства подтверждает необходимость проведения комплекса мероприятий по стабилизации и восстановлению сельскохозяйственных угодий, обеспечивающих повышение плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, а также улучшение общей экологической обстановки.

Совокупность взаимосвязанных, правильно размещенных в рельефе противоэрозионных мероприятий, обеспечивающих эффективное снегозадержание, равномерное снегораспределение и снеготаяние, задержание или безопасный сброс жидкого стока, уменьшение смыва почвы до допустимых пределов, повышение плодородия эродированных почв и урожайности сельскохозяйственных культур на них составляет противоэрозионную систему.

Наряду со специфическими приемами защиты почв от эрозии, применяемых различными отраслями хозяйства, следует назвать 4 основных общих направления противоэрозионных мероприятий [2]:

1) предупреждение или регулирование поверхностного стока – может быть достигнуто путем повышения водопроницаемости почв, создания на поверхности склона противоэрозионных мезо-, микро- и наноформ рельефа, препятствующих или безопасно отводящих сток, использование растительности и других средств для перехвата части стока, рассредоточением потока воды;

2) повышение противоэрозионной устойчивости почв – достигается почвозащитными приемами обработки почв, посевами культур, корневые системы которых повышают сопротивляемость почв эрозии, применением специальных препаратов;

3) повышение почвозащитной роли растительного покрова, способного надежно защищать почву от эрозии;

4) осуществление мер по мелиорации эродированных земель – для защиты почв применяются организационно-хозяйственные, агро-мелиоративные, лесомелиоративные и гидромелиоративные противоэрозионные мероприятия.

По своим целям, задачам и методам осуществления вся система мероприятий по охране почв условно делится на организационно-хозяйственные, агротехнические, агролесомелиоративные, гидротехнические. Соотношение между элементами комплекса зависит от конкретных физико-географических и социально-экономических условий.

**Организационно-хозяйственные мероприятия.** Для правильного проектирования организационно-хозяйственных мероприятий и организации территории необходимо:

- определять направление специализации хозяйств;
- структуру посевных площадей формировать с учетом размещения всех пропашных культур на приводораздельных землях или полях с уклонами не выше 2,5°;
- 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; выявлять потребности хозяйства в семенах, удобрениях, специальной противоэрозионной технике, химических закрепителях почв на склонах, а также в пестицидах;
- предусматривать регулируемый выпас скота на эродированных и эрозионноопасных землях;
- рациональное применение противоэрозионной техники;
- разрабатывать комплексные мелиоративные долгосрочные программы повышения плодородия и высокопродуктивного использования земли, включающих мероприятия по борьбе с эрозией почв, орошению, избытком осадков и комплексного их осуществления.

**Агротехнические противоэрозионные мероприятия** затрагивают несколько элементов системы земледелия, в первую очередь порядок использования земли в севообороте и систему механической обработки.

Агротехнические почвозащитные мероприятия 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 смытости почвы и крутизны склонов [3];

- 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; предупреждение создания искусственных рубежей, формирующих разрушительные потоки воды;

- осуществление приемов, способствующих повышению снегонакопления и снижения глубины промерзания почвы, а также ускоряющих оттаивание почвы, начиная от водораздела до подножия склонов;

- разработку и применение комплексных программ, обеспечивающих получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на эродированных почвах в улучшенных кормовых угодьях;

- применение высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур, не требовательных к условиям произрастания, интенсивно развивающихся, защищающих почву от эрозии и дающих высокие урожаи; разработку мероприятий по сохранению качества сельскохозяйственной продукции, выращиваемой на эродированных землях.

**Агролесомелиоративные мероприятия** применяются в комплексе с организационно-хозяйственными, агротехническими, гидротехническими мероприятиями [4].

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 конструкций и рядности лесонасаждений, обеспечивающих наивысший почвозащитный эффект и минимальные затраты по уходу;

- ускоренное закрепление и затенение оврагов, восстановление гибнущих лесонасаждений;

- системное применение лесополос.

Важной составной частью комплекса мероприятий по борьбе с водной эрозией почв являются противоэрозионные лесонасаждения.

*Гидротехнические противоэрозионные сооружения* устраивают для регулирования критических масс поверхностного стока, когда интенсивность дождя превышает впитывающую способность почвы, а масса осадков превышает емкость микрорельефа; регулируют сток гидротехническими сооружениями на полях севооборота, пастбищах и в многолетних насаждениях.

Гидротехнические мероприятия должны включать:

- применение конструкций гидросооружений, 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 противоэрозионной системы [5].

Для уменьшения или предотвращения водной и ветровой эрозии рекомендуется следующий комплекс гидротехнических мероприятий (таблица).

Таблица

### Рекомендуемый комплекс гидротехнических мероприятий

Сооружения	Условия применения
1	2
Валы-террасы с широким основанием	На склонах крутизной более 2°
Водозадерживающие валы	Выше вершин действующих оврагов, в понижениях
Валы-плотины	В руслах оврагов, балок, малых рек
Валы-каналы	На склонах крутизной 2-5°
Водоотводящие валы	На участках с большой концентрацией стока

Продолжение таблицы

1	2
Распылители стока	В микропонижениях для рассредоточения водных потоков
Засыпка и выколачивание оврагов	При внедрении комплекса водозадерживающих мероприятий
Долговременные водосборные сооружения (лотки, быстротоки, ступенчатые перепады, трубчатые водосборы, подпорные стены)	Вдоль дорог и для предотвращения катастрофического размыва
Донные запруды (плетневые и земляные)	Русла оврагов, крупных промоин
Ловчие траншеи	Для временного перехвата стока
Формирование русла потока	Для регулирования направления стока

**Выводы.**

1. Противоэрозионная организация территории хозяйств должна обеспечивать условия для прекращения и предупреждения эрозионных процессов, рационального использования земель и повышения плодородия почв.

2. Агротехнические почвозащитные мероприятия способствуют увеличению противоэрозионной стойкости и впитывающей способности почв, равномерному увлажнению почвы, сокращению объема и интенсивности стока и смыва, предотвращению концентрации стока на пашне, созданию условий для безопасного сброса избытка талой или дождевой воды и снижению смыва почвы до экологически допустимых значений.

3. Положительное воздействие противоэрозионной лесомелиоративной системы проявляется в регулировании стока талых и ливневых вод, превращении поверхностного стока во внутрпочвенный, в задержании и равномерном распределении снега, что обеспечивает защиту почв от эрозии, улучшение водного, пищевого и температурного режимов, ускоренное повышение почвенного плодородия и систематическое повышение урожайности зерновых с.-х. культур.

4. Противоэрозионные гидротехнические сооружения устраивают для регулирования критических масс поверхностного стока, когда интенсивность дождя превышает впитывающую способность почвы, а масса осадков превышает емкость микрорельефа.

5. Гидротехнические противоэрозионные мероприятия применяют только в тех случаях, когда агротехнических и лесомелиоративных мероприятий недостаточно. Они выступают в качестве завершающего звена в комплексе противоэрозионных мероприятий.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Задачи сельскохозяйственных и водохозяйственных организаций по повышению плодородия земель в России: информационный сборник. – М.: ФГУ «Управление «Плодородие», 2006.

2 Принципы и методы организации орошаемых земель на агроландшафтной основе / А. В. Колганов [и др.]. – М.: ООО «Эдель-М», 2001. – 108 с.

3 Агротехнические приемы задержания стока осадков и защиты почв от водной эрозии: рекомендации СНИИСХ. – Ставрополь, 1976.

4 Ивонин В. М. Лесные мелиорации ландшафтов. – Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. – 279 с.

5 Кузнецов М. С., Глазунов Г. П. Эрозия и охрана почв: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 352 с.

УДК 631.6.02:51.001.573

**С. М. Васильев, А. С. Козликина** (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **ОЦЕНКА КОМПЛЕКСА ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ВЫВЕДЕННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**

Ежегодный ущерб, наносимый хозяйствам эрозией, исчисляется огромными суммами. По мере дальнейшего развития сельскохозяйственного производства и более интенсивного использования земель опасность развития эрозии почв возрастает. Большинство хозяйств, считает нецелесообразным увеличение затрат на осуществление противоэрозионного комплекса.

При использовании различных математических методов с учетом особенностей сельского хозяйства была составлена модель рационального использования земель, которая позволит принимать оптимальные решения по планированию комплексных противоэрозионных мероприятий.

Сущность подбора оптимального состава противоэрозионного комплекса заключается в экономически выгодном сочетании агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий, по-

звляющих прекратить процессы эрозии до ее естественных пределов. Под неизвестными подразумеваются различные виды агротехнических, лесомелиоративных мероприятий, гидротехнических сооружений.

Цель нашего исследования сводилась к тому, чтобы, исходя из чистого дохода от единицы объема противоэрозионных мероприятий, подобрать оптимальный вариант состава противоэрозионного комплекса.

Учитывались такие факторы как критерий выбора наилучшего комплекса противоэрозионных мероприятий и чистый доход от проведения мероприятий при следующих условиях:

- по предельно допустимому стоку в границах водосборной площади;
- по возможности применения в хозяйствах противоэрозионных мероприятий;
- по производственным ресурсам хозяйств (денежные средства, рабочая сила, механизмы);
- по эффективности капиталовложений на борьбу с эрозией;
- по специальным ограничениям.

Объемы производственных ресурсов хозяйств устанавливались в соответствии с балансами денежных средств, труда, планами распределения удобрений, с учетом имеющихся машин, орудий и механизмов. В качестве буферных переменных использовались неизвестные, характеризующие объемы дополнительно привлекаемых средств. При невозможности установить объемы производственных ресурсов, соответствующие ограничения приводились к виду  $\geq 0$ .

Объемы агротехнических мероприятий устанавливались с учетом территориальных особенностей землепользования, а также различных видов возделывания культур.

Объемы стока с изучаемого водосбора вычислялись по средним многолетним значениям стоковых характеристик с учетом допустимого слоя стекающей воды, не вызывающего проявления эрозионных процессов.

Изменения, которые вносит противоэрозионная мелиорация, и расчетные экономические показатели, полученные по хозяйству ОАО «Страховское» Семикаракорского района, на основе вышеописанной модели показаны в таблице 1.

**Результаты осуществления противоэрозионной мелиорации  
на основе разработанной модели**

Показатели	Данные хозяйства	Расчетные показатели
Площадь пашни, га	1508	1508
Капиталовложения, руб.	-	1131000
в том числе на га пашни, руб.	-	750
Ежегодные издержки производства, руб.	-	1658800
в том числе на га пашни, руб.	-	1100
Валовая продукция, руб.	9953000	19850000
в том числе на га пашни, руб.	6600	13160
Чистый доход, руб.	6183000	15830000
в том числе на га пашни, руб.	4100	10500

Данные таблицы свидетельствуют о том, что, несмотря на увеличение затрат на осуществление противоэрозионного комплекса, возрастает выход валовой продукции с гектара пахотных земель со 6600 до 13160 руб., увеличивается чистый доход с 4100 до 10500 руб. с гектара, т.е. в 2,5 раза.

Проведенные исследования свидетельствуют о высокой экономической эффективности применения комплексных противоэрозионных мероприятий.

УДК 631.459.2.001.2:528.94

**Л. А. Митяева** (ФГНУ «РосНИИПМ»)

**ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДЗЗ ПРИ АНАЛИЗЕ ПОЧВ,  
НАРУШЕННЫХ ПРОЦЕССАМИ ИРРИГАЦИОННОЙ ЭРОЗИИ**

Картографическое отображение разномасштабной неоднородности почвенного покрова (ПП) с использованием современных средств пространственного анализа (ГИС, систем дистанционного зондирования, цифровых моделей местности, средств глобального позиционирования и др.) относится к приоритетным направлениям современного почвенного картографирования.

Использование данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в сельском хозяйстве представляет собой быстро развивающееся и перспективное направление. Важным преимуществом спутниковой съемки является оперативность получения информации о про-

странственном размещении используемых пахотных земель, а также объективность и независимость получаемой информации [1].

Нами предлагаются следующие этапы работ по дешифрированию космической информации для целей анализа почв, нарушенных процессами ирригационной эрозии:

1. Подготовительный: поиск, отбор, заказ и получение данных дистанционных съемок и картографических материалов, анализ фондовых и литературных источников. Наибольшее число снимков в свободном доступе с большим количеством спектральных каналов съемки предоставляют спутники Landsat и SPOT (рисунок 1).

2. Предварительный: первичная обработка данных – геометрическая коррекция космических изображений, их привязка в соответствующие картографические проекции, оцифровка, создание базовых слоев ГИС-системы. На данном этапе проводится вся цифровая обработка собранных материалов и формирование растровых и векторных слоев будущей ГИС. Создание растровых слоев в общем случае заключается в последовательном выполнении следующих операций:

- оцифровка (сканирование) изображений (если нет цифрового изображения) с бумажного или пленочного носителя. Сканируются архивные аэрофотоснимки, а также разнородные картографические данные;

- обработка отсканированных материалов с целью избавления от геометрических и цветовых искажений. Заключается она в трансформации изображений, улучшении качества, реставрации архивных карт, цифровой фильтрации;

- синтезирование многозональных космических снимков с целью создание композиции из нескольких каналов, которая бы была наиболее информативной в соответствии с задачей исследования. Поскольку объектом работ является ирригационная эрозия орошаемых дождеванием полей на территории Нижне-Донской оросительной системы, при синтезе использовали такую комбинацию, которая бы создала наибольший визуальный контраст водной (орошаемой) поверхности, увлажненных участков, по отношению к другим элементам орошаемых полей. Такой цветной контраст был достигнут при сочетании двух каналов в видимой части электромагнитного спектра (0,4-0,5 нм) с изображением, полученным в инфракрасном диапазоне (0,6-0,8 нм). Векторные слои создаются путем дешифрирования соответствующих элементов растровых изображений.





**Рис. 1. Космический снимок территории Нижне-Донской оросительной системы (г. Семикаракорск: координаты –  $47^{\circ}30'51,94''\text{С}$ ;  $40^{\circ}48'55,73''\text{В}$ ; высота камеры над уровнем моря – 44,3 км)**

В соответствии с поставленной задачей, главным объектом дешифрирования являются участки ирригационного смыва. Кроме того, создаются слои, на которых фиксируется граница хозяйства, границы орошаемых полей, пастбища естественные, многолетние насаждения. Отдельными слоями показываются естественные русла и участки водотоков, текущие открытыми и закрытыми коллекторами; пруды, озера; сады; огороды; городская и сельская застройка; дороги.

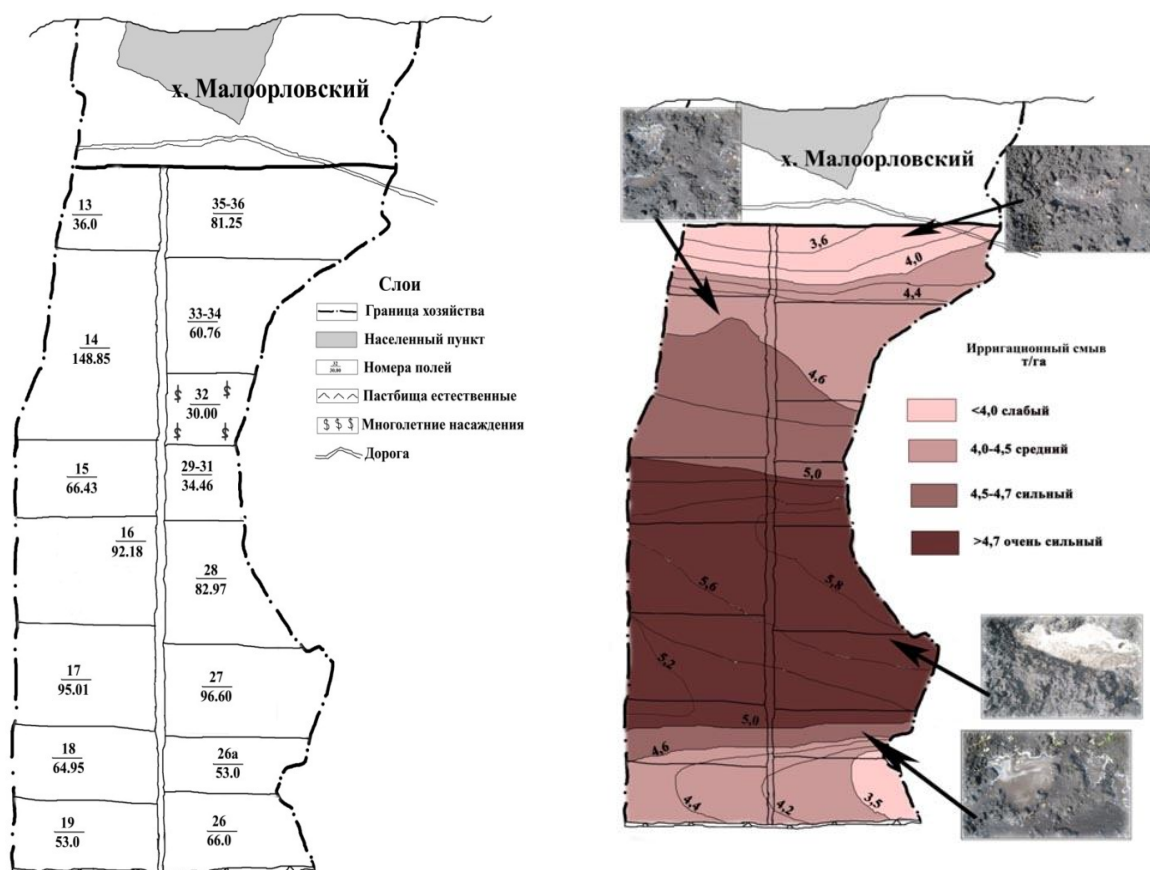
3. Контрольный: дешифрирование материалов дистанционных съемок с целью изучения состояния и изменений ирригационного смыва выполняют на основе анализа ландшафтного строения территории исследования. Это связано с тем, что на аэрокосмоснимках (АКС), с какой бы они узкоспециализированной целью не использовались, прежде всего, отображается ландшафт в целом, свойства и особенности которого проявляются на снимках в специфическом рисунке и структуре изображения. Объект исследования выделяется на фоне окружающего изображения ландшафта с помощью специальных, присущих только ему признаков. При этом индикаторами являются как прямые признаки (тон, цвет, форма, размер, тень), так и не прямые, опосредствованные, которые делятся на простые (например, приуроченность линейных форм смыва к соответствующему месту в рельефе) и сложные – геоморфологические, геологические, растительные, почвенные, техногенные.

На следующем этапе дешифрирования проводится сравнение разновременных космо- и аэроснимков одной и той же территории с целью оценки динамики изменения орошаемых участков, подверженных ирригационной эрозии. С методической точки зрения, сопоставление разновременных аэрокосмических снимков требует соблюдения ряда требований. Важным условием для сравнения снимков разных лет является максимальная идентичность естественных условий съемки: сезонных, суточных и погодных. Для сравнения сезонных условий необходимо использовать снимки, полученные примерно в те же календарные даты разных лет. Сравнение разновременных снимков всегда начинается с приведения снимков к одному масштабу, одному интервалу съемки, оптической плотности и контраста. Вторым условием является соблюдение аналогичности технических условий съемки. Допустимы лишь незначительные (максимально трехкратные) расхождения в масштабах съемки. В противном случае различная разрешающая способность исходных дистанционных материалов может нарушить корректность сравнений. Также необходимо подби-



рять одинаковые или максимально близкие по спектральному диапазону снимки. Важным условием является, также, точная трансформация изображений к единой географической проекции и приведение к одному масштабу. Сегодня эта проблема достаточно легко разрешается с помощью персональных компьютеров, оборудованных соответствующими программными продуктами (MapInfo, ArcInfo, ErdasImagine и др.).

4. Исходно-составительский: общая интерпретация полученных результатов, создания пространственно-временных моделей. На этом этапе проводится районирование территории по величине ирригационного смыва, тенденций развития процессов ирригационной эрозии, разрабатываются картографические модели. Картографическое моделирование, базирующееся на использовании цифровых моделей и ГИС-технологии, позволяет объединить данные дистанционных съемок, полученные в разное время, современные и фондовые картографические материалы, которые составляют отдельные слои ГИС (рисунк 2).



**Рис. 2. Слой цифровой карты и районирование орошаемого комплекса хозяйства ОАО «Малоорловское» по величине возможного смыва**

5. Исходный: оценка экологического состояния, прогноз развития процессов ирригационной эрозии, разработка противоэрозионного мероприятия.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Разработка методов мониторинга пахотных земель России по данным спутниковых наблюдений радиометром MODIS / С. А. Барталев и [др.]. – М.: ИКИ РАН, 2007. – 222 с.

УДК 631.587:631.459.2:631.613.1

М. А. Субботина (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРОШЕНИЯ СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Для эффективного и рационального использования земельных и водных ресурсов в орошаемой земледелии Ростовской области актуальной задачей является применение противоэрозионных способов орошения склоновых земель с водосберегающей технологией [1].

При существующей поливной технике и технологиях орошение склоновых земель желаемых и качественных показателей поливов не дает, производительность полива на таких участках низкая, увлажнение по длине борозды неравномерное, интенсивность эрозии почвы очень высокая.

Для решения данной проблемы необходимо разработать и внедрить противоэрозионные технологии склоновых земель, улучшающие качественные показатели поливов и предотвращающие ирригационную эрозию почв.

По наблюдениям, проведенным ранее, интенсивность ирригационной эрозии почвы в основном зависит от величины поливной струи ( $Q$ ) в борозду и уклона ( $i$ ). С увеличением расхода воды в борозду от 0,05 до 1,2 л/с, возрастает размер смыва грунта, который при уклонах – 0,05 достигает 6 мм. Влагодонасыщение почвы происходит на 30-40 % от расчетной нормы полива с безопасными размерами эрозии в начальный период подачи воды в борозду продолжительностью до 35 мин. После чего процесс смыва усиливается в течение часа, но затем постепенно затухает. Для снижения интенсивности смыва

предлагаем уменьшить первоначальный расход воды в борозду на 50-70 % после достижения поливной струи на  $0,7 \cdot L_0$  (длина борозды). Это способствует резкому снижению размера смываемого слоя почвы и обеспечивает более равномерное впитывание по длине борозды.

Поэтому в наших исследованиях принята технология полива по бороздам переменной струей с подачей воды в начале максимально допустимого расхода, а после достижения поливной струи на 0,8 длины борозды – со снижением расхода на 50-70 % до полной выдачи расчетной нормы и без осуществления сбросов воды.

Для малых расходов воды до 0,3 л/с слой смыва почвы (Н) и при уклоне ( $i$ ), равным 0,03, остается в допустимых пределах (0,3-0,6 мм), а с увеличением размера поливной струи в три раза слой смыва резко возрастает и достигает до 3-7 мм (таблица 1).

Таблица 1

**Влияние расхода воды на размыв поперечного сечения борозды ( $см^2$ ) и на слой смыва почвы (мм) при  $i = 0,03$  и  $L = 75$  м**

Расчетный створ и борозды ( $L$ )	Слой смыва почвы в зависимости от расхода воды $H = X(Q)$							
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,2	1,5	2,0
$L_1 = 10$ , начало, $см^2$	12,13	26,09	29,11	53,3	60,01	66,0	88,91	105,82
$L_2 = 50$ , середина, $см^2$	8,63	5,95	10,54	20,7	22,47	36,07	49,2	127,43
$L_3 = 75$ , конец $см^2$	-1,75	-3,02	-2,14	8,9	26,30	31,21	38,44	116,39
Н, слой смыва, мм	0,3	0,47	0,63	1,07	1,64	2,16	3,82	7,12

По данным таблицы, мы видим, что рост слоя смыва почвы (эрозия) зависит от величины расхода воды в борозду, поэтому очень важно при проведении поливов на больших уклонах строго соблюдать размеры поливной струи в борозду.

Установлены предельно допустимые размеры слоя смыва почвы: для дерново-подзолистых почв размер – 0,57 мм/год; для черноземов южных и темно-каштановых почв – 0,36 мм/год, для светлокаштановых почв – 0,27 мм/год.

С учетом всех факторов были получены эмпирические формулы, определяющие допустимые расходы воды в борозды в зависимости от уклона, а так же длины борозды ( $L$ ), продолжительности подачи воды ( $T$ ) и состояния почвы.

После обработки результатов экспериментальных данных, получена формула определения эрозионнодопустимого расхода воды:

$$Q = 0,00189 \cdot K \cdot 0,5/1,72. \quad (1)$$

Вышеприведенная формула рекомендуется для условий: уклон – 0,02-0,05; длина борозды 100-70 м; эрозионнодопустимый слой смыва почвы 0,4-0,6 мм/год.

После преобразования формулу (1), запишем в следующем виде:

$$q = \frac{1,89 \cdot 10^{-3} \cdot K^{0,5}}{i^{-1,72}}, \text{ л/с} \quad (2)$$

где  $K$  – характеризует водопроницаемость почв (для легких почв – 0,175; для средних – 0,0935 и тяжелых почв – 0,0531).

На основании проведенных исследований и анализа данных, влияющих на интенсивность эрозионных процессов, вытекает зависимость слоя смыва почвы, по которой возможно установить экологически допустимые параметры техники полива по бороздам:

$$H_p = 146,5 \cdot Q \cdot 1,18/1,07, \text{ мм.} \quad (3)$$

С учетом экологически допустимых норм ирригационной эрозии почвы, используя зависимости (1) и (2), получены нормативные значения основных параметров полива по бороздам переменной струей, которые включают: максимально допустимые нормы расходов воды в борозду ( $Q_1$  и  $Q_2$ ); водопроницаемость почвы ( $K$ ); уклоны ( $i$ ); длину борозды ( $L$ ); время добегаания и время до полива ( $T_1$ ,  $T_2$ ) (таблица 2).

Таблица 2

### Рекомендуемые элементы полива по бороздам переменной струей

Водопроницаемость $K$ , дм/мин	Уклоны, $i$	Расход воды в борозду $q$ , л/с	Продолжительность полива, ч		Длина бо- розды $L$ , м
			на добегаание струи, $T_1$	на допо- лив, $T_2$	
0,175	0,02	0,7/0,5	0,6	10,0	110...140
	0,03	0,5/0,3	3,0	6,0	80...110
	0,05	0,2/0,08	8,0	30,0	50...80
0,0935	0,02	0,5/0,35	0,8	8,5	120...150
	0,03	0,4/0,20	4,0	7,0	90...120
	0,05	0,15/0,06	9,0	36,0	60...90
0,0531	0,02	0,45/0,3	1,0	8,5	150...180
	0,03	0,3/0,15	7,0	14,0	110...140
	0,05	0,1/0,05	11,0	42,0	80...110

По данным вышеприведенной таблицы, видно, что с увеличением уклона размер величины расхода воды снижается, продолжительность полива увеличивается и, соответственно падает производительность труда на поливе. Все это говорит о том, что орошение склоновых земель без применения специальных водосберегающих технологий и технических средств регулирования размерами поливной воды в борозды невозможно.

Для осуществления более подходящей технологии, для данных условий, необходимо регулирование расходов воды малыми размерами поливных струй, необходимо так же применение механизированного орошения с помощью поливных трубопроводов, имеющих регулируемые водовыпуски.

## ЛИТЕРАТУРА

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

УДК 631.67:91:528.94:631.459

С. М. Васильев, Л. А. Митяева (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **РАЗРАБОТКА ПРОТИВОЭРОЗИОННОГО МЕРОПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ**

Карты эрозионноопасных земель являются основой для разработки почвозащитных мер и решения других задач, связанных с рациональным использованием земельных и водных ресурсов. Средне- и мелкомасштабные карты эрозионноопасных земель необходимы для разработки схем рационального использования земельных и водных ресурсов, обоснования систем почвозащитных мер и разработки мер защиты от загрязнения водоемов продуктами эрозии на сельскохозяйственных угодьях, соответственно, на региональном и общенациональном уровнях. Эти карты и экспликации к ним составляют основу для расчета объемов и стоимости противоэрозионных и водоохраных мероприятий в укрупненных показателях по административно-территориальным единицам или водосборным бассейнам. Составлению карты эрозионноопасных земель предшествует сбор и обработка необходимой статистической и картографической информации [1].

В 2008-2010 гг. в ФГНУ «РосНИИПМ» нами были проведены исследования с целью районирования территории по величине возможного смыва на Нижне-Донской оросительной системе на базе хозяйства ОАО «Малоорловское» Мартыновского района.

Район исследований расположен в восточной части Ростовской области, в центральной орошаемой зоне, в междуречье Дона и Сала. В геоморфологическом отношении территория расположена на I надпойменной террасе р. Сал, которая сложена элювиально-делювиальными образованиями средне- и нижнечетвертичного возраста, представленными лессовидными желто-бурыми глинами и суглинками. Все поливные участки представлены черноземом южным разной мощности, в основном тяжело- и среднесуглинистого гранулометрического состава.

В ФГНУ «РосНИИПМ» было доказано, что на всех обследованных полях хозяйства ОАО «Малоорловское» наблюдаются ярко выраженные процессы ирригационного смыва, т.е. рекомендуется проведение противоэрозионных мероприятий. В то же время были выявлены наиболее подверженные ирригационному смыву участки с наибольшим риском –  $r > 0,2$  (очень сильный ирригационный смыв,  $> 4,7$  т/га). На полях, где наблюдается очень сильный ирригационный смыв обязательно применение противоэрозионных мероприятий.

С этой целью нами была разработана композиция из влагосорбентов для защиты почв от процессов ирригационного смыва.

В качестве влагосорбентов предлагается использовать: гидрогель на основе полиакриламида, сапропель, глауконитовый песок и ракушечник, что способствует увеличению водопроницаемости и влагоемкости почвы (рисунок 1).

С учетом стоимости на полимер гидрогель «Штокосорб®» немецкого производства закупили в компании ООО «Ашленд Евразия» (г. Москва). С учетом цели и области применения был выбран гидрогель марки Medium с размером гранул  $0,8 \div 2$  мм.

Гидрогель «Штокосорб®» имеет показатель остаточного акриламида 0,05 % и очень высокую набухаемость. Гидрогель представляет собой коллоидный гель, средой которого является вода, а дисперсная фаза частично соединяется с водой с образованием желеобразного материала. По своей сути гидрогели гидрофильны (т.е. любят воду) благодаря многочисленным полярным группам. Гидрогель выдерживает

широкий диапазон температур: от  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Он не токсичен для растений, почвенных организмов и грунтовых вод. По истечении срока годности полностью распадается на аммоний, углекислый газ, и воду. Основным его недостатком является высокая стоимость.



**Рис. 1. Влагосорбенты композиции для защиты почв от водной эрозии: а) гидрогель; б) ракушечник; в) глауконитовый песок**

Глауконитовый песок Аютинского месторождения Ростовской области является природным сорбентом, представителем слоистых и сложно-ленточных силикатов. Глаукониты снижают заболеваемость растений, активизируют деятельность полезных микроорганизмов в почвах. Положительный эффект достигается в результате пролонгирующего действия в качестве удобрения в течение ряда лет, а также долговременного улучшения структуры и геохимического типа почв.

Для разработки композиции в нашем варианте выбран сапропель Семикаракорского месторождения Ростовской области. Сапропель представляет собой желеобразную массу почти черного цвета. Материалом для образования сапропелей являлись остатки организмов, населяющие толщу донных отложений воды (фито- и зоопланктон) и ее поверхность, высшие водные растения (макрофиты) и продукты их распада, а также поступающие с водосбора растворенные вещества и минеральные частицы.

Ракушечник Мишкинского месторождения (Аксайский район) Ростовской области является разновидностью известняка, который состоит преимущественно из обломков раковин морских животных. Имеет широко развитую капиллярную систему в своей микрострук-

туре, которая заполнена воздухом, благодаря этому улучшает водно-физические свойства почвы.

Совместное использование компонентов позволит эффективно противостоять процессам эрозионного смыва.

При интенсивном поливе сначала происходит набухание гидрогеля в 3-4 раза больше своего веса, который превращается в мягкие прозрачные гранулы, способные поглощать бóльшую часть воды. В то же время ракушечник и глауконитовый песок оказывают оструктурирующее и водоудерживающее действие на почву. Улучшение механической структуры, влагопоглотительной и водоудерживающей способности почвы, увеличение в почве гумуса и основных питательных элементов достигается в результате органического обмена между сапропелем и почвой.

В таблице 1 рассчитаны коэффициенты дисперсности и структурности почвы [2]. Анализ таблицы показывает, что фактор дисперсности при внесенной композиции в почву в 2 раза меньше – 3 % (т.к. происходит уменьшение степени разрушения микроагрегатов в воде), чем в почве до внесения композиции из влагосорбентов – 6 %. Повышение степени агрегатности и гранулометрического показателя структурности означает улучшение водопрочности структуры почвы и увеличение потенциальной способности ее к оструктурированию.

Таблица 1

### Коэффициенты дисперсности и структурности почвы

Фактор дисперсности по Н. А. Качинскому, %	Фактор структурности по Фогелеру, %	Степень агрегатности по Бэйверу и Роадесу, %	Гранулометрический показатель структурности по А. Ф. Вадюниной, %
Почва (контроль)			
6	94	45	0,4
Почва + композиция (оптимальный состав)			
3	97	82	1,3

В таблице 2 приведены данные по содержанию основных питательных элементов в почве, что подтверждает положение о том, что почва с внесенной в нее композицией содержит 3,0 % гумуса, по сравнению с гумусом почвы на контроле (2,4 %), а также происходит увеличение содержания азота, фосфора и калия.



**Содержание основных питательных элементов  
в влагосорбентах и почве**

№ п/п	Влагосорбент	Содержание питательных элементов в влагосорбентах и почве, мг/кг			Гумус, %
		NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1	Гидрогель	–	–	–	–
2	Глауконитовый песок	7,6	14,0	214,0	–
3	Сапропель	155,0	183,0	234,0	–
4	Ракушечник	1,1	17,1	54,0	–
Почва (контроль)		9,1	35,0	306,0	2,4
Почва + композиция (оптимальный состав)		10,7	35,5	364,0	3,0

Композиция из влагосорбентов при внесении в почву обеспечивает формирование в ней коллоидной структуры, происходит активизация почвенной микрофлоры, стимулирование процессов гумосообразования, улучшение микроагрегатного состава и водно-физических свойств почвы: увеличение водопроницаемости и влагоемкости почвы.

Система внесения композиции из влагосорбентов пригодна для хозяйства только в том случае, если обеспечивает получение плановой урожайности сельскохозяйственных культур с одновременным улучшением водно-физических свойств и плодородия почв.

Непосредственную разработку внесения влагосорбентов композиции целесообразно проводить в такой последовательности:

- выявление основных наиболее подверженных ирригационному смыву полей на основании различных карт;

- разработка общей схемы системы и годовых планов применения влагосорбентов. Здесь должны найти отражение следующие мероприятия: определение доз внесения каждого влагосорбента композиции; составление баланса питательных веществ в почве; выявление наиболее рациональных способов и приемов внесения композиции из влагосорбентов в почву;

- определение экономической эффективности разработанной композиции из влагосорбентов;

- составление календарного плана применения композиции из влагосорбентов для определения потребности в рабочей силе, тракторах, автомобилях, машинах по смешиванию и внесению компози-

ции для выполнения годового плана применения композиции из влагосорбентов.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Ларионов Г. А. Разномасштабная оценка и картографирование природной опасности эрозии почв // Эрозия почв и русловые процессы: сб. науч. тр. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – Вып. 12. – С. 49-62.

2 Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

УДК 626.823:627.838.004

М. А. Субботина (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **ПРИМЕНЕНИЕ ГАСИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ ВОДНОГО ПОТОКА НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Основные проблемы, возникающие на ирригационных системах, связаны с эрозионными и аккумулятивными процессами, которые, в свою очередь, сказываются на состоянии оросительных каналов в виде размывов и заиления. Поля орошения подвергаются ирригационной эрозии, а при орошении недостаточно осветленной водой теряют с годами свое плодородие. Только за вегетационный период при орошении выносятся на поля до 20 тонн ила на гектар [1].

При использовании каналов для орошения земель возникает необходимость расчета скоростей, при которых не будут наблюдаться эрозионные процессы. То есть не произойдет размыв и обрушение стенок каналов на всем протяжении русла. При расчете допустимых скоростей движения воды необходимо соблюдение условий:

$$v_{\text{мин.}} < v_{\text{ср.}} < v_{\text{макс.}}$$

Не размывающая скорость  $v_{\text{макс.}}$  зависит от глубины канала и материала, из которого сложены его стенки (таблица).

Таблица

#### **Не размывающие скорости в зависимости от материала стенок**

Материал	$v_{\text{макс.}}$ , м/с
1	2
Пыль, ил	0,15-0,20
Песок	0,20-0,60
Гравий	0,60-1,20

## Продолжение таблицы

1	2
Супесь, суглинок	0,70-1,80
Глина	1,00-1,80
Скальные породы	2,50-4,50
Бетонная облицовка	5,00-10,00
Дерево	1,50-2,50

Для определения неразмывающей скорости, нами был исследован канал Азовской оросительной системы.

Канал трапецеидальной формы, расположен в суглинках. Ширина канала по дну  $B = 4,5$  м; уклон  $I = 0,001$ ; глубина воды в канале  $h = 1,5$  м; длина канала  $L = 1$  км.

Определяем площадь сечения, учитывая коэффициент откоса, который равен ( $m = 1,5$ ):

$$W = (B + m \cdot h) \cdot h . \quad (1)$$

Получили площадь сечения  $W = 10,2$  м<sup>2</sup>.

Смоченный периметр находим по формуле:

$$\chi = B + 2h \cdot \sqrt{1 + m^2} . \quad (2)$$

Получили  $\chi = 9,9$ .

Находим гидравлический радиус:

$$R = \frac{W}{\chi} \quad (3)$$

Гидравлический радиус  $R = 1,03$  м.

Скорость определяем по формуле Шези:

$$V = c \cdot \sqrt{R \cdot I} , \quad (4)$$

где  $c$  – коэффициент шероховатости, вычисляемый по формуле В. Ф. Толмазы:

$$c = \frac{1}{n} \cdot (21 - 100 \cdot n) \cdot \lg \cdot h_{cp} , \quad (5)$$

где  $n$  – значение шероховатости, принимаем равным 0,02;

$h_{cp}$  – средняя глубина;

$c = 0,22$  м/с, отсюда  $V = 2,2$  м/с.

Тогда расход воды, вычисляя по формуле:

$$Q = V \cdot W , \quad (6)$$

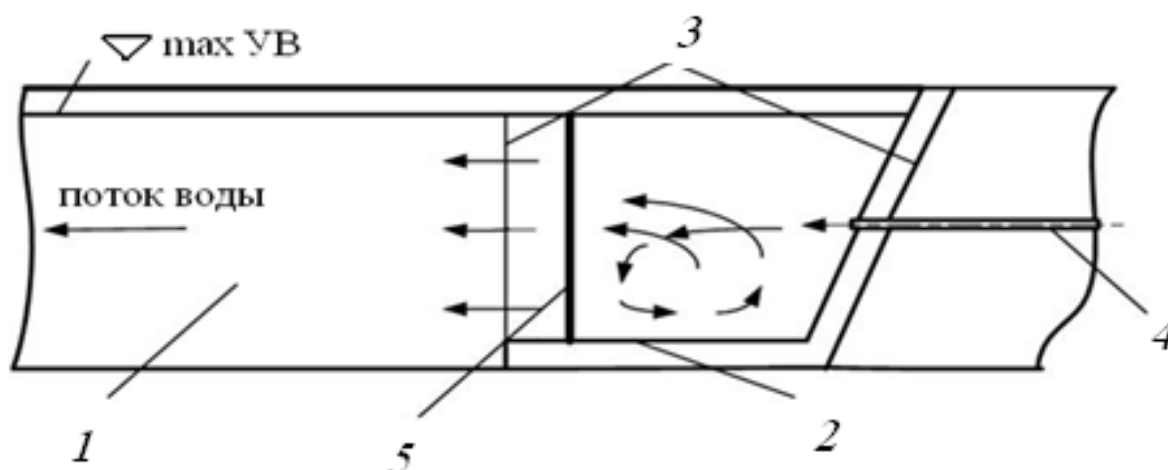
$$Q = 22,4 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Не размывающая скорость для суглинков при глубинах 1-2 м составляет 0,85-0,95 м/с (по таблице 1). В нашем случае при полученной скорости  $V = 2,2$  м/с, канал будет размываться. Следовательно, необходимо принимать меры.

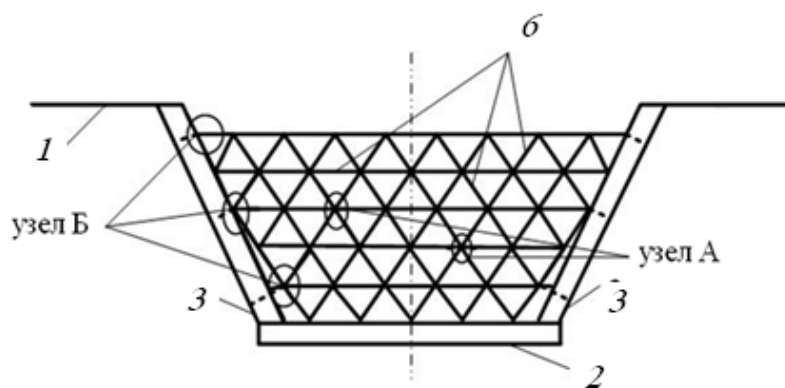
Для борьбы с размывом русел каналов применяют различные методы и способы защитных противозерозионных устройств.

Так, нами в ФГНУ «РосНИИПМ» был разработан гаситель энергии водного потока. Данное изобретение получило положительное решение о выдаче патента по заявке № 2009129462/21 от 30.07.2009 г.

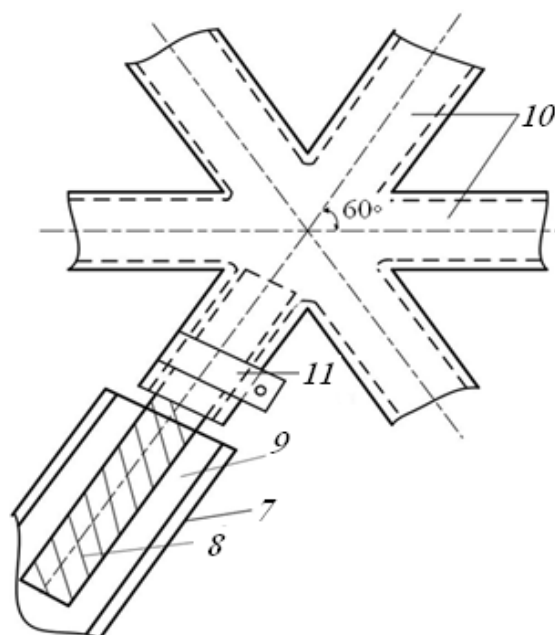
На входе в оросительный канал 1 (рисунок 1), где на дно уложена водобойная плита 2, на откосы – бетонные плиты 3, а поток воды поступает по подводящему трубопроводу 4, устанавливается гаситель энергии водного потока 5, повторяющий форму русла канала. Гаситель энергии водного потока представляет собой рассекающую сетку из сборных распорных армированных элементов 6 (рисунок 2), которые состоят из армированных труб 7 (рисунок 3), с закрепленными в них арматурными прутами 8 при помощи заполнителя 9, вставленными в соединительную крестовину 10 и зафиксированными хомутами 11. Крепление гасителя энергии водного потока 5 (рисунок 1) осуществляется с помощью металлических крючков 12 (рисунок 4), вмонтированных в бетонные плиты 3 по обеим сторонам оросительного канала 1.



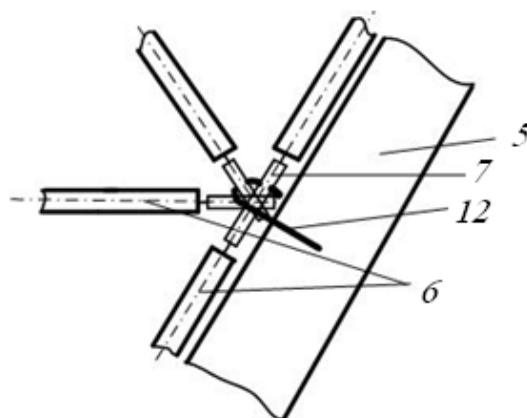
**Рис. 1. Водоприемная часть оросительного канала с установленным гасителем энергии водного потока**



**Рис. 2. Гаситель энергии водного потока, установленный в русло канала (поперечное сечение)**



**Рис. 3. Узел крепления сборных распорных армированных элементов гасителя энергии водного потока**



**Рис. 4. Узел крепления гасителя энергии водного потока к бетонной плите**

Гаситель энергии водного потока 5 работает следующим образом. Вода, выходя из подводящего трубопровода 4, образует бурный поток, который, проходя через ячейки рассекающей сетки, успокаивается, что способствует равномерности распределения водного потока, позволяя снизить размыв земляного русла канала.

Последовательно присоединяя сборные распорные армированные элементы к соединительной крестовине, величину гасителя энергии водного потока можно наращивать до нужных размеров. Размер конструкции зависит от размера русла канала и максимального уровня воды в канале. Закрепление гасителя энергии водного потока осуществляется с помощью металлических крюков (диаметром 10÷12 мм), вмонтированных в бетонную плиту по обеим сторонам оросительного канала. Сопрягающее устройство оросительного канала представлено в виде подводящего трубопровода. В месте выхода подводящего трубопровода уложены водобойная плита (на дне канала) и бетонные плиты (на откосах канала). Гаситель энергии водного потока устанавливается на 0,5 м до края водобойной плиты. Преимущественно, гаситель энергии водного потока используется для межхозяйственных и внутрихозяйственных распределительных оросительных каналов.

Сборка гасителя энергии водного потока может осуществляться вручную из готовых сборных распорных армированных элементов на площадке для монтажа возле оросительного канала. Устанавливается сооружение в оросительный канал с помощью автокрана.

Установка гасителя энергии водного потока способствует созданию равномерного распределения потока, что позволяет уменьшить размыв грунта. В экологическом отношении это благоприятный вариант решения проблемы защиты оросительных каналов от размыва русла.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Щедрин В. Н., Васильев С. М. Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России // под общ. ред. акад. РАСХН, д-ра техн. наук, проф. В. Н. Щедрина. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2009. – 342 с.

**Л. А. Митяева** (ФГНУ «РосНИИПМ»)

## **ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ИРРИГАЦИОННОГО СМЫВА С ПРИМЕНЕНИЕМ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА**

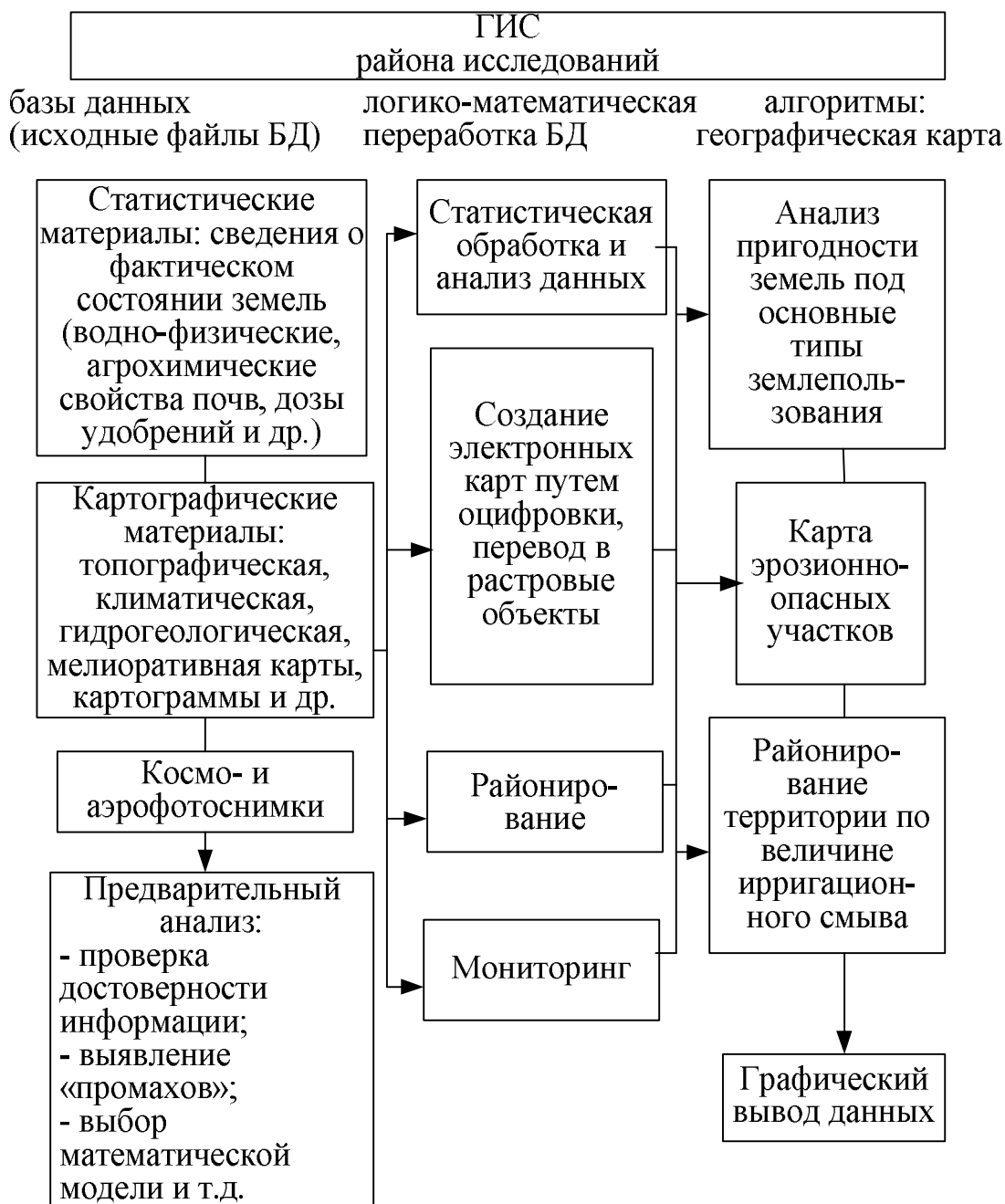
В условиях все увеличивающихся информационных потоков о состоянии сельскохозяйственных угодий, значительного усложнения теоретических и методологических проблем, требующих пространственного решения, возрастает роль сельскохозяйственного картографирования. Высокая информационная емкость картографических материалов, достигаемая за счет совершенствования картографической знаковой системы, наглядность и доступность карт для непосредственного восприятия, пространственного анализа и обобщения делают картографический метод незаменимым при изучении процессов ирригационной эрозии на орошаемых землях Ростовской области [1].

Географическая информационная система района исследований должна содержать: 1) базу данных о фактическом состоянии земель; 2) логико-математическую обработку баз данных; 3) представление обработанных данных в виде географических карт (рисунок 1).

В 2008-2010 гг. в ФГНУ «РосНИИПМ» нами были проведены исследования с целью районирования территории по величине возможного смыва на Нижне-Донской оросительной системе на базе хозяйства – ОАО «Малоорловское» в Мартыновском районе.

Район исследований расположен в восточной части Ростовской области, в центральной орошаемой зоне, в междуречье Дона и Сала и характеризуется континентальным климатом.

Все поливные участки представлены черноземом южным разной мощности, в основном тяжело- и среднесуглинистого гранулометрического состава. В пределах хозяйства лессовидные глины и суглинки, как субстрат при увлажнении сильно набухают, а при высыхании, резко сокращаясь в объеме, растрескиваются на большую глубину. В трещины последующими дождями намывается почвенная масса из вышележащих горизонтов, образуются глубоководные гумусовые затеки, затемняющие верхнюю часть почвообразующей породы.



**Рис. 1. Блок-схема разработки ГИС района исследований**

Для создания базы ГИС на подготовительном этапе была проведена векторизация (оцифровка) бумажных носителей – топографической, почвенной, геоморфологической карт, картограмм. Кроме картографической информации, для экспериментального хозяйства собраны атрибутивные данные по водно-физическим и агрохимическим свойствам почв. При составлении частной математико-картографической модели ирригационного смыва на базе имеющихся карт нами путем многослойного наложения использовались программные продукты: Photoshop и MapInfo.



В результате было получено несколько слоев цифровой карты, включающих границы хозяйства, границы орошаемых полей, дороги, многолетние насаждения.

С позиции теории надежности, при воздействии на почвенный покров эрозии в течение времени  $t$  отказ наступает тогда, когда первоначальная мощность почвенного покрова  $H(t)$  (постепенно убывающая в течение времени  $t$ ) станет равной или меньше допустимой мощности почвенного покрова  $H_0$ , т.е.

$$H(t) \leq H_0.$$

Для описания этих случайных величин, учитывая множество факторов, их обуславливающих, можно применить нормальный закон распределения.

Таким образом, из [2, 3] для установления интенсивности эрозии с заданным риском будем использовать выражение:

$$I = \frac{H_0 - \sigma_{H_0} \cdot X \cdot H_0 - H_0}{t} = \frac{H_0 - 0,033H_0 \cdot Z - H_0}{t}.$$

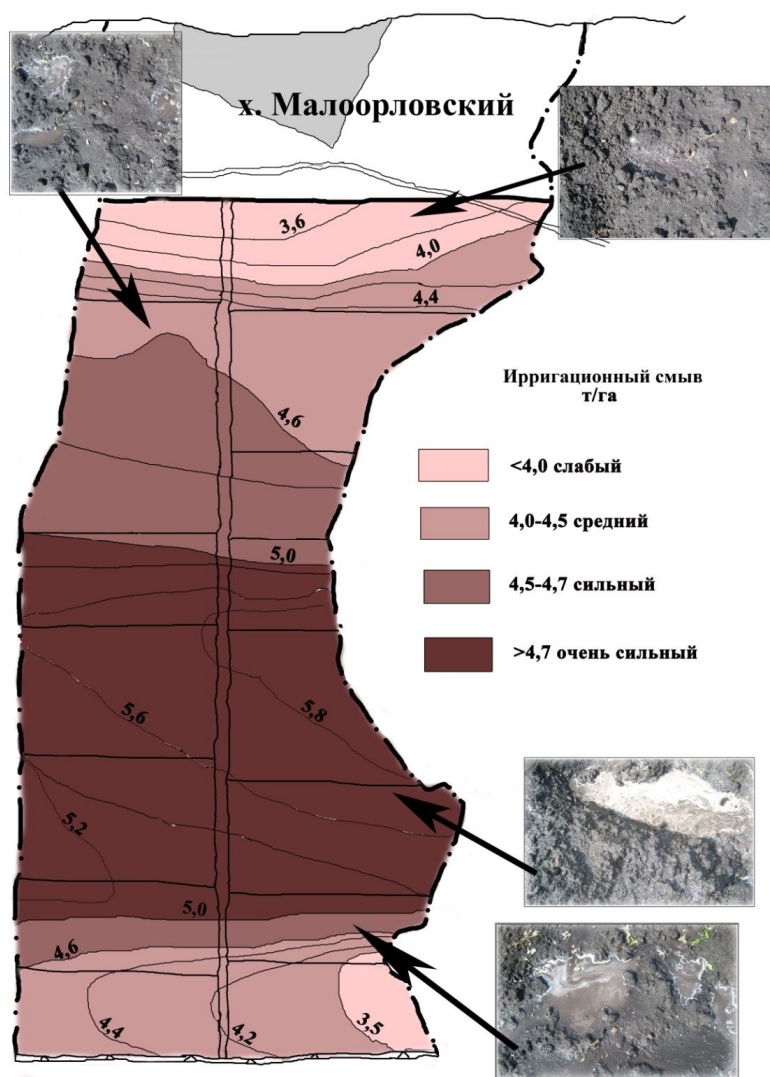
Расчет по формуле сведем в таблицу 1.

Таблица 1

**Интенсивность эрозии с различными вариантами заданного риска (чернозем южный)**

Мощность горизонта А+В ( $H_0$ ), см	Допустимая мощность почвы ( $H_0$ ), см	Время функционирования почвы ( $t$ ), лет	Риск			
			$r > 0,2$	$0,1 < r < 0,2$	$0,01 < r < 0,1$	$0,001 < r < 0,01$
50	20	1000	3,5	3,4	3,0	2,9
55	20	1000	4,1	4,0	3,5	3,3
60	20	1000	4,7	4,5	4,0	4,1
65	20	1000	5,3	5,1	4,6	4,4
70	20	1000	5,9	5,7	5,1	5,0

Полученные величины смыва для каждого поля, относили к той или иной категории по предложенной нами классификации. Районы, попавшие в одну категорию, методом интерполяции, объединялись (рисунок 2).



**Рис. 2. Районирование территории хозяйства ОАО «Малоорловское» по величине возможного смыва**

Основными принципами составления карты являлись накопленные данные по процессам эрозионного смыва и их интерпретация с использованием картографического районирования тех зон, которые могут пострадать от процессов водной эрозии.

Результаты расчетов свидетельствуют о том, что слабый ирригационный смыв характерен для участков наименьшей мощности почвенного покрова (возможный смыв до 4,0 т/год). Очень сильный ирригационный смыв наблюдается при мощности почвенного покрова 65-70 см – возможный смыв более 4,7 т/год. В результате ирригационного смыва под действием размывающей и влекущей силы поливной воды, мелкозем плодородного пахотного слоя с содержащимися в нем элементами пищи растений, перемещается вниз по склону,

что создает определенную пестроту почвенного покрова. С уменьшением риска опасности ирригационного смыва уменьшается и количество снесенного материала.

### **Выводы.**

1. Результаты ГИС обработки орошаемых земель ОАО «Малорловское» свидетельствуют о том, что на всех обследованных полях наблюдаются ярко выраженные процессы ирригационного смыва. В то же время были выявлены наиболее подверженные ирригационному смыву участки с наибольшим риском –  $r > 0,2$ .

2. Составление карты «Районирование территории по величине возможного смыва» позволяет нам выявить основные эрозионно-опасные факторы и дать качественную оценку степени их активности.

3. Полученный картографический материал позволяет руководителям хозяйств обоснованно подойти к разработке системы поливов и применению комплекса противоэрозионных мероприятий.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Бугаевский Л. М., Цветков В. Я. Геоинформационные системы: Учебное пособие для вузов. – М., 2000. – 222 с.

2 Мирцхулава Ц. Е. О предельно допустимых потерях почв при эрозии // Почвоведение. – 2001. – № 3. – С. 358-362.

3 Mirtskhoulava Ts. E. Maximum allowable erosion rate. Newsletter. 1994. № 1+2. P. 18-19.

УДК 633.1:412

**В. П. Калиниченко, В. В. Черненко, В. А. Суковатов** (ФГОУ ВПО «ДонГАУ», Институт плодородия почв юга России)

### **ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЕ ИРРИГАЦИОННО ОБУСЛОВЛЕННОГО ЛАНДШАФТА НА ПРИМЕРЕ ХОМУТОВСКОГО УРОЧИЩА<sup>1</sup>**

Хомутовское урочище расположено между населенными пунктами Хомутовское и Истомино (Аксайский район Ростовской области). Хомутовское урочище расположено южнее р. Дон, отделено от поймы Дона водоразделом, простирающимся с востока на запад.

---

<sup>1</sup> – Издается в авторской редакции.

Особенность Хомутовского урочища состоит в современном спорадическом переувлажнении почв нижней трети северного склона.

Цель исследований: установить факторы переувлажнения склонов Хомутовского урочища и определить пути преодоления переувлажнения.

Задачи исследований: изучить ретроспективу переувлажнения; установить геоморфологическое устройство урочища; определить геодезические отметки геоморфологических элементов; установить гидрологические предпосылки переувлажнения; установить вещественный состав почв, оценить воды, обуславливающие переувлажнение, и их гидрохимическую природу; выяснить картину гидрогеологического процесса в урочище; определить вероятные причины переувлажнения и предложить его модель; разработать меры преодоления переувлажнения и предложить расширенную трактовку природы переувлажнения антропогенно обусловленных биогеосистем степи [1, 2, 3].

На первом этапе исследований установлено, что в геоморфологическом отношении урочище характеризуется достаточно пологими склонами, плавно переходящими в водораздельное пространство [4].

Переувлажнение имеет место в слабовыраженных ложбинах склонов урочища. Методом ретроспективного опроса установлено, что статистически достоверное начало устойчивого локального переувлажнения склонов урочища наступило 30-40 лет назад. Переувлажнение по годам пульсирует, однако в среднем проявляется устойчиво.

В геодезическом отношении тальвег урочища имеет абсолютные отметки 20-30 м, южный и северный водоразделы урочища, соответственно, – 60-70 м.

Антропогенной геоморфологической особенностью примыкающей к урочищу ландшафтной системы является наличие в ее составе Азовского распределительного канала. Трасса канала пролегает вдоль поймы Дона по северному склону водораздела между Доном и Хомутовским урочищем на расстоянии 5-8 км от тальвега Хомутовского урочища под углом около  $30^\circ$  к его направлению. Абсолютная геодезическая отметка рабочего уровня воды в канале в створе урочища составляет около 20 м.

На первом этапе исследований, который был посвящен изучению устройства ландшафта, прямое гидрогеологическое влияние Азовского распределительного канала на Хомутовское урочище как

фактор проградации переувлажнения исключили. Основанием послужило то обстоятельство, что Азовский распределительный канал и расположенная за ним пойма р. Дон, также как и сама р. Дон отделены от урочища в геоморфологическом, гидрологическом и гидрогеологическом отношении. Дополнительным основанием предварительного заключения о гидрогеологической связи в ландшафте Хомутовского урочища было примерное равенство геодезических отметок рабочих уровней воды в Азовском распределительном канале и в тальвеге урочища, особенности литологии и стратиграфии геологических отложений, большого расстояния в плане между объектами. Наконец, в канале уровень в среднем ниже, чем геодезическая отметка тальвега урочища.

На втором этапе исследований рассмотрен агроландшафтный аспект прироста грунтового стока в связи с избыточным коэффициентом сельскохозяйственного освоения территории, применением мер влагонакопления. Применен метод ландшафтно-гидрологических аналогий. Были проанализированы подобные Хомутовскому урочищу объекты, но не подчиненные ландшафту, с которым смежено расположен подобный Азовскому распределительному каналу. Эццессы водного баланса в объектах, подобных Хомутовскому урочищу объектах, не выявлены.

На третьем этапе исследований был изучен химический состав почв, развитых в зоне периодического выклинивания безнапорных грунтовых вод в нижней трети северного склона Хомутовского урочища в слабовыраженных ложбинах. Данные по одной из ложбин представлены в таблице.

Таблица

**Водная вытяжка из почвы (среднее),  
в пересчете на 100 г сухой почвы**

№№ пп. разреза	Глубина отбора образца, см	Сухой остаток, %	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Сумма ионов	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
			Ионы, г								
1, 2	0-20	0,452	0,023	0,263	0,024	0,035	0,010	0,090	0,001	0,446	
	20-30	0,730	0,035	0,405	0,024	0,073	0,016	0,110	0,002	0,665	
	30-40	1,034	0,031	0,605	0,022	0,135	0,026	0,113	0,002	0,934	
	40-50	0,484	0,031	0,254	0,037	0,032	0,011	0,096	0,002	0,460	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
			Ммоль-экв								
	0-20	0,452	0,66	5,48	0,40	1,75	0,85	3,91	0,03	13,08	
	20-30	0,730	0,99	8,43	0,40	3,65	1,35	4,78	0,04	19,64	
	30-40	1,034	0,88	12,61	0,37	6,75	2,15	4,91	0,05	27,72	
	40-50	0,484	0,88	5,23	0,61	1,60	0,90	4,17	0,05	13,44	

Данные таблицы показывают, что почвы в нижней трети северного склона Хомутовского урочища в слабовыраженных ложбинах засолены. Следовательно, идет углубленная гидрогеологическая проработка ландшафта, в процесс вовлечены ранее не участвовавшие в формировании геохимического состава мигрантов ландшафта геологические отложения.

На основании ландшафтного и почвенного обследования была выдвинута рабочая гипотеза о приросте гидрогеологического транзита северного склона Хомутовского урочища.

Был выполнен поиск источника дополнительной гидрогеологической проработки ландшафта Хомутовского урочища. Дополнительные прямые гидрогеологические источники новейшего времени отсутствуют. Старые, в том числе Азовский распределительный канал, в состоянии стагнации. Дополнительное атмосферное увлажнение отсутствует, поскольку метеорологические данные, наоборот, свидетельствуют о некотором многолетнем тренде засушливости в вековом климатическом цикле.

Следовательно, причиной переувлажнения северного склона Хомутовского урочища является эксцесс гидроизогипсов водосбора, расположенного между р. Дон и Хомутовским урочищем. Эксцесс обусловлен гидрогеологическим влиянием Азовского распределительного канала.

До строительства Азовского распределительного канала базисом эрозии северного склона водораздела между Доном и Хомутовским урочищем был бытовой уровень воды в р. Дон. Соответственно этому уровню формировался уровень гидроизогипсов в пойме р. Дон. Этот уровень определял гидравлический уклон кровли потока грунтовых вод под северным склоном водораздела между Доном и Хомутовским урочищем, вековой расход грунтовых вод на этом участке ландшафта поймы р. Дон.

После устройства Азовского распределительного канала базисом эрозии для его бытовых уровней остался уровень гидроизогипсов в пойме р. Дон, формирующий расход гидрогеологических потерь из канала. Бытовой уровень воды в Азовском распределительном канале стал базисом эрозии потока грунтовых вод под северным склоном водораздела между Доном и Хомутовским урочищем. Гидравлический уклон этого потока существенно уменьшился, вековой расход грунтовых вод на этом участке ландшафта поймы р. Дон сократился. В результате произошла деформация купола грунтовых вод на водосборе. Он получил эксцесс в южном направлении, расход грунтовых вод с водосбора увеличился в этом направлении. Возрос геохимический охват ландшафта северного склона Хомутовского урочища, произошло переувлажнение, засоление почв.

Гидрогеологическая релаксация бассейна Азовского распределительного канала через 40 лет после его устройства привела к неблагоприятным последствиям, расширению зоны влияния канала, переувлажнению прилегающей территории.

## ЛИТЕРАТУРА

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

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

3 Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965. – Т. 1. – 663 с.; Т. 2. – 287 с.

4 Ростовская область. Дорожный атлас. – М.: АСТ-ПРЕСС-КАРТОГРАФИЯ, 1998. – 111 с.

УДК 631.347.4:626.845:631.459.001.25

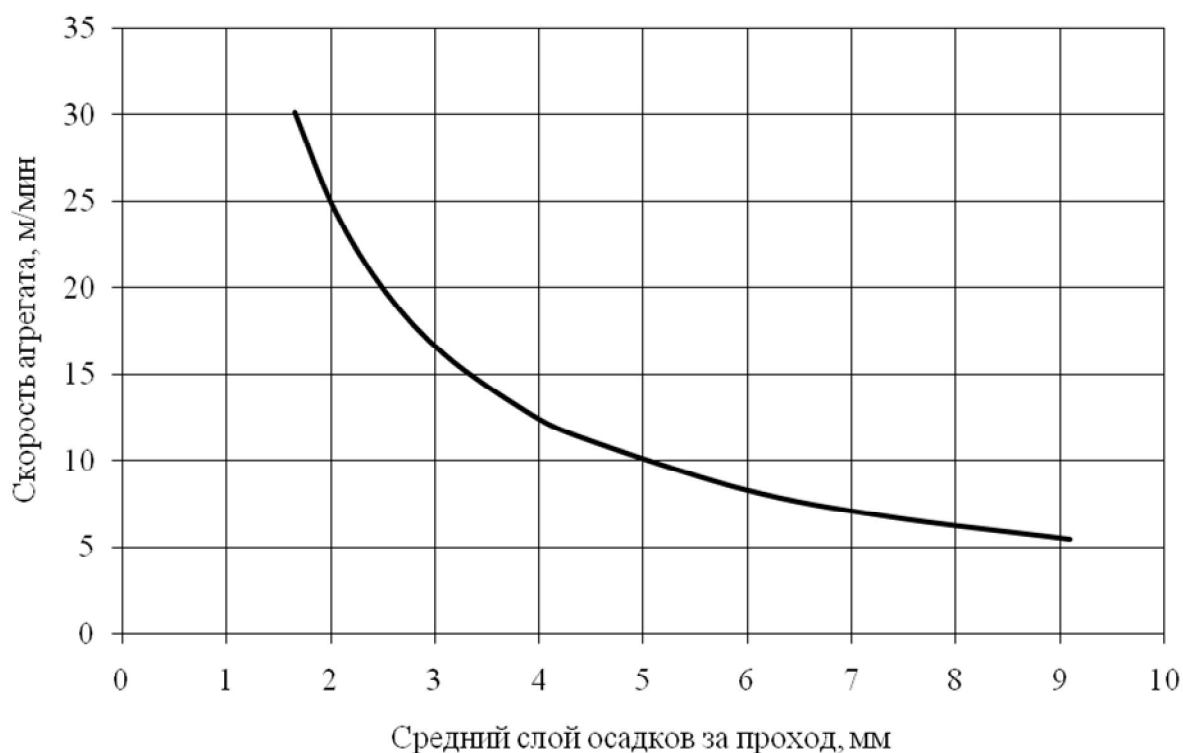
**А. С. Штанько** (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **ОБОСНОВАНИЕ ЭРОЗИОННОБЕЗОПАСНОЙ РАБОЧЕЙ СКОРОСТИ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ ДКФ-1П**

Известно, что средний слой осадков за проход обратно пропорционален скорости движения агрегата. Критерием оптимизации тех-

нологии водоподачи служит соотношение интенсивности водоподачи и динамики впитывания влаги в почву [1].

Дождевальнй агрегат ДКФ-1П устанавливается на трактор ДТ-75Д или ДТ-75Н, оборудованный ходоуменьшителем. Это позволяет изменять скорость движения агрегата в пределах от 0,28 до 5,3 км/ч и выше [2]. На рисунке 1 представлен график зависимости слоя осадков за проход от скорости движения агрегата для ДКФ-1П.



**Рис. 1. График зависимости слоя осадков за проход от скорости движения агрегата ДКФ - 1П**

Динамику впитывания воды почвой характеризует кривая впитывания, аппроксимируемая гиперболой вида [1]:

$$t = \frac{A}{J^\alpha}, \text{ мин.}$$

или

$$J = \frac{C}{t^n}, \text{ мм/мин.},$$

где  $t$  – время впитывания, мин.;

$J$  – скорость впитывания, мм/мин.;



$A, \alpha, C, n$  – параметры, зависящие от водопроницаемости почв и энергии падающих капель дождя.

Значение параметра  $A$  зависит в основном от плотности, пористости и влажности почв. Параметр  $\alpha$  зависит от динамики изменения влажности и водно-физических свойств по горизонтам, близости грунтовых вод и мощности почвогрунтов. Диапазон изменения  $A$  весьма широк и изменяется примерно от 3 до 80. Параметр  $\alpha$  находится в пределах от 1 до 2. Для предварительных расчетов принимаем параметр  $\alpha$  как у Н. С. Ерхова равным 1,5. Для детальных расчетов параметры  $A$  и  $\alpha$  следует принимать по данным пробных поливов на конкретном поле.

Параметр  $A$  кривой впитывания зависит от диаметра капель дождя:

$$A = Pe^{-0,5d_k},$$

где  $P$  – параметр безнапорного впитывания воды в почву при дождевании, который отражает слой осадков, впитывающийся в почву до появления луж, мм, согласно многочисленным экспериментам установлены ориентировочные значения показателя  $P$  для различных почв:

- 20-30 мм – для глинистых;
- 30-60 мм – для среднесуглинистых;
- 60-90 мм – для легкосуглинистых;

$e$  – основание натурального логарифма,  $e = 2,712$ ;

$d_k$  – средневзвешенный диаметр капель дождя, мм.

При непрерывном дождевании интенсивность водоподдачи в современных установках не изменяется. Скорость впитывания со временем постоянно снижается. В результате через определенное время на поверхности поля образуется сток. Приравнивая интенсивность  $i$  к  $J$ , определяем время до момента образования стока:

$$t = \frac{A}{i^\alpha}, \text{ мин.},$$

где  $i$  – интенсивность дождя, мм/мин.

При прерывистом дождевании интенсивность дождя под факелом соответствует интенсивности непрерывного дождевания, но интенсивность водоподдачи (за счет пауз) всегда меньше. Поэтому время

до стока с одновременно орошаемой площади при прерывистом дождевании больше. Однако время до стока под факелом дождя то же, что и при непрерывном дождевании. Поэтому во избежание образования стока в период прохода время нахождения дождемера под факелом дождя должно быть меньше времени до стока под факелом дождя:

$$t \leq t_{\phi} \leq \frac{A}{i_{\phi}^{\alpha}},$$

где  $t$  – время нахождения дождемера под факелом дождя, мин.;

$t_{\phi}$  – время до стока под факелом дождя, мин.;

$i_{\phi}$  – интенсивность дождя под факелом, мм/мин.

Исходя из этого условия, максимально допустимый слой осадков за проход машины должен быть:

$$h_{\max} \leq i_{\phi} \cdot \frac{A}{i_{\phi}^{\alpha}}, \text{ мм}, \quad (1)$$

где  $h_{\max}$  – максимально допустимый средний слой дождя при любых уклонах, поскольку он полностью впитывается почвой за период прохода.

Фактический слой осадков может быть больше максимально допустимого среднего слоя дождя и величина превышения для малых уклонов допускается более высокой, чем для больших. При определении  $h_{\max}$  следует брать с учетом исходной влажности почвы расчетного слоя. Поскольку средняя влажность его во время полива меняется, то для каждого прохода значения  $h_{\max}$  будут также меняться. Для упрощения расчетов влажность расчетного слоя можно принимать по средней между предполивной и послеполивной влажностью.

Как уже говорилось выше, средний слой осадков за проход обратно пропорционален скорости движения агрегата, поэтому, выразив из зависимости определения среднего слоя осадков  $h_{\text{cp}}$ :

$$h_{\text{cp}} = \frac{60 Q}{V l}, \text{ мм},$$

скорость  $V$  и подставив  $h_{\max}$  максимально допустимый средний слой дождя за один проход, получим зависимость для определения мини-

мальной эрозионнобезопасной скорости движения дождевальной машины:

$$V = \frac{60 Q}{h_{\max} l}, \text{ мм/мин.} \quad (2)$$

В результате проведенных расчетов по зависимости 1 для дождевальной машины ДКФ-1П в условиях среднесуглинистых почв Ростовской области был определен максимально допустимый слой дождя за проход машины  $h_{\max}$ , равный 5,2 мм. Далее из зависимости 2 была рассчитана минимальная эрозионнобезопасная скорость движения по бьефу, которая равна 0,58 км/ч. Максимальная скорость движения дождевальной машины ограничивается конструктивными особенностями водозаборной линии машины и человеческим фактором. При проведении испытаний и в эксплуатации была определена максимальная рабочая скорость ДКФ-1П - 1,16 км/ч, при которой не происходит захват воздуха во всасывающую линию агрегата. Кроме того, длительное управление трактором на высоких скоростях утомляет механизатора и может привести к авариям. Следовательно, чем меньше скорость движения машины во время полива, тем лучше условия работы оператора. Кроме того, ступени коробки передач для движения вперед и назад должны находиться в одном диапазоне ходоуменьшителя трактора. Это позволит уменьшить время изменения направления движения при работе на бьефе. В связи с этим для движения вперед мы рекомендуем использовать первую ступень коробки передач на втором диапазоне ходоуменьшителя, а для движения назад – задний ход коробки передач на втором диапазоне ходоуменьшителя, на которых скорость движения машины составит соответственно 0,7 и 0,6 км/ч. При движении вперед средний слой осадков за проход составит 4,3 мм, при движении назад 5,0 мм, что является меньше максимально допустимого слоя дождя за проход.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Костяков А. Н. Основы мелиорации. – М.: Сельхозиздат, 1960. – 733 с.
- 2 Сельскохозяйственная техника: каталог / ЦНИИТЭИ. – Харьков, 1975. – 855 с.

## **РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩАЯ СИСТЕМА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ**

Рациональная система обработки почвы способствует экономии поливной воды, оптимизации водно-физических свойств, положительному балансу гумуса почвы и снижению засоренности полей.

В настоящее время часто применяется отвальная обработка почвы, сочетающая глубокие (от 25-27 до 47 см) и обычные (20-22 см) обработки под отдельные сельскохозяйственные культуры и в целом севообороте, которая носит интенсивный характер. Поэтому основное направление совершенствования основной обработки почвы в севооборотах – применение при оптимальном сочетании менее интенсивных по воздействию на почву ресурсосберегающих поверхностных и плоскорезных [1].

Применение безотвальных обработок почвы в полевых севооборотах позволяет использовать более широкозахватные и высокопроизводительные почвообрабатывающие орудия, что в значительной степени способствует выполнению в срок всех агротехнических приемов при интенсивных технологиях выращивания культур на орошаемых землях, бездефицитному балансу гумуса, экономии поливной воды, труда и горючесмазочных материалов и резкому снижению ирригационной эрозии (по плоскорезному фону она в 2-2,5 раза ниже, чем по отвальному). При этом не ухудшаются водно-физические свойства почвы.

Однако такие обработки при традиционном поверхностном внесении органоминеральных удобрений и длительном их применении вызывают дифференциацию пахотного слоя почвы по плодородию и нерациональное использование навоза. Поэтому один-два раза в ротацию севооборота необходимо проводить отвальную обработку, при которой навоз заделывается в нижние слои и выравнивается плодородие в отдельных горизонтах почвы. Проявления этих негативных процессов можно избежать путем внесения минеральных удобрений

с поливной водой (перспективный способ) или в определенные слои почвы с помощью специальных приспособлений.

Отвальную обработку приурочивают под кукурузу, под которую обычно раз в ротацию севооборота проводят заправку органическими удобрениями (навозом).

Разработка ресурсосберегающих систем основной обработки почвы под те или иные сельскохозяйственные культуры при отсутствии в хозяйстве научно обоснованных севооборотов ведется для каждого конкретного поля с учетом ее агрохимических особенностей, степени и типа засоренности, предшествующей культуры.

При малолетнем типе засоренности полей под яровые зерновые, являющиеся покровом для люцерны и используемые на монокорм или зерно, в качестве основной обработки почвы после пропашных необходимо проводить поверхностную обработку дисковой тяжелой бороной на глубину 10-12 см. После поздноубираемых культур (кукуруза на зерно) допускается основная обработка без предварительного лущения. Однако надо учесть, что при дисковании (лущении) выворачиваются и измельчаются растительные остатки (комли) и тем самым основная обработка приобретает больший качественный эффект. После горохо-подсолнечниковой и горохоовсяной смесей целесообразна поверхностная обработка дисковой тяжелой бороной на глубину 10-12 см или плоскорезная (без оставления стерни) на 20-22 см.

Под пропашные культуры (кукуруза на силос и зерно) проводят глубокую обработку (28-30 см), в кормовых севооборотах под кукурузу – плоскорезную на 28-30 см, а при внесении органических удобрений (навоза) – вспашку на ту же глубину.

При подготовке почвы под люцерну следует учитывать отзывчивость покровной культуры на тот или иной способ обработки почвы, поскольку сама люцерна слабо реагирует на них. Под люцерну, высеваемую под покров зерновых колосовых, рекомендуется проводить поверхностное лущение дисковой тяжелой бороной на глубину 10-12 см или плоскорезную обработку на 20-22 см.

Под суданскую траву, горохо-подсолнечниковую и горохоовсяную смеси почву обрабатывают в зависимости от предшественников на глубину от 10-12 до 20-22 см. После корне- и клубнеплодов

эффективна поверхностная обработка на 10-12 см после озимых и кукурузы, кроме того, и плоскорезная обработка на 20-22 см.

Под сорго необходима традиционная обработка (отвальная) на глубину 20-22 см после озимых, кукурузы и оборота пласта люцерны, под свеклу – вспашка на 25-27 см по всем рекомендуемым предшественникам.

Из озимых культур – пшеницу и рожь возделываемых на орошаемых землях размещают в основном после кукурузы на силос, а также после зернобобовых, смешанных посевов, озимых, пласта и оборота пласта люцерны [2].

Основную обработку почвы проводят дифференцированно в зависимости от сроков уборки предшествующей культуры, степени и типа засоренности полей и т.д. На полях из-под кукурузы с низкой засоренностью следует проводить поверхностную обработку на 10-12 см в сочетании с пожнивным лушением, предпосевной культивацией и посевом рядовыми сеялками, с высокой засоренностью или при наличии многолетних сорняков – вслед за уборкой предшественника дискование на 6-8 см, а через 10-12 дней вспашку на глубину 20-22 см.

После смешанных посевов (горохо-подсолнечниковая и овсяно-гороховая смеси) при получении двух урожаев в год под озимые необходимо проводить поверхностную обработку на 10-12 см или плоскорезную на 20-22 см.

Пласт люцерны после двукратного лушения с целью уничтожения корневой шейки обрабатывают отвально или плоскорезом на глубину 20-22 см, оборот пласта поверхностно-дисковой тяжелой бороной на глубину 10-12 см.

Обработку почвы под промежуточные посевы необходимо начинать сразу после освобождения поля от предшественника и внесения удобрений.

В поукосных посевах наибольшие урожаи дают кукуруза, сорго, суданская трава, смесь гороха с подсолнечником. В качестве предшественника для них могут использоваться озимая рожь на зеленый корм или сено, овес в чистом виде, смесь овса или ячменя с горохом на зеленый корм, горохо-подсолнечниковая смесь.

Если под предшествующую культуру проводили мелкую обработку дисковыми орудиями, то под поукосный посев необходимы вспашка или плоскорезная обработка на 20-22 см с последующей предпосевной обработкой. По плоскорезному фону посев необходимо осуществлять стерневыми сеялками. Если под предшественник применяли обработку на 20-22 см и более, то под поукосный посев лучше проводить поверхностные обработки дисковыми, лемешными или плоскорежущими орудиями с последующим посевом стерневыми сеялками.

В пожнивных посевах культуры не успевают закончить период полной вегетации, и их приходится убирать в ранние фазы спелости. Поэтому они должны быть скороспелыми, малотребовательными к теплу и устойчивыми к заморозкам. Этим требованиям отвечают такие культуры, как смесь гороха с овсом и подсолнечником, овес в чистом виде, смесь гороха с овсом. Для более раннего, июльского посева незаменимой культурой является кукуруза. Предшественниками могут служить озимые колосовые, горох на зерно, картофель и т.д.

Под пожнивные посевы обработку почвы необходимо проводить в сжатые сроки, применяя для этого двукратное дискование или обработку плоскорезом на глубину 10-12 см с последующим посевом стерневыми сеялками.

На чистых от сорняков полях перспективным приемом является посев стерневыми сеялками.

Обязательное условие возделывания поукосных посевов – применение предпосевных поливов (влагозарядковых). На пожнивных посевах полив надо проводить после посева с последующим боронованием.

Дальнейшее повышение продуктивности орошаемых земель невозможно без применения зональной научно-обоснованной системы земледелия, одним из важных звеньев которой является рациональная обработка почвы. Рекомендуемые системы основной обработки почвы в севообороте интенсивного типа представлены в таблице 1.

Внедрение ресурсосберегающих систем основной обработки почвы тесно связано с комплексом агротехнических мероприятий. При высокой культуре земледелия они являются фактором повышения продуктивности севооборотов на 8-19 % и экономической эффективности производства продукции растениеводства.

Таблица 1

## Рекомендуемые системы основной обработки почвы в севообороте интенсивного типа [3, 4]

№ поля	Культуры севооборота	Поверхностно-отвальная		Плоскорезно-отвальная		Поверхностно-плоскорезно-отвальная (комбинированная)	
		Технологические операции	Марка машин	Технологические операции	Марка машин	Технологические операции	Марка машин
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Яровые зерновые с подсевом люцерны	Дискование на 6-8 см или обработка тяжелой бороной	ЛДГ-10 Б, БДТ-7 Б	Дискование на 6-8 см или обработка тяжелой бороной	ЛДГ-10 Б, БДТ-7 Б	Дискование на 6-8 см или обработка тяжелой бороной	ЛДГ-10 Б, БДТ-7 Б
		Обработка дисковой тяжелой бороной на 10-12 см	БДТ-7 Б	Обработка плоскорезом на 20-22 см	КПГ-2-150, КПГ-250 А, КПШ-9, КП-3,8	Обработка плоскорезом на 20-22 см	КПГ-2-150, КПГ-250 А, КПШ-2,2, КПШ-9
2, 3	Люцерна	На посевах первого года после возобновления вегетации или уборки покровной культуры – боронование средними боронами БЗСС-1, 0 или игольчатыми боронами БИГ-3А. После каждого укоса – боронование тяжелыми боронами. На посевах люцерны второго года щелевание на глубину 35-40 см щелевателем ЩН-2-140.					
4	Кукуруза на силос	Двукратное лушение на 6-8 см	ЛДГ-10 Б	Двукратное лушение на 6-8 см	ЛДГ-10 Б	Двукратное лушение на 6-8 см	ЛДГ-10 Б
		Вспашка на 28-30 см	ПЛН-4-35, ПЛН-5-35	Обработка плоскорезом на 28-30 см	КПГ-250, КПГ-2-150	Обработка плоскорезом на 28-30 см	КПГ-250
5	Озимая пшеница + пожнивно кукуруза	Дискование на 6-8 см	ЛДГ-10 Б	Дискование на 6-8 см	ЛДГ-10 Б	Дискование на 6-8 см	ЛДГ-10 Б
		Обработка тяжелой бороной	БДТ-7 Б	Обработка тяжелой бороной	БДТ-7 Б	Обработка тяжелой бороной	БДТ-7 Б
		Обработка дисковой тяжелой бороной на 10-12 см	БДТ-7 Б	Вспашка на 20-22 см	ПЛН-4-35, ПЛН-5-35		



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
6	Кукуруза пожнивно	Обработка дисковой тяжелой бороной на 10-12 см	БДТ-7 Б	Прямой посев в стерню	СЗС-6, СЗС-2,1, СЗТС-2	Прямой посев в стерню	СЗС-6, СЗС-2,1, СЗТС-2
		Плоскорезная обработка на 10-12 см	КПП-2,2				
	Кукуруза на зерно	Целесообразно на данном поле внесение навоза. Дискование на 6- см — ЛДГ-10 Б. Обработка тяжелой бороной БДТ-7 Б. Вспашка на 28-30 см – ПЛН-4-35, ПЛН-5-35.					
7	Овсяно- гороховая смесь + куку- руза поукосно	Дискование на 6-8 см	ЛДГ-10 Б	Дискование на 6-8 см	ЛДГ-10 Б	Дискование на 6-8 см	ЛДГ-10 Б
		Обработка тяжелой бороной	БДТ-7 Б	Обработка тяжелой бо- роной	БДТ-7 Б	Обработка тяжелой бороной	БДТ-7 Б
		Обработка дисковой тяжелой бороной на 10-12 см	БДТ-7 Б	Обработка плоскорезом на 20-22 см	КПП-2-150, КПП-250, КПШ-9	Обработка тяжелой бороной	БДТ-7 Б
	Кукуруза поукосно	Вспашка на 20-28 см	ПЛН-4-35, ПЛН-5-35	Обработка плоскорезом на 10-12 см	КПП-2,2, КПШ-9	Вспашка на 20-22 см	ПЛН-4-35, ПЛН-5-35

## ЛИТЕРАТУРА

1 Федоренко В. Ф. Ресурсосбережение в агропромышленном комплексе: инновации и опыт / В. Ф. Федоренко, В. С. Тихонравов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – С. 15-18.

2 Ермоленко В. П. Орошаемое земледелие Юга России / В. П. Ермоленко, П. Д. Шевченко, А. Н. Маслов; под ред. П. Д. Шевченко. – Ростов н/Д, 2002. – С. 61-76, 131-143, 165-169.

3 Жук А. Ф. Развитие машин для минимальной и нулевой обработки почвы: научно-аналитический обзор / А. Ф. Жук, Е. Л. Ревякин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – С. 17-70.

4 Почвоохранная ресурсосберегающая технология обработки почвы, посева и уборки перспективными агрегатами / Н. К. Мазитов [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 12.

УДК 631.445.41:631.416.7.003.12

**В. В. Турчин** (ФГОУ ВПО «ДонГАУ»)

### **ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ КАЛИЙНОГО РЕЖИМА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ<sup>1</sup>**

Методика оценки калийного состояния почв имеет полуторавековую историю. В настоящее время известно более 150 методов извлечения калия из почвы, при этом, как правило, автор каждого метода приводит убедительные данные его достоверной положительной корреляции с урожайностью растений и их реакцией на калийные удобрения.

Несомненно, научно-практический интерес вызывает методика определения подвижных форм калия почвы, так как они составляют наиболее важную часть всего калийного пула почвы и непосредственно используются в формировании урожая сельскохозяйственных культур. В свою очередь многие авторы рассматривают термин «подвижный» калий как включающий в себя «водорастворимый» и «обменный» калий. Последний представляет собой количество калия, вытесняемое в раствор только в результате процесса обмена катионов.

---

<sup>1</sup> – Издается в авторской редакции.

Между тем, большое количество разработанных методов определения подвижных форм калия свидетельствует о том, что не найден реактива, воздействие которого на почву было бы устойчиво эквивалентно усвояющей способности корневой системы растений. В большинстве работ, по данным полевых, вегетационных и лабораторных опытов, отмечается тенденция корреляции между содержанием обменного калия в почве и отзывчивостью культур на калийные удобрения. В свою очередь, набор почвенных вытяжек, используемых для извлечения обменного калия, довольно разнообразен.

В системе Агрохимслужбы первоначально для некарбонатных почв при определении обменной формы был рекомендован метод Масловой – использовался один уксуснокислый аммоний. Для карбонатных почв был предложен метод Протасова – использовалась двукратная обработка углекислым аммонием 0,2 нормальности.

В настоящее время на черноземах для определения обменного калия используют 0,5 м  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , по методу Чирикова, на карбонатных черноземах 1 %  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  по методу Мачигина. Несмотря на известные положительные стороны такой унификации, трудно согласиться с тем, что вполне сравнимые данные могут быть получены по всей зоне распространения черноземов от Воронежа до Иркутска. Также при классификации почв не учитывается их гранулометрический состав, емкость катионного обмена и соответствующая доля калия от ЕКО.

Вместе с тем, полевые опыты Географической сети и Агрохимслужбы за последние 30 лет, а также практика использования удобрений в производстве, показали необходимость совершенствования почвенной диагностики калийного питания растений. Установлено, что содержание обменного калия слабо коррелирует с урожайностью сельскохозяйственных культур и эффективностью калийных удобрений.

Изучение взаимодействия удобрений с выщелоченными черноземами показало, что систематическое внесение удобрений на этих почвах не приводит к существенному увеличению содержания подвижных форм калия при положительном балансе. Связано это с высокой насыщенностью поглощающего комплекса черноземов двухвалентными основаниями, препятствующими поглощению калия.

Исключительно благоприятные условия для фиксации калия в черноземах способствуют поглощению необменного калия в пахотном и подпахотном слоях при положительном балансе. Фиксация калия из удобрений при этом существенно превосходит накопление его подвижных форм.

Калийный режим почв зависит не только от запасов обменного и резервного калия, но и от степени их подвижности. При уравновешенном или слабоотрицательном балансе повышается степень подвижности калия. При отрицательном балансе увеличение содержания обменного калия не улучшает условий калийного питания растений, вследствие истощения запасов резервного калия и снижения подвижности обменного и гидролизуемого. Именно из-за низкой скорости перехода гидролизуемого калия в обменный к концу вегетационного периода в почве наблюдается снижение содержания обменного калия, хотя к весне его запасы практически восстанавливаются.

В настоящее время для характеристики подвижности калия наибольшее распространение получил несколько модифицированный метод Шахтшабеля и Хайнемана, с экстрагентом  $\text{CaCl}_2$  и концентрацией 0,01 М раствора. Концентрация  $\text{K}^+$  в вытяжке тесно коррелирует с концентрацией  $\text{K}^+$  в почвенном растворе, со скоростью диффузионного потока ионов  $\text{K}^+$ , с показателями процесса десорбции ионов калия, в вытяжку переходит до 60 % обменного калия. ЦИНАО разработал и утвердил в 2000 году стандарт отрасли по определению легкоподвижного фосфора и калия с использованием кальций-хлор вытяжки с концентрацией 0,02 н. Но для использования этого показателя шкалу обеспеченности почвы подвижным калием следует откорректировать с учетом различных уровней содержания в почве обменного калия и требований растений к уровню калийного питания.

Значительные запасы калия в почвах и динамическое равновесие между различными его формами затрудняют выбор показателей, характеризующих способность почвы обеспечивать калийное питание растений. Рано или поздно, прямо или косвенно в процесс питания растений вовлекаются все формы почвенного калия. Поэтому при характеристике плодородия почв по обеспеченности их калием нужно учитывать не только легкоподвижные формы элемента, но и обменный калий первичных и глинистых минералов, являющихся резервом пополнения обменного калия, способность и скорость восста-

новления его из резервных форм. Однако надежных критериев для оценки эффекта от калия пока нет.

Для решения настолько актуального вопроса калийного режима черноземных почв необходимо проведение большого количества сопряженных наблюдений за отзывчивостью сельскохозяйственных культур на калий при различных уровнях обеспеченности другими элементами питания и динамикой всех форм калия в почве.

УДК 633.18:313

**О. А. Боршевская, М. С. Миронченко (ФГНУ «РосНИИПМ»)**

### **РИСОВОДСТВО – ОДНО ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ**

Рисовые оросительные системы вводились в эксплуатацию в 50-60 годах XX века, как правило, на засоленных землях, мало пригодных для сельскохозяйственного использования. В постперестроечный период, начиная с 90-х годов, капитальных вложений в мелиоративное и материально-техническое оснащение рисовых оросительных систем России практически не было, что привело к ухудшению мелиоративного состояния земель, технического состояния водозаборных сооружений, межхозяйственных каналов и насосных станций.

Максимального развития отечественное рисоводство достигло в 80-е годы прошлого столетия, когда был создан уникальный и высокоэффективный рисоводческий комплекс, отвечающий самым современным мировым требованиям, обеспечивающий устойчивое функционирование рисоводческой отрасли и позволяющий полностью удовлетворить потребности населения нашей страны в крупе риса и продуктах ее переработки.

Каждый год в мире производится около четырехсот миллионов тонн риса. Для половины всего человечества это продукт питания номер 1. В азиатских странах рис является основным продуктом питания, со средним потреблением 150 кг в год, европейцы потребляют менее 2-х кг риса, а россияне чуть больше 5 кг.

Площади посевов риса в 80-е годы в СССР достигали 300 тыс. га, средняя урожайность – 3,49 т/га, а валовые сборы белого зерна – более 1 млн тонн. Объем выработки рисовой крупы (при вы-

ходе 60 %) за 80-е годы составило примерно 630 тыс. тонн – это 4,5 кг на человека в год (численность населения составляла 138 млн чел.).

В Ростовской области рис возделывается в пяти административных районах (Волгодонской, Мартыновский, Багаевский, Сальский, Пролетарский), начиная с 70-х годов прошлого века. Согласно 30-летней статистике, максимальный валовый сбор риса в Ростовской области был получен в 1988 году – 97 тыс. тонн, а минимальный в 2004 году – 27,6 тыс. тонн. Самые большие посевные площади выделялись под «белое зерно» на заре донского рисоводства – в 1976 году 26,7 тыс. га, меньше всего риса ростовские аграрии посеяли в 2004 году – 8,7 тыс. га. Самая низкая урожайность за 30 лет наблюдалась в 1996 году – 2,21 т/га, а самая высокая – в 2007 засушливом году – 4,13 т/га.

В таблице представлены посевные площади, урожайность и валовой сбор риса в России и Ростовской области.

Таблица

### **Основные показатели производства риса в России и Ростовской области [1, 2]**

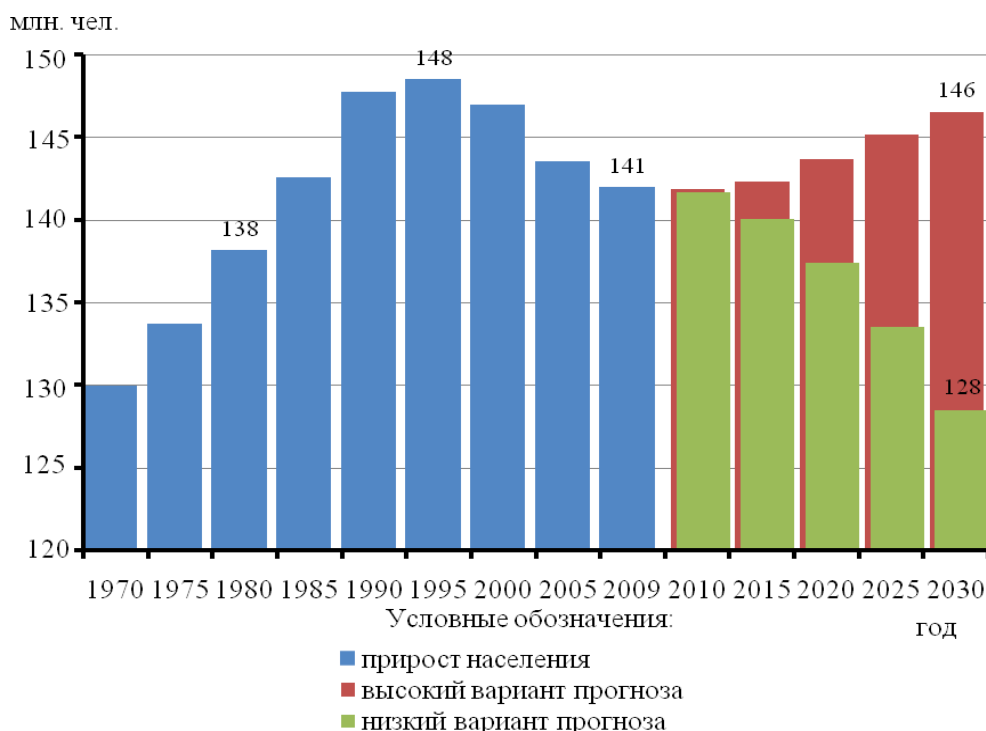
Год	Посевная площадь, тыс. га		Урожайность, т/га		Валовой сбор, тыс. тонн	
	Россия	Ростовская область	Россия	Ростовская область	Россия	Ростовская область
1980	295,6	24	3,49	3,36	1054,0	82,0
2000	175	13	3,35	3,07	585,7	39,9
2005	144,1	9,6	4,0	3,33	579,0	32,7
2006	164,1	13	4,39	3,38	686,4	43,6
2007	162	12,6	4,51	4,13	705,0	57,3
2008	164	12,7	4,60	3,58	738,0	44,5
2009*	158,2	14,8	5,32	4,52	841,0	66,9

Примечание: \* – Предварительные данные на начало ноября 2009 г. МСХ РО и РФ.

На рисунке графически представлено изменение и прогноз численности населения до 2030 года. Исходя из минимальных норм потребления рисовой крупы в России – 3,5 кг на человека в год, в 2009 году необходимо было бы произвести 500 тыс. тонн (население России – 142 млн чел.) [3].

По медицинским нормам, человеку требуется не менее 12 кг в год, из этого следует, что необходимо иметь не менее 1 млн 700 тыс. тонн рисовой крупы ежегодно с учетом импорта при населении не более 142 млн чел. (по состоянию на 2009 г.), а при ва-

рианте прогноза высокого роста населения в 2030 году потребуется 1 млн 750 тыс. тонн.



**Рис. 1. Изменение и прогноз численности населения до 2030 года**

По состоянию на ноябрь 2009 года, собрано всего 977 тысячи тонн риса-сырца, площадь посевов составила 181,31 тысячи гектаров, урожайность составила 5,76 т/га. В истории современной России это рекордный урожай, который позволит удовлетворить потребности в рисовой крупе по минимальным нормам [1].

Увеличение объема выращивания риса является одним из перспективных направлений в растениеводстве. На данный момент российские аграрии получают государственные субсидии на закупки элитных семян риса. В 2008 году размер субсидий составил 32 млн рублей. Кроме того, разрабатывается целевая программа «Восстановление и развитие рисоводства в России». Основной целью развития рисоводства в России является замещение импортного риса отечественным продуктом. В ноябре 2009 года вышло Постановление Правительства № 881 «О временных ставках ввозных таможенных пошлин на рис и мукомольно-крупяную продукцию из него», увеличивающее ввозные ставки на рис с 0,07 евро за 1 кг до 0,12 евро за 1 кг. Государственные меры по снижению импорта риса в Россию

применяются не единожды. В предыдущие годы вводились ограничения на поставки риса из Таиланда, Индии и других ведущих стран-поставщиков. Увеличение таможенных пошлин на ввоз риса, естественно, окажет влияние на конечные цены продукта. По состоянию на середину октября, средняя потребительская стоимость по России импортного шлифованного риса составила 55,21 руб. за кг, а отечественного – 45,39 руб. за кг.

Выступая 2 сентября 2009 г. на совещании о состоянии и перспективах развития рисоводства в Российской Федерации, Министр сельского хозяйства РФ Елена Скрынник отметила, что у отрасли есть большой потенциал, и уже в 2010 году объем производства риса в стране планируется увеличить на 100 тысяч тонн [4].

Хотелось бы отметить, что спрос на рис ежегодно возрастает, и по прогнозу ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), к 2020 г. он составит 781 млн тонн, превысив на 2-3 % спрос на пшеницу. В этих условиях каждая страна вынуждена решать проблему удовлетворения потребности в рисе, полагаясь только на свои внутренние возможности. Решение этой проблемы возможно только при устойчивом развитии собственного внутреннего производства этой ценной крупяной культуры.

В целом, потребность Российской Федерации в крупе риса может быть удовлетворена за счет собственного производства гораздо в большей мере, нежели это происходит в настоящее время, а также больше экспортировать его за пределы РФ.

Несмотря на высокую эффективность рисосеяния в условиях инженерных рисовых систем, при освоении низкоплодородных комплексных солонцовых и засоленных земель обнаруживается неблагоприятное влияние длительного поверхностного затопления на почвообразовательные процессы и заметное снижение продуктивности сельскохозяйственных угодий.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод: увеличение производства риса возможно не только за счет расширения площади возделывания и использования высокопродуктивных сортов риса, а также за счет улучшения технического состояния рисовых систем, мелиоративного состояния земель, за счет применения современных способов мелиорации.



## ЛИТЕРАТУРА

1 Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – <http://www.mcx.ru>, 2010.

2 Министерство сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области. – <http://www.Don-Agro.ru>, 2010.

3 Демографический ежегодник России, 2009.

4 Информагентство зерно Он-Лайн новости от 2 сентября 2009 г. – <http://www.zol.ru>, 2010.

УДК 626.82:633.18.001.76

**О. А. Боршевская** (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ РИСОВЫХ ЧЕКОВ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЕГО УЛУЧШЕНИЮ**

Рисовые оросительные системы в Ростовской области строились в основном на засоленных лугово-черноземных и каштановых почвах в комплексе с солонцами в поймах реки Дон и Маныч там, где другие растения практически не могли расти, за исключением солевыносливых культур (полыни, типчак, виды солеросов и др.). Особенно это ощутимо в пойме реки Маныч, бывшем морском дне. Здесь при глубине залегания грунтовых вод 1-1,5 м минерализация на большей части площадей составляла 5-7 г/л, а местами доходит до 14 г/л. И вполне естественно, что на таких неблагоприятных с мелиоративной точки зрения землях выращивать сельскохозяйственные культуры было невозможно.

Расчеты показывают, что за счет ухудшения мелиоративного состояния земель мы теряем не менее 30-50 % потенциального урожая. Этим можно объяснить тот факт, что если средняя урожайность риса по России увеличилась по сравнению с 1986-1990 годом с 34,9 до 45,9 ц/га, то в Ростовской области она осталась на уровне 34 ц/га (было 33,6, стало в 2008 году 34,8 ц/га).

Такие земли без комплексной мелиорации по всем параметрам далеки от оптимального состояния и не обеспечивают нормальные рост и развитие растений. Поэтому и селекционные достижения, и новые технологии возделывания риса, внесение больших доз удобре-

ний не смогут увеличить урожайность риса, пока мы не займемся улучшением мелиоративного состояния земель.

Исследования, проводимые на Нижнеманычской рисовой оросительной системе показали, что на всех исследуемых ключевых участках в основном преобладает магниевое осолонцевание почвы.

При анализе поглощенных оснований выяснилось, что сумма поглощенных оснований составляет от 27-28 мг-экв. на 100 г, что означает высокую поглотительную способность почвы.

В таблице 1 представлены осредненные показатели поглощенных оснований пахотного, подпахотного и метрового слоя.

Таблица 1

**Поглощенные основания пахотного, подпахотного и метрового слоя почвы в ООО «Маньч-Агро», Нижнеманычской оросительной системы, 2009 г.**

Наименование	Слой	pH	Na	Ca	Mg	сумма ППК	% Na	% Ca	% Mg
Ключевые участки № 1-7 (рисовые чеки)	0-20	8,1	1,19	19,44	7,04	27,67	3	69	28
	20-60	8,3	1,28	18,83	7,49	27,60	5	68	27
	1 метр	8,4	1,22	18,51	7,36	27,09	5	68	27
Целина	0-20	8,0	1,19	19,44	7,04	27,67	3	69	28
	20-60	7,9	1,28	18,83	7,49	27,60	5	68	27
	1 метр	7,9	1,22	18,51	7,36	27,09	5	68	27

По мнению ряда ученых (Панов Н. П., Гончарова Н. И.), значительное содержание обменного магния способствует развитию солонцового процесса в почве: возрастает дисперсность, набухаемость, снижается способность фильтрации. Воздействие магния на почвы описывается такими понятиями, как «магниевое осолонцевание» или «магниевое засоление», если его содержание превышает 15 % ППК. Так как магний поглощается почвой двухвалентным ионом, его сложнее вытеснить из ППК, чем поглощенный натрий.

При анализе данных в таблице 1 необходимо отметить, что количество поглощенного магния превышает практически в два раза. В данном случае необходимо применять химическую мелиорацию.

Химическая мелиорация заключается с внесением расчетных доз мелиорантов (гипс, глиногипс, серная кислота, фосфогипс, внесение подкисляющих удобрений), заделкой их в почву и тщательной промывкой оросительной водой. Эффективность промывок повышается путем кротованием или щелеванием, глубокой вспашкой

(40-50 см) без оборота пласта, промывки на фоне открытой картовой дренажно-сбросной сети, при которых фильтрация по всему междуренью будет наиболее равномерной.

Агрохимические приемы применяют в основном на солонцах и осолоделых почвах, реже на солончаках, т.к. солончаки содержат в верхних горизонтах почвы водорастворимые соли которые можно удалить с помощью оросительной воды.

Назначение химической мелиорации – нейтрализация щелочной среды и рассоления солончаковых, солонцовых, солонцеватых и осолоделых почв.

Для гипсования почв применяют в основном сыро-молотый гипс (из природных залежей), фосфогипс – отходы производства удобрений, отходы содовой промышленности. Продолжительность перехода солонцов под действием гипса в культурную почву, т. е. мелиоративный период, 8-10 лет в неорошаемых условиях и 5-6 лет при орошении. Средняя прибавка урожая зерна при внесении гипса составляет в черноземной зоне (без орошения) 3-6 ц/га, в зоне каштановых почв 2-7 ц/га. На орошаемых землях эффективность гипсования почв повышается.

Химическая мелиорация гипсованием эффективна не только для улучшения свойств солонцов и солонцовых почв, но и орошаемых не-солонцовых земель. Гипсование более эффективно на орошаемых землях. Для удаления растворенных солей, наряду с гипсованием, проводят глубокое мелиоративное рыхление (на глубину 0,5-0,8 м) и промывку (промывной нормой расчетным способом или ориентировочно взятой из справочной литературы). Для ускорения и улучшения качества промывки почв на тяжелых и сильнозасоленных почвах помимо глубокого рыхления эффективно щелевание. Его проводят на фоне вспашке щелерезной машиной (ЭЩ-4М и др.) или кабелеукладчиком. Глубина щелей – 0,8-1,5 м, шириной 10-20 см, расстояния между ними – 5 м. Щели заполняются песком.

Содовые солончаки характеризуются наличием в большом количестве гидролитически щелочных солей натрия ( $\text{NaCO}_3$  карбонат натрия (сода). При повышенном количестве соды увеличивается растворимость органического вещества, профиль почвы приобретает черную окраску, образуются черные солончаки. При магниевом солонцевании происходит быстрая минерализация органических

веществ, тем самым увеличивает подвижность гумуса и вымывание его из почвы. Магниевые солончаки характеризуются наличием в большом количестве солей магния в ППК.

Кислование проводят на содовых солончаках и солонцов с высокой щелочностью с достаточным запасом солей Са, путем внесения кислых химических веществ.

В качестве основных кислых мелиорантов применяют: серную кислоту ( $H_2SO_4$ ), серу (S), сульфат железа (железный купорос  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ), сульфат алюминия ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ).

Кислота, вносимая в содозасоленную карбонатную почву, расходуется на нейтрализацию щелочности, вытеснения натрия из ППК, взаимодействия с карбонатами кальция и магния, коагуляцию почвенных коллоидов и других процессов. При расчете внесения кислого мелиоранта необходимо учитывать наличие соединения карбонатов кальция, который не растворим в воде, но растворяется при внесении сильных кислот. При растворении его кислотами образуется кальций, и происходит самомелиорация почвенного горизонта

Расчеты доз кислых химических веществ рассчитываются на нейтрализацию солей натрия, токсичной щелочности, содержание в почве карбоната кальция и превышенных солей магния.

УДК 626.82:633.18:556.324

**М. С. Миронченко** (ФГНУ «РосНИИПМ»)

## **КРИТИЧЕСКАЯ ГЛУБИНА ГРУНТОВЫХ ВОД НА РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ликвидировать вторичное засоление орошаемых земель можно только при поддержании промывного режима орошения. Критической глубиной грунтовых вод считают такую глубину, при которой уровень грунтовых вод оказывает отрицательное влияние на растения. Она зависит от ряда природных и хозяйственных факторов: высоты и скорости капиллярного поднятия влаги, степени и характера минерализации грунтовых вод, окультуренности почвы, возделываемой культуры и др.

Критическая глубина грунтовых вод в летний период на различных почвах средней окультуренности колеблется в зависимости от минерализации и щелочности грунтовых вод. Для черноземной зо-

ны Ростовской области при различной минерализации грунтовых вод и не щелочной среде критическая глубина составляет от 2 до 3 метров, а в щелочной – от 2,5 до 3,5 метров. Для каштановых почв Ростовской области при различной минерализации грунтовых вод и нещелочной среде, критическая глубина составляет от 1,5 до 2,5 метров, а в щелочной – от 2,5 до 3,5 метров [1].

С изменением механического состава и слоистости грунтов, а также под воздействием хозяйственных факторов, критическая глубина грунтовых вод существенно изменяется, но эти изменения в каждой области происходят в своих пределах и всегда в последних областях величина ее остается больше, чем в первых. Отсюда следует, что изменения величины критической глубины грунтовых вод подчиняются своим закономерностям, которые являются слабо изученными. Нужно развивать исследования по уточнению величины критической глубины в разные периоды года и вскрывать причины изменения ее в зависимости от природных и хозяйственных условий, а не отрицать объективные условия начала и конца проявления процессов засоления и рассоления почвы, иначе не будет основы для определения необходимой глубины дренажа.

Мелиорация засоленных земель вне конкретных природных условий является причиной разногласий в таких вопросах, как устройство мелкого или глубокого дренажа. Эти вопросы легко решаются в привязке к конкретным условиям в комплексном природном районировании. Карты гидрогеолого-мелиоративного и комплексного агро-мелиоративного районирования имеются для всей зоны орошения и их необходимо использовать, как это принято в разработке мелиоративных проектов проектирующими организациями.

Есть попытки отрицать значение критической глубины грунтовых вод при достижении опреснения верхнего слоя их под действием промывок и длительного орошения на фоне дренажа. Предполагается, что постоянное опреснение оправдывает поддержание процессов почвообразования на всех почвах (В. А. Ковда, В. В. Егоров, З. С. Варунцян и др.) [2]. Это положение построено на теоретических основах, полученных в первой из названных выше гидрогеолого-мелиоративных областей, сложенной однородным мелкоземом на близком водоупоре, где реализуется поток безнапорных грунтовых вод по уклону, и где накопления солей в грунтовых волах и почве не может происходить.

В этих условиях дренаж отводит, главным образом, боковые токи и может создавать «солевую вентиляцию». На этом и зиждется обоснование «лугового процесса почвообразования».

В условиях же восходящего напорного движения грунтовых вод, движение грунтовых вод к дренам иное: боковая составляющая приобретает нулевое значение и солевой вентиляции почв не происходит. В этих условиях опресненный верхний слой грунтовых вод, в первую очередь, расходуется на испарение и транспирацию и замещается нижними, более минерализованными слоями, оттесненными ранее промывками. Такой процесс реставрации засоления верхнего слоя грунтовых вод, а вместе с ним и почвы происходит тем интенсивнее, чем больше нарушается критический режим грунтовых вод.

Режим орошения сельскохозяйственных культур должен решать неразрывно связанные между собой две задачи:

1) обеспечивать растения влагой в нужных количествах, не допуская излишеств; при этом нужные количества влаги определяются не способностью растений транспирировать ее в разные фазы развития, а действительной потребностью в ней для создания наивысшего урожая с ранним созреванием;

2) регулировать солевой режим почвы в годовом цикле, не допуская в вегетационном периоде вредного накопления солей путем поддержания повышенной влажности почвы в соответствии с требованиями растений к снижению осмотического давления почвенного раствора, а в не вегетационном периоде – удаления солей из верхнего 2-3-метрового слоя почвы. При этом поливные нормы рассчитываются по дефициту влаги к полевой влагоемкости. Такой режим орошения осуществим в условиях, когда режим грунтовых вод близок к критическому или ниже его. Применение в условиях лугового процесса почвообразования в солончаковой области «промывного режима орошения» вызовет резкое нарушение в оптимальном для растений водно-воздушном режиме почвы и снижение урожайности, а нередко и гибель растений. Вместе с тем, такой режим орошения в данных условиях потребует значительного увеличения дренажных устройств и уменьшения оросительной способности рек.

Ухудшение мелиоративного состояния земель связано со «скачиванием» на луговой процесс почвообразования с его избыточным водопотреблением и крайне большими потерями воды на фильтрацию

из оросительной сети и на полях. Устойчивое повышение урожайности риса в Ростовской области характеризуется улучшением состояния земель, благодаря устройству горизонтального и вертикального дренажа, позволившего стянуть избыточные поверхностные и дренажные воды за пределы оросительной сети. Следует отметить, что при существующем низком коэффициенте земельного использования орошаемые земли занимают в основном повышенные элементы рельефа, а межарычные понижения, где господствует луговой водный режим почв, пока остаются под солончаками.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Шалашова О. Ю., Скуратов А. Н. Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель при их использовании. – Новочеркасск, 2000. – 85 с.

2 Ковда В. А. Почвенный покров, его улучшение использования и охрана. – М., 1981. – 574 с.

УДК 633.2/.3:631.587.001.76

**С. А. Селицкий, О. В. Егорова (ФГНУ «РосНИИППМ»)**

### **ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОРОШАЕМОГО ГЕКТАРА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР**

Максимально реализовать генетический потенциал высокопродуктивных коров, при соблюдении условий содержания, возможно только при полном обеспечении всего стада, с учетом половозрастных групп, разнообразными кормами высокого качества.

Высокопродуктивный крупный рогатый скот молочного направления в основном выращивается при стойловом содержании. Для летнего кормления скота организуют зеленый конвейер из сеяных кормовых культур или смешанный (при наличии в хозяйстве высокопродуктивных сенокосов и пастбищ).

Для получения запланированного выхода продукции (удоев у коров, прироста у молодняка) кормление каждой половозрастной группы стада организовывается по рекомендованным нормам, разработанным с учетом физиологического состояния, периодов, месяцев лактации и т.д.

Высокопродуктивным коровам в летние рационы включают зеленую массу кукурузы, сорговых культур, однолетних и многолетних

злако-бобовых смесей и др. Недостаток протеина восполняется за счет использования жмыхов масличных и зернобобовых культур, дерти гороха, кормовых бобов. Сахаропротеиновое отношение регулируется добавлением корнеплодов или кормовой патоки.

Зимние рационы состояются из высококачественного сена, сенажа, травяного силоса, зерносенажа, не рекомендуется включать жом, барду, соломенную резку, другие малопитательные корма и карбамид. Балансирование рационов по энергии, питательным и биологически активным веществам достигается за счет использования БМВД, премиксов.

Одной из основных кормовых культур является кукуруза, которая используется как для приготовления силоса, так и в виде зеленого корма. Достоинства этой культуры хорошо известны, но вместе с тем зеленая масса кукурузы плохо сбалансирована по питательным веществам, в первую очередь, по переваримому протеину.

Наиболее высокий выход питательных веществ кукуруза дает в фазе молочно-восковой и восковой спелости. В 1 кг кукурузы, в среднем, содержится 0,21 к.е., 21 г переваримого протеина, 1,2 кальция 0,7 г фосфора. В 100 кг силоса, приготовленного из кукурузы в фазе молочно-восковой спелости, содержится около 21 к. е. и до 1800 г сырого белка.

В последние годы наблюдается снижение уровня интенсификации кормопроизводства. Вследствие этого площади посева силосных культур резко уменьшились. За период с 1990 по 2009 гг. посевные площади кукурузы на силос и зеленый корм сократились с 10 млн га до 1,5 млн га во всех категориях хозяйств в России. Урожайность зеленой массы за этот же период снизилась с 193 ц/га до 163 ц/га по России. В Южном федеральном округе урожайность кукурузы на зеленую массу и силос составила 152 ц/га, а в Ростовской области – 103,1 ц/га.

Вследствие сокращения площадей посева кукурузы и ее урожайности валовой сбор сырья для заготовки силоса снизился с 193 млн т в 1990 г. до 23,5 млн т в 2008 г. в России. Валовой сбор сырья в ЮФО составил 4,6 млн т, а в Ростовской области 481,4 тыс. т.

В то же время возделывание кукурузы на силос и зеленую массу на орошаемых землях при внесении удобрений позволяет получать урожайность на уровне 40 т/га и выше.



Повысить выход сырья для заготовки силоса и зеленой массы возможно, используя смешанные посевы кукурузы совместно с соей, подсолнечником и сорго-суданковым гибридом или суданской травой. Данные компоненты кормосмеси обладают набором питательных веществ, позволяющие получить высокопитательный, сбалансированный корм.

Суданскую траву возделывают на зеленый корм, травяную муку и резку, сено, силос и сенаж. Урожайность зеленой массы составляет 250-400 ц/га, сена – до 50-80 ц/га. Наибольшее количество питательных веществ в зеленой массе приходится на период от начала до полного колошения. По содержанию протеина зеленая масса и сено суданской травы лучше других злаковых трав. В 100 кг зеленой массы содержится 19,0 к.е. и 2,3 кг переваримого протеина, а в 100 кг сена соответственно – 52,0 и 6,5. В зависимости от фазы роста и развития на 1 к.е. приходится от 110 до 136 г переваримого протеина, что полностью соответствует зоотехническим нормам. В кормовой массе содержится 16 % сахара.

В 100 кг зеленой массы содержится 21 к.е. и 3,5 кг протеина, а в 100 кг сена – 51 к.е. Соевое сено считается очень питательным, так как содержит 15,4 % протеина, 5,2 % жира, 38,6 % углеводов, 7,2 % золы, 22,3 % клетчатки.

Подсолнечник в период до фазы бутонизации можно использовать в виде зеленого корма, в период бутонизации – начала цветения дает зеленую массу, пригодную для силосования. В фазе массового цветения в зеленой массе подсолнечника содержится 65-70 % воды, 17 % углеводов, 2,5 % протеина, 0,8 % жира, а также большое количество кальция и фосфора. На 100 кг зеленой массы в начале цветения приходится 12 к.е., 1 кг переваримого протеина и 3,5 г каротина. Подсолнечниковый силос содержит 73,4-83,5 % воды, 1,8-3,1 % протеина, 0,6-1,9 жира, 4,4-8,8 % клетчатки, 5,8-11,1 % БЭВ, 2,3-3,3 % золы.

С целью изучения влияния соотношения компонентов на рост, развитие и продуктивность кормосмеси на полигоне ФГНУ «РосНИИПМ» в ст. Суворовская Ставропольского края в 2010 г. были проведены полевые исследования.

Были изучены 5 видов кормосмесей, включающих следующие культуры – кукуруза, подсолнечник, соя, сорго-суданковые гибриды,

сахарное сорго. Процентное соотношение компонентов кормосмесей и сорта и гибриды культур приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Перечень и состав многокомпонентных кормосмесей**

Культура	% от нормы высева в чистом посеве	Сорт, гибрид
<b>1 Кормосмесь № 1:</b>		
кукуруза + соя	50 50	Зерноградский 251 МВ Гринфи
<b>2 Кормосмесь № 2:</b>		
кукуруза + подсолнечник + соя + ССГ	30 20 50 50	Зерноградский 354 МВ Гарант Дива Навигатор
<b>3 Кормосмесь № 3:</b>		
кукуруза + подсолнечник + соя + ССГ	40 20 50 50	Зерноградский 354 МВ Гарант Дива Сабантуй
<b>4 Кормосмесь № 4:</b>		
кукуруза + подсолнечник + соя + суданская трава	30 20 75 50	Зерноградский 330 МВ Флагман Дива Александрина
<b>5 Кормосмесь № 5:</b>		
кукуруза + подсолнечник + соя + сорго сахарное	30 20 75 50	Зерноградский 330 МВ Флагман Дива Дебют

Фенологические наблюдения позволили определить продолжительность межфазных периодов вегетационный период кормосмесей (таблица 2).

Таблица 2

**Продолжительность основных межфазных периодов  
кормовых культур в смешанных посевах**

Кормосмесь	От посева до:		
	выметывания метелок	образования корзинок	цветения
1	2	3	4
1 Кукуруза (50) + соя (50)	48 –	–	58 52
2 Кукуруза (30) + подсолнечник (20) + соя (50) + ССГ (50)	50 – – 64	– 45 – –	61 57 48 67

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
3 Кукуруза (40) + подсолнечник(20) + soя (50) + ССГ (50)	52   62	  45	63 58 50 68
4 Кукуруза (30) + подсолнечник (20) + soя (75) + суданская трава (50)	54 – – 60	– 43 – –	65 56 53 68
5 Кукуруза (30) + подсолнечник (20) + soя (75) + сорго сахарное (50)	51 – – 64	– 42 – –	65 56 48 67

Наблюдения показали, что в среднем от посева до уборки требуется 65 дней.

В период уборочной спелости высота растений кукурузы в кормосмесях достигала 150-175 см, подсолнечника – 140-144 см, сои – 50-64 см, сорго-суданкового гибрида – 180-190 см, суданской травы – 206 см, сахарного сорго – 205 см. Масса растений достигала следующих результатов: кукуруза – 176-195 г, подсолнечник – 220-295 г, соя – 23-28 г, сорго-суданкового гибрида – 182-191 г, суданской травы – 191 г, сахарного сорго – 206 г (таблица 3).

Таблица 3

### Рост и структура кормовых растений в смешанных посевах

Кормосмесь	Высота растений, см	Масса растений, г	Структура растения %	
			листья	стебли
1 Кукуруза (50) + soя (50)	150	195	28	66
	50	28	59	41
2 Кукуруза (30) + подсолнечник (20) + soя (50) + ССГ (50)	160	176	25	67
	140	241	29	67
	50	23	55	45
	190	191	22	70
3 Кукуруза (40) + подсолнечник(20) + soя (50) + ССГ (50)	170	183	26	67
	135	220	30	66
	59	28	54	46
	180	182	25	73
4 Кукуруза (30) + подсолнечник (20) + soя (75) + суданская трава (50)	175	186	29	75
	150	295	33	64
	48	19	59	41
	206	191	27	70
5 Кукуруза (30) + подсолнечник (20) + soя (75) + сорго сахарное (50)	167	170	24	73
	144	273	31	68
	64	28	56	44
	205	206	32	66

Наиболее высоким компонентом в кормосмеси были сорго-суданковый гибрид, суданская трава и сахарное сорго.

Наибольшая урожайность зеленой массы получена у кормосмеси, включающей следующие компоненты – кукуруза 40 % + подсолнечник 20 % + соя 50 % + ССГ 50 % – 55,4 т/га.

В 2010 г. проводились исследования по подбору компонентов и изучению влияния их соотношения на продуктивность травосмесей. Опыт заключался в сравнении продуктивности бобово-мятликовых травосмесей с чистыми посевами. В исследования были включены посевы люцерны, клевера, фестулолиума в чистом виде и посевы травосмесей – люцерна + фестулолиум, люцерна + клевер + фестулолиум, люцерна + эспарцет + фестулолиум.

Данные по продуктивности посевов приведены в таблице 4.

Таблица 4

#### **Продуктивность бобово-мятликовых посевов**

Культура, травосмесь	Урожайность зеленой массы, ц/га			Всего за год
	1 укос	2 укос	3 укос	
1 Люцерна	120	50	30	200
2 Клевер	140	90	-	230
3 Фестулолиум	190	130	100	420
4 Люцерна + фестулолиум	230	170	100	500
5 Люцерна + клевер + фестулолиум	280	160	90	530
6 Люцерна + эспарцет + фестулолиум	240	180	100	520

Наибольший выход зеленой массы был получен на 5 варианте – травосмеси люцерна + клевер + фестулолиум – 530 ц/га зеленой массы.

Таким образом, повышение продуктивности орошаемого гектара при выращивании кормовых культур возможно при использовании смешанных посевов, которые обеспечивают получение не только прибавки урожая, но и высокопитательного сбалансированного корма.

УДК 633.2:581.55

**О. В. Егорова, А. Н. Бабичев, Т. П. Андреева**  
(ФГНУ «РосНИИПМ»)

#### **ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ МНОГОВИДОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ**

Многовидовые агрофитоценозы многолетних трав (травосмеси) имеют значительное преимущество в сравнении с одновидовыми.

Травосмеси, являясь сложными по составу растительными сообществами, более устойчивы к изменениям условий окружающей среды. Ярусное расположение листьев компонентов травосмесей позволяет эффективнее использовать солнечную энергию, ярусное расположение корней – потреблять влагу и элементы питания за счет разноглубинных источников. Травосмеси успешнее конкурируют с сорной растительностью, улучшают плодородие земель, создавая при этом прочную кормовую базу.

По количеству видов в составе травосмесей их подразделяют на простые, распространенные в полевом травосеянии, и сложные, чаще используемые в луговом кормопроизводстве и при улучшении природных кормовых угодий, по срокам сева – весеннего, летнего, осеннего и подзимнего сева, а по срокам созревания – на ранние, средние и поздние.

Как показывают результаты наших исследований, в условиях орошения степной и сухостепной природно-климатических подзон наиболее продуктивными являются травосмеси: люцерно-кострецовая, люцерно-житняковая, эспарцето-кострецовая, люцерно-кострецово-овсяницевая, люцерно-кострецово-ежово-овсяницевая; среди ранних – травосмесь, состоящая из ежи сборной, райграса многоукосного, райграса пастбищного, овсяницы луговой и клевера красного, средняя – овсяница луговая, райграс пастбищный, тимофеевка луговая и кострец безостый, поздняя – клевер красный, овсяница луговая, тимофеевка луговая, житняк гребневидный и люцерна синегибридная. Последняя травосмесь наиболее продуктивна и в условиях возделывания на орошаемых землях предгорной зоны Ставропольского края [1, 2, 3, 4].

В результате исследований разработаны технологические схемы возделывания различных видов травосмесей на полевых орошаемых землях степной и сухостепной подзон аридной зоны России.

Технологическая схема возделывания культуры – это комплекс агротехнических приемов, выполняемых в определенной последовательности, направленный на удовлетворение требований биологии культуры и получение высокого урожая заданного качества.

Выбор тех или иных технологических приемов при возделывании сельхозкультур обусловлен необходимостью создания наиболее благоприятных условий для роста и развития растений за счет:

- оптимизации водно-воздушного режима почвы для нормального функционирования корневой системы (культивация, боронование, вспашка, щелевание, вегетационные поливы и др.);

- оптимизации режима питания культурных растений (внесение минеральных, органических, бактериальных и микроудобрений);

- оптимальных способов и глубины посева, норм высева;

- поддержания нормального фитосанитарного состояния посевов (обработка пестицидами, борьба с сорной растительностью и др.);

- своевременной и качественной уборки.

Технологии возделывания многолетних травосмесей на полевых землях имеют свои специфические особенности в зависимости от условий возделывания, использования травосмеси, состава компонентов, предшественников, сроков сева. Рассмотрим технологический процесс возделывания двухкомпонентной травосмеси люцерны + коострец безостый летнего срока сева на орошаемых полевых землях степной подзоны по предшественнику кукуруза на силос.

Надо отметить, что для условий степной подзоны лучшими предшественниками для травосмесей на орошении являются озимые и яровые промежуточные культуры на зеленый корм и силос, просяные и сорговые на зерно и корм, овощные, корнеплоды, картофель. Не рекомендуется размещать травосмеси после суданской травы, сорго, подсолнечника, оставляющих мало влаги и питательных веществ в почве.

Подготовку почвы под люцерно-кострецовую травосмесь начинают сразу после уборки предшественника. Проводится лушение стерни дисковыми луцильниками на глубину 6-8 см для заделки в почву растительных остатков предшествующей культуры. Основная обработка почвы заключается в проведении отвальной вспашки навесными плугами во II декаде августа на глубину 25-27 см. Необходимым приемом при возделывании люцерно-кострецовой травосмеси, состоящей из мелкосеменных культур, является планировка поверхности поля в два прохода длиннобазовыми планировщиками. Кроме того, система обработки почвы включает рыхление (культивацию) после влагозарядкового полива и предпосевную культивацию на глубину 8-10 см лаповыми культиваторами. Перед посевом почву прикатывают для создания уплотненного семенного ложа. При этом предпосевную культивацию, прикатывание и посев проводят в один день.

Фосфорно-калийные минеральные удобрения под люцерно-кострецовую травосмесь вносят под основную обработку почвы из расчета 80 кг д.в./га фосфорных и 40 кг д.в./га калийных в запас на три года. Азотные удобрения вносят дробно: 50 кг д.в./га – под основную обработку и остальную часть распределяют после проведения укосов нормами от 25 до 50 кг д.в./га в зависимости от года пользования травосмеси.

Посев компонентов травосмеси ведут рядовым или перекрестно-рядовым способом зерно-травяными сеялками. При рядовом посеве семена костреца (или их смесь с суперфосфатом) засыпаются в передний ящик сеялки, семена люцерны – в задний, семена высеваются на глубину 2-3 см, При перекрестно-рядовом способе посева люцерну высевают на глубину 2-3 см, кострец безостый – 3-4 см. Норма посева люцерны составляет 8-10 кг/га, костреца – 8-12 кг/га. Семена бобовых и злаковых трав рекомендуется протравливать за 2-3 недели до посева препаратами ТМТД, ВСК (0,6-0,8 л/ц) 300 г на 1 ц семян. В день посева семена бобовых обрабатывают нитрагином и микроэлементами из расчета 50-70 г/ц буры белой, 25-20 г/ц борной кислоты или 500-600 г/ц молибдата аммония [5]. Для активации азотфиксирующей способности бобового компонента семена обрабатывают различными штаммами азотфиксирующих бактерий. Для большинства современных сортов люцерны лучшими штаммами на сегодняшний день являются 425а, 404б и Т-4 [6].

После посева обязательно прикатывание почвы кольчато-шпоровыми катками для уплотнения верхнего слоя почвы, что улучшает контакт семян с почвой и способствует более полному их прорастанию, а также выравнивает поверхность поля.

Перед посевом люцерно-кострецовой травосмеси проводят влагозарядковый полив нормой 600 м<sup>3</sup>/га. В последующие годы пользования режим орошения травосмеси составляют вегетационные поливы нормой 450 м<sup>3</sup>/га – один перед первым укосом и по два полива перед последующими укосами.

Уходные работы на посевах травосмеси включают ранневесеннее боронование в два прохода зубowymi боронами и обработки гербицидами.

Скашивание люцерно-кострецовой травосмеси производят при наступлении фазы бутонизации у люцерны и начала колошения у костреца. Максимальный период скашивания – 8-12 дней.

Учитывая, что люцерно-кострецовая травосмесь в начале вегетации развивается слабо, формируя недостаточно плотный травостой, и страдает от сорных растений, ее рационально высевать под покров ярового ячменя, что возможно, например, при возделывании травосмеси в весенних посевах по предшественнику кукуруза на силос. Кроме того, подпокровный посев позволяет экономно расходовать пашню и получать дополнительный урожай зеленого корма с одного поля.

Осенью после уборки кукурузы на силос и лущения стерни остается достаточно времени, чтобы провести дополнительную обработку почвы с целью более качественной заделки растительных остатков и уничтожения сорной растительности. Рекомендуются лущение почвы на глубину 10-12 см плугами-лущильниками.

При покровном возделывании травосмеси минеральные удобрения под основную обработку вносят дозами, учитывающими вынос питательных веществ покровной культурой: фосфорные – 100 кг д.в./га, калийные – 50 кг д.в./га, азотные – 90 кг д.в./га.

Покровный ячмень сеют зерновыми сеялками на глубину 5-7 см, а семена трав – поперек сева. Уборку покровной культуры на зеленый корм производят в I декаде июля, после чего проводят подкормку азотными удобрениями дозами 25-30 кг д.в./га.

При весеннем сроке сева люцерно-кострецовая травосмесь в первый год дает один укос, формирование которого требует проведения двух вегетационных поливов нормой по 450 м<sup>3</sup>/га.

В остальной технологии закладки и пользования люцерно-кострецовой травосмеси весенних и летних посевов аналогичны.

При возделывании травосмесей в условиях сухостепной подзоны Ростовской и Волгоградской областей и Ставропольского края рекомендуется включение в состав травосмесей засухоустойчивых злаковых культур, например люцерна + житняк гребневидный. Высокую продуктивность такие травосмеси обеспечивают как в летних, так и в весенних посевах.

Технологический процесс возделывания люцерно-житняковой травосмеси в летнем посеве по предшественнику озимая пшеница



включает, в основном, описанный выше перечень технологических операций, которые проводятся в те же агротехнические сроки. Однако необходимо учитывать, что при отсутствии влагозарядкового полива требуется проведение послепосевного полива нормой 300 м<sup>3</sup>/га и до ухода травосмеси в зиму – одного вегетационного полива нормой 500 м<sup>3</sup>/га. Такой же поливной нормой проводятся вегетационные поливы во 2-й и 3-й годы пользования, при этом годовая оросительная норма составляет 2500 м<sup>3</sup>/га.

Возделывание люцерно-житнякавой травосмеси после поздноубираемых культур (подсолнечник) возможно в весенних посевах под покров ярового ячменя.

При закладке многокомпонентных люцерно-злаковых травосмесей, таких, например, как люцерна + кострец безостый + овсяница луговая + ежа сборная, посев люцерны производят после допосевного прикатывания, а затем в тот же день сеют смесь злаковых трав.

Возделывание ранних травосмесей в условиях предгорной зоны Ставропольского края (ежа сборная + райграс многоукосный + райграс пастбищный + овсяница луговая + клевер красный) в посевах летнего срока сева дает во второй и третий годы пользования до четырех укосов сена. Средние по срокам созревания травосмеси (овсяница луговая + райграс пастбищный + тимофеевка луговая + кострец безостый) целесообразно закладывать в весенних посевах под покров ярового ячменя, при этом обеспечивается получение трех урожаев во второй и третий год пользования. Поздняя травосмесь клевер красный + овсяница луговая + тимофеевка луговая + житняк гребневидный + люцерна синегибридная не успевает сформировать урожай в год закладки, во второй и последующие годы пользования дает по два урожая сена.

Возделывание сложных травосмесей по разработанным технологиям обеспечивает получение высококачественного сена с гарантированным в течение 4 лет пользования уровнем урожайности 15-16 т/га, 7,0 т к.е. и 1,8 т переваримого протеина с одного гектара.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Шевченко П. Д. Кормопроизводство степной зоны России: моногр. / П. Д. Шевченко, Г. Т. Балакай. – Новочеркасск: Оникс+, 2007. – 408 с.

2 Егорова О. В. Орошение и удобрение люцерно-мятликовой травосмеси в условиях Ростовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новочеркасск, 2006. – 24 с.

3 Провести анализ и разработать рекомендации по совершенствованию системы кормопроизводства в России для обеспечения ускоренного развития животноводства: отчет о НИР (заключ.): 1.5 / ФГНУ «РосНИИПМ»; рук.: Балакай Г. Т., Селицкий С. А. – Новочеркасск, 2007. – 188 с. – № ГР 01200801023. – Инв. № 02200800203.

4 Балакай Г. Т. Рекомендации по возделыванию многолетних травосмесей при орошении в условиях Ростовской области. – Новочеркасск: ООО «Геликон», 2007. – 24 с.

5 Толкачев Н. З., Дидович С. В. Эффективное средство повышения урожайности и плодородия почв. – <http://www.apk-inform.com>.

6 Агротехнические рекомендации выполнения полевых работ в Ростовской области в 2009 году (весенне-летний период) / отв. за выпуск В. Н. Василенко. – Ростов-на-Дону, 2009. – 55 с.

УДК 633.2/.3:631.587

**С. А. Селицкий, О. В. Егорова (ФГНУ «РосНИИПМ»)**

## **ОСОБЕННОСТИ АГРОТЕХНИКИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ КОРМОСМЕСЕЙ НА ОРОШЕНИИ**

Важным резервом создания прочной кормовой базы для животноводства является возделывание многокомпонентных кормосмесей. Наиболее продуктивными при возделывании в составе кормосмесей на полевых орошаемых землях являются кукуруза, суданская трава, сорго-суданковые гибриды, подсолнечник, горох, соя, вика, рапс, пшеница, тритикале, овес.

На орошаемых землях Юга России кормосмеси выращиваются при осенних (озимые посевы), весенних (ранние яровые) и летних (пожнивные, поукосные) сроках посевах.

Рассмотрим особенности технологии возделывания озимых и ранневесенних промежуточных посевов многокомпонентных кормосмесей.

Для заготовки раннего силоса в орошаемых условиях Ростовской области рекомендуется возделывать озимую рожь, кормовые сорта тритикале в смеси с озимой викой. Для получения раннего зеленого корма в озимых посевах рекомендуется высевать смеси сред-

неспелых сортов озимого рапса с озимой ржи, которые достигают укосной спелости в начале мая.

Для возделывания рекомендуются районированные по Северо-Кавказскому региону сорта озимой ржи – Саратовская 6, Таловская 15 (среднеспелые), Чулпан (позднеспелый); тритикале – Аграф, Аллегро, Бард, Валентин 90, Дон, Zenit одесский, Зимогор, Каприз, Квазар, Кентавр, Консул, Корнет, Легион, Лидер, Макар, Мудрец, Патриот, Праг 3, Прорыв, Простор, Сотник, Союз, Ставропольский 5, Тарасовский юбилейный, Ти-17, Торнадо, Трибун, Хонгор; озимого рапса – Бальдур, Вектра, Вотан, Геркулес, Гибриголд, ДК Секюр, Дракон, Ес гидромел, Ес Нептун, Зиска, К 651, Кронос, Либеа, Ливиус, Лираджет, Лорис, Метеор, Мохикан, Нельсон, НК Петрол, Оникс, Онтарио, ПР 46 В 31, Расмус, Ситро, Союз, Тассило, Титан, Токката, Траган, Трактор, Триангель, Финесса, Х 518, Элвис, Элвис Евралис, Эмблем. Также рекомендуются допущенные для возделывания на Юге России сорта озимой вики – Глинковская, Калининградская 6, Луговская 2, Сиверская 2, Фортуна и озимой сурепицы – ВНИИМК 213, Заря, Злата, Любава 9, Северный экспресс, Энигма.

Система основной подготовки почвы зависит от предшественников. После уборки колосовых почву вспахивают на глубину 22-25 см, планируют в двух направлениях. После поздноубираемых пропашных проводится минимальная обработка дисковыми боронами БДТ-3 и БДЗ-7 с последующим посевом стерневой сеялкой СЗС-2,1.

Нормы высева каждого компонента в парных смесях составляют 50 % при посеве в III декаде августа или 75 % от полной нормы при посеве в I-II декаде сентября. Глубина посева злаковых 5-6 см, крестоцветных – 3-4 см. Нормы высева для сплошного сева рекомендуются следующие: озимая рожь кормового направления – 2,5-3,0 млн шт./га, тритикале – 4,0-4,5, озимая пшеница – 4,5-5,0, озимая вика – 2,0-2,5, скороспелые сорта озимой сурепицы – 3,5-4,0, среднеспелые сорта озимого рапса – 3,0-3,5, позднеспелые сорта озимого рапса – 2,5-3,0 млн штук всхожих семян на один гектар.

Для предупреждения болезней семена перед посевом протравливают водной суспензией из расчета 10 л воды на 1 тонну семян одним из препаратов: для ржи и тритикале – гоммогексан 50 % с.п., гексатиурам 80 % с.п. – 2 кг/т; гранозан – 1,8-2,3 % д. с красителями или меркубензол 21 % с.п. – 0,1-1,5 кг/т, бенлат 50 % с.п. – 2,5-3,0 кг/т; для озимой вики (заблаговременно) – фентиурам 65 % с.п. или фен-

тиурам-молибдат – 4 кг/т, ТМТД 80 % с.п. или Тиком 70 % с.п. – 3 кг/т.

Под кормовые культуры озимого промежуточного срока сева (рожь, тритикале, смеси этих культур с пшеницей, рапсом) рекомендуется вносить минеральные удобрения. Оптимальные нормы удобрений на черноземах  $N_{90-120}P_{30-45}K_{40}$ , на темно- и светло-каштановых почвах  $N_{120}P_{90}K_{60}$ . Из этих доз следует выделить  $P_{10}$  для внесения одновременно с посевом и  $N_{60}$  для проведения зимней или ранневесенней подкормки. Эффективность удобрений заметно возрастает, если поверхностная подкормка (авиация, наземные средства) заменяется корневой (сеялки с дисковыми сошниками).

Режим орошения состоит из поливов в допосевной период и в период вегетации.

При посеве в августе необходима влагозарядка нормой 850-900 м<sup>3</sup>/га. При посеве в сентябре оптимальное увлажнение почвы в начальный период вегетации достигается проведением предпосевного и послепосевного полива дождеванием нормой 450-500 и 250-350 м<sup>3</sup>/га соответственно. За период осенней вегетации для поддержания оптимальной влажности может потребоваться проведение одного-двух вегетационных поливов нормой 350-450 м<sup>3</sup>/га.

На зеленую массу кормосмеси убирают в период от начала выхода в трубку до появления единичных колосьев у злаковых. Не использованный до фазы цветения урожай убирают на силос, гранулы или травяную муку.

Ранневесенние яровые промежуточные посевы горохово-овсяные, вико-овсяные, подсолнечниково-гороховые, рапсо-редько-подсолнечниковые смеси – с середины мая до конца июня на Юге России используются на зеленую массу в составе зеленого конвейера после озимых культур.

Рекомендуются районированные по Северо-Кавказскому региону сорта ярового ячменя – Стимул (раннеспелый), Каскад, Одесский 22, Сокол, Странник (среднеранние), Виконт, Вакула, Зерноградский 813, Пивденный, Ратник, Рубикон (среднеспелые); ярового овса – Валдин 765, Кубанский (раннеспелые), Дэнс (среднеранний), Фауст, Борец, Скаун (среднеспелые); гороха посевного – Сармат (среднеранний), Аксайский усатый 3, Аксайский усатый 10, Атлант 2, Арал, Приазовский, Флагман 10 (среднеспелые), Ростовский мелко-семянный, Усатый кормовой (позднеспелые); ярового рапса – Викинг

ВНИИМК, Галант, Крис, Ликолли, Ратник, Сиеста, Таврион, Форте, Форум, Хидалго, Ярвэлон; позднеспелые сорта подсолнечника – Белоснежный, Лакомка, а также допущенные для возделывания сорта яровой вики – Лос 5, Льговская 22, Орловская 84, редьки масличной – Брутус, Снежана, Тамбовчанка, яровой сурепицы – Вало, Золотистая, Искра, Култа, Липчанка, Новинка, Светлана, Эос, Янтарная 1.

Лучшие предшественники – кормовые культуры самых поздних сроков уборки.

Предпосевная обработка для ранневесенних посевов кормосмесей на черноземных и темно-каштановых почвах после стерневых предшественников включает лушение стерни сразу после уборки, вспашку (или безотвальное рыхление) зяби на глубину 20-25 см. Зябь оставляют в зиму в гребнистом состоянии. Весной на чистых от сорняков полях проводится культивация в один след с одновременным внесением удобрений и посев. На засоренных полях сначала проводится ранневесеннее боронование и рыхление чизелями на глубину 10-12 см для уничтожения однолетних корнеотпрысковых сорняков, через несколько дней проводится культивация в поперечном направлении на глубину 7-8 см.

Посев проводится в самые ранние сроки сплошным способом зернотравяными или обычными зерновыми сеялками. Практикуется три способа посева: отдельный – в одном направлении высевается злаковый, в другом – бобовый компонент; одновременный посев семян, полосной посев семян – семена гороха засыпаются в среднюю сеялку трехсеялочного агрегата, ячменя (овса) – в крайние сеялки. Глубина заделки злаковых – 5-6 см, гороха – 5-6 см, крестоцветных – 3-4 см, подсолнечника – 6-8 см. Нормы посева в парных смесях составляют 50-75 %, в тройных – 35-40 % от нормы посева семян каждого компонента в чистом виде на 1 га.

Для одновидовых посевов рекомендуются следующие нормы посева: вики – 2,0-2,5 млн шт./га (110-130 кг/га), гороха – 1,3-1,5 млн шт./га (250-300 кг/га), ярового рапса, перко – 3,0-3,5 млн шт./га (12-14 кг/га), масличной редьки – 2,0-2,5 млн шт./га (20-22 кг/га), овса – 4,5-5,0 млн шт./га (160-180 кг/га), ячменя 4,0-4,5 млн шт./га (180-200 кг/га).

При одновременном посеве смесью семян норма посева на 1 га составляет 2,3-2,5 млн шт ячменя или овса и 0,7-0,8 млн шт. гороха.

Позднеспелые сорта подсолнечника и гороха для заготовки раннего силоса высевают 0,2-0,3 + 0,8-0,9 млн шт. каждого компонента соответственно на гектар посева.

Перед посевом семена протравливают водной суспензией или увлажнением из расчета 10 л воды на 1 тонну семян одним из препаратов: для гороха – Фентиурам 65 % с.п. или Тиком 70 % с.п. – 4-6 кг/т, для подсолнечника – ТМТД 80 % с.п. или фентиурам 65 % с.п. – 3 кг/т.

Фосфорно-калийные удобрения вносят под вспашку нормой  $P_{20-35}$ , азотные нормой  $N_{70-90}$  кг/га д.в. – под предпосевную культивацию.

Горохо-ячменные и горохо-овсяные смеси должны получать удобрения из расчета  $N_{70-90}P_{30-45}$ , в том числе основного –  $N_{70-90}P_{20-35}$  и припосевного –  $P_{10}$ .

В течение вегетации в сухостепной зоне области проводят 2-3 полива, в степной зоне – 1-2 полива. Влажность почвы поддерживают на уровне 70-75 % НВ в слое 0,6 м.

Для бобово-злаково-рапсовых смесей полив назначают за две-три недели до их уборки на зеленый корм, нормой 450-500 м<sup>3</sup>/га.

Элементы технологий отработаны при проведении многолетних научных исследований ФГНУ «РосНИИПМ» (ЮжНИИГиМ) и прошли внедрение в хозяйствах Юга России. Соблюдение разработанных технологий позволяет в условиях орошения получать 500-700 ц/га высококачественной, сбалансированной по питательным веществам зеленой массы.

УДК 633.2/.3:633.358:633.25:631.587

Г. А. Сенчуков (ФГОУ ВПО «НГМА»),

А. И. Пономарева (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ В ГОРОХО-ЗЛАКОВЫХ КОРМОСМЕСЯХ ЛЕТНЕГО ПОСЕВА ПРИ ОРОШЕНИИ**

На Юге России животноводство, в том числе молочное, является важной отраслью сельскохозяйственного производства, поэтому задача получения полноценных, сбалансированных, по возможности наиболее дешевых кормов является актуальной. Известно, что гарантиро-

ванное, экономически оправданное кормопроизводство в данном регионе возможно только в условиях орошения.

С целью получения высококачественного зеленого корма для скармливания крупному рогатому скоту в осенний период, когда наблюдается особенно острый его дефицит, такими авторами, как П. Д. Шевченко, А. С. Михайлин, В. Ю. Хопрячков и другие, рекомендовалось на орошаемых землях возделывать смеси гороха с овсом или ячменем в летнем посеве. Отмечалось, что короткий период вегетации таких кормосмесей, их устойчивость к осенним заморозкам, а также высокая обеспеченность Ростовской области теплом позволяют получать второй за вегетационный период с одной и той же площади орошаемых земель урожай в размере 15-30 т/га высокопитательной зеленой массы и 3,5-4,6 т/га кормовых единиц.

Несмотря на достаточно высокие показатели продуктивности, потенциал летних посевов горохо-злаковых смесей в природно-климатических условиях Ростовской области раскрыт не полностью и требуется поиск мероприятий по увеличению урожайности и питательности зеленой массы. Таким мероприятием может послужить включение более эффективного злакового компонента в состав кормосмеси. Благодаря высокой потенциальной урожайности (до 70 т/га зеленой массы), более высокому качеству биомассы (в сравнении с овсом), повышенной устойчивости к заморозкам и полеганию, таким компонентом может стать яровая тритикале. К сожалению, в природно-климатических условиях Ростовской области не проводилось сравнительное изучение продуктивности и возможности использования яровой тритикале в составе горохо-злаковой смеси с целью получения второго урожая зеленого корма для кормления КРС в осенний период, не исследовано качество биомассы и не дана оценка экономической эффективности.

Учитывая это, в 2007-2009 гг. были проведены полевые опыты на орошаемых землях ЗАО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области в условиях степной засушливой зоны на черноземе североприазовском мощном тяжелосуглинистом со средним содержанием гумуса, высоким – азота нитратного, повышенным – фосфора подвижного и калия обменного.

На вариантах опыта поддерживался одинаковый фон орошения – влажность слоя почвы 0-50 см в пределах 80-100 % наименьшей

влагоемкости. Применялась дождевальная машина шланго-барabanного типа М 0318 100/550 Irriland. Минеральные удобрения вносились в дозе  $N_{130}P_{75}K_{75}$  кг/га д.в. Предшественником кормосмесей в полевых опытах был ранний картофель. Сев производился в I декаде августа. Применялся сорт гороха *Ростовский мелкосемянный*, сорт тритикале яровой *Ярило*, сорт овса ярового *Дэнс*, сорт ячменя ярового *Одесский 100*.

При закладке и проведении полевых опытов, сопутствующих наблюдений, измерений и учетов использовались методики Б. А. Доспехова, ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, ВНИИ орошаемого земледелия, РосНИИПМ, НГМА и др.

В полевых опытах получены данные о показателях роста, развития, урожайности, качества, питательности, водопотребления кормосмесей с различными злаковыми компонентами в составе, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Показатели продуктивности и водопотребления кормосмесей с различным злаковым компонентом, ЗАО «Аксайская Нива», среднее за 2007-2009 гг.**

Показатель	Вариант		
	1 Горох + тритикале яровая	2 Горох + овес яровой (К)	3 Горох + ячмень яровой
Степень полегания кормосмеси (отношение длины выпрямленного растения к высоте в естественном состоянии) (к уборке)	1,35	1,43	1,68
Площадь листовой поверхности (к уборке), тыс. м <sup>2</sup> /га	64,5	55,3	53,4
Урожайность сухого вещества, т/га	8,89	7,49	7,36
Урожайность зеленой массы, т/га	45,96	38,83	38,17
в том числе злакового компонента, т/га	24,86	17,45	16,78
Содержание в зеленой массе кормосмеси:			
переваримый протеин, г/кг	33,0	31,2	30,8
обменная энергия (для крупного рогатого скота), МДж/кг	2,61	2,60	2,59
кормовые единицы, кг/кг	0,25	0,24	0,23
Валовой сбор с урожаем зеленой массы:			
переваримый протеин, кг/га	1516,6	1211,5	1175,6
обменная энергия (для крупного рогатого скота), ГДж/га	119,95	100,96	98,86
кормовые единицы, т/га	11,49	9,32	8,78
Суммарное водопотребление кормосмеси, м <sup>3</sup> /га	2626	2612	2619
Коэффициент водопотребления кормосмеси, м <sup>3</sup> /т	57	67	68



За счет того, что растения яровой тритикале имеют высокую устойчивость к полеганию, на варианте горох + тритикале степень полегания кормосмеси была наиболее низкой, что имеет значение для сохранности урожая зеленой массы к уборке и при проведении уборки. Урожайность зеленой массы на контроле (горох + овес) в среднем составила 38,83 т/га, на варианте горох + ячмень – 38,17 т/га, на варианте горох + тритикале – 45,96 т/га. Высокие показатели урожайности кормосмеси горох + тритикале, превосходящие контроль на 18,36 %, объясняются тем, что яровая тритикале развивала больше надземной биомассы. Вопреки ожиданиям, это отнюдь не снижало качество зеленой массы кормосмеси, о чем свидетельствуют данные по содержанию питательных веществ. Зеленая масса кормосмеси горох + тритикале была наиболее высоко обеспечена обменной энергией (2,61 МДж/кг) и переваримым протеином (33,0 г/кг). Это позволило получить с урожаем зеленого корма максимальное количество переваримого протеина (1516,6 кг/га) и обменной энергии (119,95 ГДж/га).

Оценка показателей водопотребления позволила установить, что на всех вариантах кормосмеси имели близкие значения суммарного водопотребления: в среднем 2626 м<sup>3</sup>/га на варианте горох + тритикале, 2612 м<sup>3</sup>/га на варианте горох + овес и 2619 м<sup>3</sup>/га на варианте горох + ячмень. При этом коэффициенты водопотребления различались в значительно большей степени. На контроле (горох + овес) этот показатель в среднем составил 67 м<sup>3</sup>/т, на варианте горох + ячмень – 68 м<sup>3</sup>/т, на варианте горох + тритикале – 57 м<sup>3</sup>/т. Пониженное значение коэффициента водопотребления посевов кормосмеси горох + тритикале свидетельствует о более экономном расходовании здесь влаги для создания урожая.

Важным фактором эффективного животноводства является кормление полноценными, и при этом по возможности наиболее дешевыми кормами. Для оценки себестоимости производства, прямых затрат, стоимости получаемого урожая кормосмесей был произведен расчет экономической эффективности, в основу которого положена технологическая карта и данные о прямых затратах в хозяйстве (в ценах на 01.12.2009 г.) (таблица 2).

На контрольном варианте (горох + овес) при урожайности зеленой массы в среднем 38,83 т/га стоимость полученного урожая (через

продукцию животноводства) составила 25,85 тыс. руб./га, прямые затраты – 12,35 тыс. руб./га, условный чистый доход – 13,50 тыс. руб./га. Рентабельность получения зеленого корма с посевов такой кормосмеси равна 109,36 %, себестоимость кормовой единицы – 1,32 руб./кг. На варианте с кормосмесью горох + ячмень (в сравнении с контролем) показатели экономической эффективности изменялись незначительно.

Таблица 2

**Показатели экономической эффективности возделывания  
кормосмесей с различными злаковыми компонентами,  
ЗАО «Аксайская Нива»**

Показатель	Вариант		
	1 Горох + тритикале яровая	2 Горох + овес яровой (контроль)	3 Горох + ячмень яровой
Урожайность зеленой массы, т/га	45,96	38,83	38,17
Стоимость зеленого корма, руб./га	30707	25846	25308
Прямые затраты, руб./га	12622	12345	12228
Условный чистый доход, руб./га	18085	13501	13080
Рентабельность, %	143,28	109,36	106,97
Себестоимость зеленого корма, руб./т	275	318	320
Себестоимость 1 кормовой единицы, руб./кг	1,10	1,32	1,39

Включение в состав кормосмеси летнего посева яровой тритикале позволяло увеличить урожайность зеленой массы до 45,96 т/га, стоимость полученного урожая – до 30,71 тыс. руб./га при прямых затратах 12,62 тыс. руб./га. Условный чистый доход при этом возрастал до 18,09 тыс. руб./га, рентабельность – до 143,28 %, а себестоимость кормовой единицы была минимальной – 1,10 руб./кг.

**Вывод.**

Возделывание яровой тритикале в составе горохо-злаковой кормосмеси летнего посева при орошении является эффективным мероприятием для получения в осенний период высокоурожайной и высокопитательной зеленой массы и кормления крупного рогатого скота (порядка 46 т/га зеленой массы и 120 ГДж/га обменной энергии); повышения неполегаемости посевов; более эффективного использования оросительной воды; увеличения рентабельности производства и снижения себестоимости зеленого корма.

**В. А. Кулыгин, А. Н. Бабичев, Л. А. Воеводина**  
(ФГНУ «РосНИИПМ»)

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР И КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ**

Производственное выращивание овощных культур на орошаемых землях Юга России основывается на применении интенсивных технологий, которые наиболее полно соответствуют биологическим особенностям и специфике возделывания данной группы культур в условиях недостаточного увлажнения.

*Интенсивные технологии* рассчитаны на получение планируемого урожая высокого качества в системе непрерывного управления продукционным процессом сельскохозяйственной культуры, обеспечивающие оптимальное минеральное питание растений и защиту от вредных организмов и полегания. Данные технологии предполагают применение интенсивных сортов, создание условий для более полной реализации их биологического потенциала и могут быть реализованы с использованием отечественной серийной техники, высокопродуктивных сортов, удобрений и импортных пестицидов.

Анализ специальной литературы показывает, что интенсивные технологии возделывания овощных культур на орошаемых землях имеют ряд характерных особенностей [1-4]:

1) производственное выращивание овощей в Южном регионе экономически целесообразно лишь при наличии орошения. При этом оросительные нормы овощных культур достигают 5000-6000 м<sup>3</sup>/га и более, что связано с проведением 8-12 и более вегетационных поливов;

2) высокая потребность в удобрениях, средствах защиты растений от вредителей и болезней, борьбы с сорной растительностью. При выращивании овощей в структуре материальных затрат 35-40 % составляют расходы, связанные с применением удобрений и средств химизации;

3) большое количество технологических операций – до 60-70 и более, необходимых в процессе выращивания;

4) высокая доля ручного труда в технологическом процессе возделывания овощей, которая при выращивании томатов достигает 90 %, капусты – 50 %, лука – 30 %;

5) ориентация производства продукции на конкретных потребителей.

В целом трудозатратность при выращивании овощей в 3,5-4,0 раза выше, чем при возделывании большинства других культур [1].

Таким образом, при выращивании овощных культур на орошаемых землях ресурсосбережение является одной из самых актуальных задач.

Источниками ресурсосбережения в орошаемом овощеводстве, в частности, являются: использование перспективных сортов; совершенствование ключевых элементов технологий выращивания культур; применение современных машин и механизмов; внедрение принципиально новых технологий. Сельскохозяйственное производство, главным образом, направлено на получение продукции. Поэтому, при оценке выполнения технологических операций выращивания, в качестве главных ориентиров нами приняты урожайность и себестоимость.

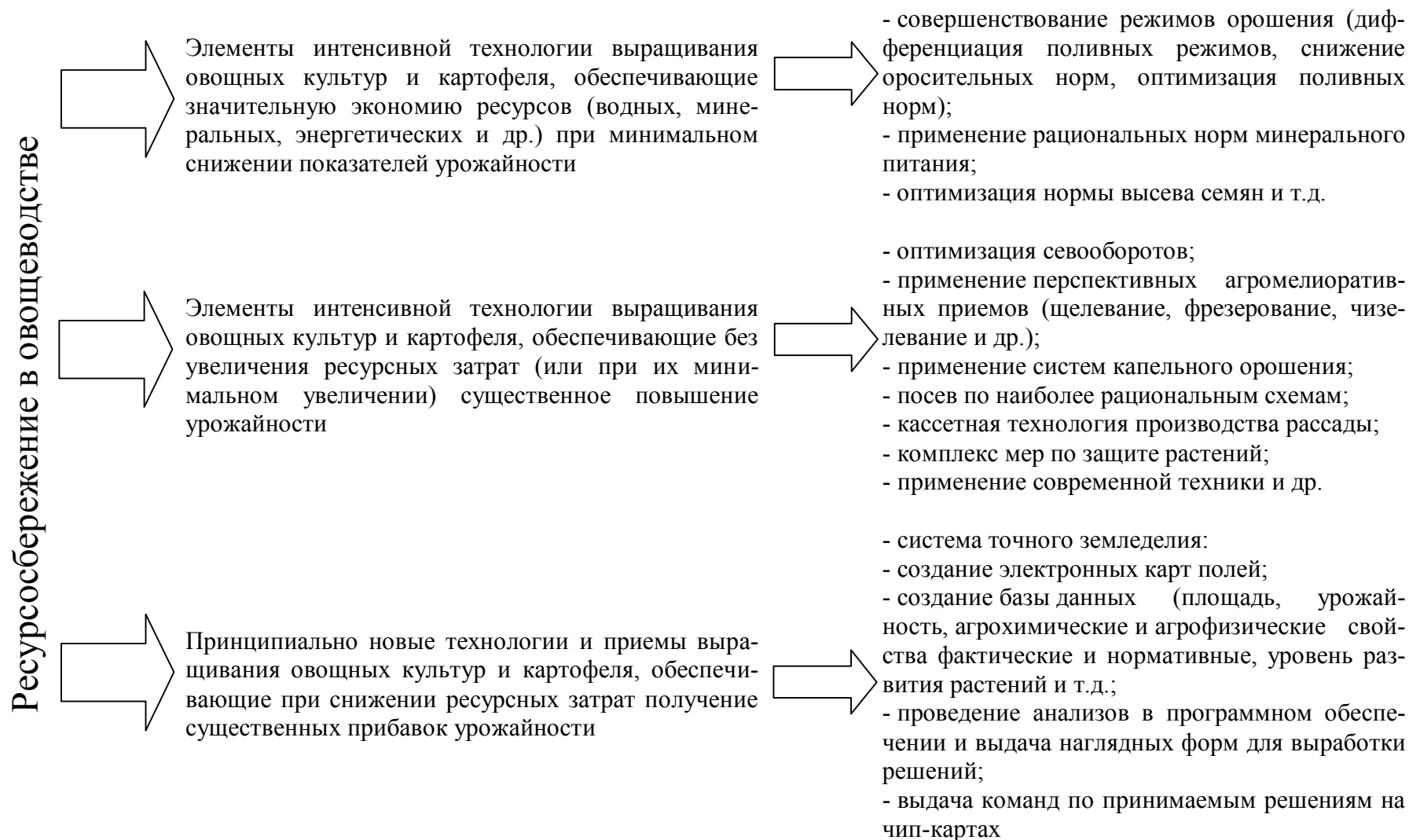
Анализ данных исследований, проведенных ФГНУ «РосНИИМП», другими ведущими НИИ, передовой опыт производства при совершенствовании технологий выращивания, позволяют выделить три направления (блока) ресурсосбережения в орошаемом овощеводстве (рисунок 1) [4].

1. Элементы интенсивной технологии выращивания овощей, обеспечивающие значительную экономию ресурсов (водных, минеральных, энергетических и др.) при минимальном снижении показателей урожайности.

2. Элементы интенсивной технологии выращивания овощей, обеспечивающие без увеличения ресурсных затрат (или при их минимальном увеличении) существенное повышение урожайности.

3. Принципиально новые технологии и приемы выращивания овощей, обеспечивающие при снижении ресурсных затрат, получение существенных прибавок урожайности.

**К элементам первого блока ресурсосбережения относятся:** совершенствование режимов орошения овощей (дифференциация поливных режимов, снижение оросительных норм, оптимизация поливных норм); рационализация норм минерального питания, норм высева и т.д.



**Рис. 1. Основные направления ресурсосбережения в орошаемом овощеводстве и картофелеводстве**

*Дифференциация режима* орошения капусты (70-80-70 % НВ) и огурца (70-80-80 % НВ) снизила их урожайность на 5,1-8,1 % по сравнению со схемой орошения 80-80-80 % НВ. При этом экономия оросительной воды составила 200-270 м<sup>3</sup>/га. А дифференцированный поливной режим томата (70-80-70 % НВ) и лука (80-80-70 % НВ) способствовал повышению урожайности этих культур по сравнению со схемой 80-80-80 % НВ на 4,4-5,7 % при экономии оросительной воды 130-150 м<sup>3</sup>/га.

При возделывании картофеля *снижение оросительной нормы* на 20 %, по сравнению со схемой орошения 80-80-80 % НВ, уменьшало урожайность на 4-7 %, но при этом позволяло экономить 400-520 м<sup>3</sup>/га оросительной воды.

*Оптимизация норм полива* овощных культур в ряде случаев позволяет при одинаковой оросительной норме увеличить урожайность на 30-40 %.

Важным резервом ресурсосбережения в орошаемом овощеводстве является оптимизация норм внесения *минеральных удобрений*. Гарантированный прирост урожайности овощных культур идет до определенного уровня минерального питания. Как показали исследования, проведенные в ФГНУ «РосНИИППМ», оптимальными дозами удобрений, способствующими устойчивому повышению урожайности в условиях Ростовской области, оказались: у *капусты* N<sub>180</sub>P<sub>150</sub>K<sub>50</sub> (420 кг д.в. на 1 га), *лука* – N<sub>120</sub> P<sub>120</sub> K<sub>90</sub> (330 кг д.в. на га), *томатов* – N<sub>180</sub> P<sub>140</sub> K<sub>50</sub> (410 кг д.в. на га), *огурца* – N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub> (330 кг д.в. на 1 га). Увеличение дозы удобрений капусты на 120 кг д.в. на 1 га (29 %) дало прибавку урожайности только на 8,0 %; аналогичное увеличение дозы удобрений при выращивании томатов на 150 кг д.в. на 1 га (37 %) повышало урожайность лишь на 7,4 %; у лука соответствующее увеличение дозы на 90 кг д.в. на га (27 %) дало прибавку на 9,4 %; у огурца повышение нормы удобрений на 130 кг д.в. на га (39 %) дало прибавку урожая всего на 2,1 %.

**Элементами второго блока ресурсосбережения являются:** оптимизация севооборотов; применение перспективных агрометеорологических приемов (щелевание, фрезерование, чизелевание и др.); посев по наиболее рациональным схемам, приспособленным к механизированному уходу и уборке урожая; применение систем капельного орошения; кассетная технология производства рассады; комплекс мер по защите растений; соблюдение агротехнических требований к посеву; применение современной техники и др.

Правильно разработанный *севооборот* позволяет снизить засоренность посевов овощных культур на 40-60 %, сократить применение гербицидов и фунгицидов на 30-50 %, повысить показатели урожайности на 30-35 %.

Применение *щелевания, фрезерования, плантажной вспашки, глубокого безотвального рыхления* и т.д. способствует повышению урожайности овощных культур и картофеля на 14-40 % по сравнению с традиционными технологиями при одинаковых поливных и оросительных нормах. За счет этого существенно увеличивается продуктивность использования оросительной воды – коэффициенты водопотребления снижаются на 14-28 %.

Оптимизация *схемы посева* овощных культур позволяет сократить норму высева семян на 10-15 % без ущерба для показателей урожайности.

Перспективным направлением в рационализации использования оросительной воды является совершенствование способов полива овощных культур и картофеля за счет применения *капельного орошения*. Данный способ способствует повышению урожайности на 25-40 %, снижению оросительной нормы на 30-44 % по сравнению с поливами дождеванием.

Применение *кассетной технологии выращивания рассады* дает возможность сократить расход семенного материала в 6-10 раз по сравнению с прямым посевом семян в грунт, обеспечивает сокращение операций по уходу за овощными растениями в начальный период роста на 15-20 %, увеличивает выход рассады с единицы площади в 1,5-2,7 раза. Кассетная технология производства рассады способствует лучшей приживаемости растений, дает возможность получать овощную продукцию на 12-15 дней раньше, чем по обычной рассадной технологии.

Своевременное применение комплекса мероприятий по *защите растений* позволяет исключить затраты ручного труда на прополки, сохранить высокую продуктивность посевов за счет существенного (до 90-97 %) сокращения вредителей и болезней, увеличить урожайность на 90-100 %.

Одним из резервов ресурсосбережения в овощеводстве является соблюдение агротехнических требований к *посеву* овощных культур, включающих: проведение посевных работ в оптимальные сроки; применение научно обоснованных схем посева; использование рациональных норм высева и оптимальную глубину заделки семян. На-

пример, проведение *сева* овощных культур в оптимальные сроки позволяет предотвратить гибель растений от поздних заморозков, избежать затрат на проведение дополнительных увлажнительных поливов (при поздних сроках сева), сэкономив при этом до 250-300 м<sup>3</sup>/га оросительной воды, и мероприятий по борьбе с интенсивным ростом сорняков, спровоцированным этими поливами (1-2 культивации).

*Использование современных машин, в частности, для уборки* овощных культур позволяет: на 30-40 % сократить потери продукции, на 60-70 % уменьшить долю ручного труда, сроки уборочных работ на 20-25 %, снизить энергетические затраты на 5-10 %, создать резервы времени на упаковку, транспортировку, переработку и реализацию скоропортящейся овощной продукции.

**К третьему блоку** относится *точное земледелие* [5].

Точное земледелие является новой популярной концепцией производства. Его можно определить как целостную систему, предназначенную для оптимизации сельскохозяйственного производства за счет применения информации по культурам, передовых технологий и методов. Действительно, комплексный подход к точному земледелию начинается с планирования сельскохозяйственного производства и включает обработку почвы, посев, применение химикатов, уборку и послеуборочную обработку почвы.

Технология точного земледелия включает следующие этапы работы:

- создание электронных карт полей;
- создание базы данных по полям (площадь, урожайность, агрохимические и агрофизические свойства фактические и нормативные, уровень развития растений и т.д.);
- проведение анализа в программном обеспечении и выдача наглядных форм для выработки решений;
- выдача команд по принимаемым решениям на чип-картах, которые загружаются в робототехнические устройства на сельскохозяйственные агрегаты для дифференцированного проведения обработки растений.

В основе научной концепции точного земледелия лежат представления о существовании неоднородностей в пределах одного поля. Для оценки и детектирования этих неоднородностей используются новейшие технологии, такие как системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС), специальные датчики, аэрофотоснимки и снимки



со спутников, специальные программы для агроменеджмента на базе геоинформационных систем (ГИС).

Следуя этим идеям, агропроизводители применяют технологии переменного или дифференцированного внесения удобрений в тех участках поля, которые идентифицированы с помощью GPS-приемников, и где потребность в определенной норме удобрений выявлена агротехнологом при помощи карт агрохимобследования и урожайности. Поэтому в некоторых участках поля норма внесения или опрыскивания становится меньше средней, происходит перераспределение удобрений в пользу участков, где норма должна быть выше, и, тем самым, оптимизируется внесение удобрений.

В целом, система точного земледелия в овощеводстве позволяет: сократить норму высева семян на 15-20 % без ущерба для урожайности; уменьшить долю ручного труда на 60-70 %; сократить применение удобрений на 30-40 %; снизить использование гербицидов на 25-30 %, фунгицидов на 20-25 %; повысить урожайность на 40-50 % по сравнению с традиционными технологиями.

Таким образом, в настоящее время можно выделить три направления ресурсосбережения в орошаемом овощеводстве на базе совершенствования ключевых элементов технологий: 1) значительная экономия ресурсов при минимальном снижении показателей урожайности; 2) существенное повышение урожайности без увеличения ресурсных затрат (или при их минимальном увеличении); 3) получение существенных прибавок урожайности при снижении ресурсных затрат.

Наиболее распространены первые два направления, однако самым перспективным, отвечающим современным достижениям науки, является третье направление. В связи с этим, в качестве мероприятий по переходу к элементам точного земледелия, предлагаем восстановить существовавшие ранее формы отчетности по показателям эффективности использования мелиорированных земель (формы отчетности 29-сх (орошение), 9-сх и др.) и ввести паспорта полей, в которых бы отражались все необходимые данные.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Щедрин В. Н. Орошение сегодня: проблемы и перспективы. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2004. – 255 с.

2 Режим орошения сельскохозяйственных культур на юге европейской части РСФСР: рекомендации. – Ростов н/Д: кн. изд-во, 1986. – 64 с.

3 Технологические карты по возделыванию овощебахчевых культур и картофеля на орошаемых землях / Молд. НИИОЗ. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1984. – 112 с.

4 Методические указания по теме «Провести исследования и разработать ресурсосберегающие технологии возделывания овощных культур на орошаемых землях Юга России»: отчет о НИР / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2009. – 381 с.

5 [www.egps.ru/texno/bases](http://www.egps.ru/texno/bases).

УДК 635:631.587:631.671:631.559

**А. Н. Бабичев** (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **УРОЖАЙНОСТЬ, ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И КОЭФФИЦИЕНТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

Агроклиматические и почвенные условия являются одними из наиболее важных факторов при возделывании сельскохозяйственных культур, внедряемых в высокопродуктивные севообороты.

Исследования по изучению продуктивности овощных культур на орошаемых землях проводились в Агрофирме «Село Ворошилова» Предгорного района Ставропольского края.

Почвенный покров представлен черноземами обыкновенными мощными, среднемощными, мало- и среднегумусными, незасоленными тяжелосуглинистыми.

Водно-физические свойства почв благоприятные для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур. Почвенный профиль имеет хорошее рыхлое сложение, пористость почв для пахотного слоя 65,7 % при естественной влажности (ЕВ) и 56,8 % при полной полевой влагоемкости (ППВ), а в метровом слое – 61,4 % и 55,1 % соответственно. Почва достаточно аэрирована, воздухосодержание корнеобитаемого слоя выше 30 % при ЕВ, и снижается до 13 % при ППВ.

Гумусированность в пахотном и подпахотном слоях составляет в основном 1,9-2,1 %, в единичных случаях достигает 2,8 %. Окраска гумусового горизонта – серая с коричневым оттенком, с глубиной интенсивность коричневых тонов уменьшается и увеличиваются бурые тона, рН почвы 6,5-7,0. Среднее содержание подвижного фосфора

в пахотном и подпахотном горизонтах колеблется в пределах 13,2-25,3 мг/кг почвы. Содержание обменного калия в почвах, характерных для данной зоны, в среднем составляет 130-380 мг/кг почвы.

В 2010 году за вегетационный период (апрель – октябрь) осадков выпало 515 мм, испаряемость при этом составила 758 мм, что больше суммы осадков в 1,4 раза. Сумма активных температур за этот период составила 3639,3 °С, ГТК, по Селянинову, – 1,42. Средняя за теплый период относительная влажность воздуха равна 66,4 %, дефицит влажности воздуха – 8,4 мб.

Посев овощного гороха производился в самые ранние сроки при наступлении физической спелости и почвы. Посевная норма составила 1 млн чистых и всхожих семян. Удобрения рассчитывались на запланированную урожайность (8 т/га) балансовым методом по М. К. Каюмову, и доза составила N<sub>50</sub>P<sub>155</sub>. Полив проводился дождевальными машинами «Ладога» поливной нормой 420 м<sup>3</sup>/га. К уборке приступали при наступлении технической спелости.

Сахарную кукурузу сеяли в первой декаде мая, при прогревании почвы до 10-12 °С нормой высева 60 тыс. семян. Удобрения вносили непосредственно перед посевом, под предпосевную культивацию дозой N<sub>170</sub>P<sub>140</sub>. Орошение осуществлялось дождевальными машинами «Ладога». Учет урожая початков сахарной кукурузы производили при влажности зерна 72-73 %.

Столовая свекла относится к теплолюбивым культурам, и поэтому сеяли ее в начале мая, когда почва прогреется до 10-12 °С. Посев проводили свекловичной сеялкой, посевной нормой 650 тыс. семян/га. Агротехника применялась, согласно зональным системам земледелия.

Получение высоких урожаев овощных культур без создания благоприятных условий увлажнения невозможно. Для этого необходимо изучить показатели суммарного водопотребления и коэффициента водопотребления овощных культур для определенных природно-климатических условий.

На величину суммарного водопотребления оказывают влияние атмосферные осадки, выпавшие в период вегетации, оросительная норма и расход почвенной влаги.

Расчет суммарного водопотребления и коэффициента водопотребления представлен в таблице.

Таблица

**Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления овощных культур  
в условиях орошения Предгорной зоны Ставропольского края**

Сорт, гибрид	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Осадки, м <sup>3</sup> /га	Использование воды из почвы, м <sup>3</sup> /га	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, т/га
Овощной горох						
Альфа	-	2980	54	3034	5,1	594,1
Беркут	-	3120	76	3196	7,4	431,9
Сахарная кукуруза						
Симпатия F <sub>1</sub>	420	3720	152	4292	17,3	248,1
Государь F <sub>1</sub>	420	3840	146	4406	19,4	227,1
Столовая свекла						
Борщевая	420	4040	194	4654	33,7	138,1
Салатная	420	4110	213	4743	38,5	123,2

Из таблицы видно, что суммарное водопотребление было различным и зависело большей степенью от выпавших осадков в период вегетации. На овощном горохе орошения не производилось, так как количество выпавших осадков полностью удовлетворило потребности овощного гороха во влаге. Доля осадков в суммарном водопотреблении составила 98 %. Коэффициент водопотребления в зависимости от сорта варьировал от 594,1 т/га на раннеспелом сорте Альфа до 431,9 т/га на среднем Беркут.

Сахарную кукурузу и столовую свеклу поливали один раз, и оросительная норма составила 420 м<sup>3</sup>/га. В связи с тем, что год был влажным, доля осадков в суммарном водопотреблении на этих культурах также была высока и составила у гибридов сахарной кукурузы 85-85,3 %, а у столовой свеклы – 84,6-84,8 %.

Таким образом, почвенно-климатические условия Предгорной зоны Ставропольского края позволяют успешно возделывать овощные культуры на орошаемых землях.

УДК 631.675.003.12:338.43.003.13:504

**И. В. Ольгаренко** (ФГОУ ВПО «НГМА»)

### **ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР<sup>1</sup>**

Эффективность технологий орошения может быть охарактеризована соотношением характеристик затрат и полученных результатов, но ни один показатель в отдельности не дает достаточно полной (объективной) оценки [1]. Технологию орошения следует считать более эффективной по сравнению с аналогом, если ее экономические показатели удовлетворяют следующим требованиям:

- более низкая себестоимость продукции;
- более высокий уровень рентабельности производства;
- большая прибыль в расчете на 1 га;
- меньший удельный расход интегральных ресурсов на единицу продукции.

---

<sup>1</sup> – Издается в авторской редакции.

Расчет экономической эффективности определялся по критерию прибыли с учетом того положения, что агротехника и капитальные затраты на всех вариантах были одинаковые, различия в издержках производства – только в затратах на водоподачу.

Абсолютная величина прибыли определялась по формуле:

$$P = C - C,$$

где  $P$  – абсолютная величина прибыли, руб.;

$C$  – стоимость произведенной продукции, руб.;

$C$  – себестоимость произведенной продукции, руб.

Стоимость произведенной продукции представляет собой сумму денежных средств, полученных от реализации продукции, которую определяют по формуле:

$$C = \sum C_{pi} \cdot A_{pi},$$

где  $C$  – стоимость реализованной продукции, руб.;

$C_{pi}$  – цена единицы реализованной продукции по  $i$ -му каналу реализации, руб./т;

$A_{pi}$  – количество реализованной продукции по  $i$ -му каналу реализации, т;

$i$  – канал реализации.

В качестве показателя затрат использовали себестоимость сельскохозяйственной продукции: полную (коммерческую), производственную и технологическую (эксплуатационные затраты).

Полная себестоимость продукции рассчитывалась в соответствии с действующими нормативами. Затраты на содержание машин и оборудования, учитываемых в отдельных статьях затрат, группируются в комплексную статью «Эксплуатационные затраты» [2].

При определении экономической эффективности разработки должна быть обеспечена сопоставимость затрат по сравниваемым вариантам: кругу предприятий и отраслей; времени затрат и получения эффекта; ценам, принятым для определения затрат и эффекта; затратам, составляющим капитальные вложения и текущие издержки; изменению технических параметров сравниваемых технологий и техники; условиям применения; методам и принципам исчисления стоимостных показателей, применяемых при расчетах экономической эффективности.

К общим дополнительным показателям относятся:

- стоимостные – величина единовременных затрат, срок окупаемости капитальных вложений. Себестоимость производства продукции, валовой доход, объем производства продукции на единицу площади или используемого ресурса;

- трудовые – трудоемкость продукции, производства труда, снижение коэффициента использования рабочей силы;

- материальные – удельная масса или материалоемкость единицы продукции;

- энергетические – энергетическая эффективность, удельная энергоемкость, электроемкость;

- качественные – долговечность, надежность, срок службы машины, коэффициент эксплуатационной надежности; прирост урожайности, качество продукции.

Фактические затраты определены на основе агротехнических карт и непосредственных наблюдений за технологическим процессом.

Для всесторонней оценки эффективности технологий орошения необходимо определение эффективности используемых ресурсов по суммарному аккумулярованию энергии [3].

Поэтому в последнее время наряду со стоимостными методами оценки применяют энергетические методы, позволяющие объективно учитывать затраты природных ресурсов. При расчетах применены энергетические эквиваленты, что позволяет привести все виды энергии к единому показателю, выраженному в единицах измерения системы СИ – джоулях (Дж). На основе энергетических эквивалентов всех форм антропогенной энергии рассчитывались энергозатраты на возделывание кормовой свеклы.

Затраты совокупной энергии на режим орошения  $\mathcal{E}_o$  определяли:

$$\mathcal{E}_o = \sum_1^u \mathcal{E}_{oj},$$

где  $\mathcal{E}_{oj}$  – удельные затраты совокупной энергии на режим орошения, МДж/га.

За главный энергетический критерий оценки режима орошения принят показатель энергетической эффективности ( $\eta_\phi$ ) ресурсов, определяемый через полученную урожайность (энергетический эквивалент) и затраты энергии на орошение:

$$\eta_{\phi} = \frac{\mathcal{E}_y}{\mathcal{E}_o},$$

где  $\mathcal{E}_y$  – содержание биохимической энергии в урожае, МДж/га.

$\mathcal{E}_o$  – затраты энергии на возделывание, МДж/га;

$$\Delta\eta_{\phi} = \frac{\Delta\mathcal{E}_y}{\mathcal{E}_o},$$

где  $\Delta\eta_{\phi}$  – относительный коэффициент энергетической эффективности;

$\Delta\mathcal{E}_y$  – содержание биохимической энергии в прибавке урожая от сравниваемой технологии, МДж/га.

Затраты совокупной энергии определяли по формуле:

$$\mathcal{E}_o = \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_x + \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_r + \mathcal{E}_l + \mathcal{E}_{гсм} + \mathcal{E}_{тр},$$

где  $\mathcal{E}_m, \mathcal{E}_x, \mathcal{E}_c, \mathcal{E}_r, \mathcal{E}_l, \mathcal{E}_{гсм}, \mathcal{E}_{тр}$  – затраты энергии, переносимые на машины, удобрения, семена, ядохимикаты, электроэнергию, горючесмазочные материалы, трудовые ресурсы.

Биоэнергетическая оценка эффективности режимов орошения дает возможность установить основные пути снижения энергозатрат – применения дифференцированных ресурсо-энергосберегающих режимов орошения, малоэнергоёмкой экологически безопасной техники полива, рациональной системы управления орошением.

Поэтому, в современных условиях первостепенной задачей является разработка новой стратегии мелиорации, водосберегающих технологий орошения, базирующихся на принципах экологической устойчивости природных объектов, обеспечивающих максимальную замкнутость водного баланса агроландшафтов, наилучшим образом адаптированных к их почвенно-климатическим и организационно-хозяйственным условиям. В итоге снизятся потери оросительной воды на инфильтрацию и сток, интенсивность развития ирригационной эрозии, что уменьшит ухудшение экологической обстановки на орошаемых землях

## ЛИТЕРАТУРА

1 Ольгаренко В. И. Эксплуатационные режимы орошения агроценозов Нижне-Донской провинции степной зоны / В. И. Ольгаренко,



А. В. Колганов, Г. В. Ольгаренко. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2001. – 149 с.

2 Сенчуков Г. А. Ландшафтно-экологические и организационно-хозяйственные аспекты обоснования водных мелиораций земель. – Новочеркасск, 2001. – 354 с.

3 Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники / ВНИИЭСХ. – М., 1998. – 20 с.

УДК 631.53.03:631.587.003.13

**Т. П. Андреева, Л. М. Докучаева, Э. Н. Стратинская**  
(ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ СНИЖЕНИИ ИСКУССТВЕННОЙ ВОДНОЙ НАГРУЗКИ**

Общеизвестно, что орошение повышает экономическую эффективность возделывания сельскохозяйственных культур, снижает колебание урожайности по годам, способствует улучшению качества продукции. Эффективность орошения особенно проявляется на легких почвах и в годы с недостаточным увлажнением. С другой стороны, многолетний опыт применения регулярного орошения на черноземных почвах выявил ряд негативных факторов. В результате постоянного переувлажнения черноземы утрачивают характерные для них свойства и приобретают новые, негативные, такие как уплотнение, щелочность, солонцеватость, загрязняются нитритами, сульфидами и другими токсичными соединениями. Это напрямую сказывается на их продуктивности.

В связи с этим, учеными ФГНУ «РосНИИПМ» ведутся исследования по снижению водной нагрузки на орошаемые черноземы, влиянию этого снижения на урожайность сельскохозяйственных культур и экономическую эффективность их возделывания.

Исследования проводились в 2006-2009 гг. на стационарном участке II надпойменной террасы Нижнего Дона в ГП «Батайское» Аксайского района Ростовской области, где преобладают черноземы

обыкновенные деградированные. Схема опыта по изучению влияния снижения водной нагрузки на свойства чернозема включала контрольный вариант с регулярным орошением и три варианта, в которых чередовались орошаемые и неорошаемые фазы, то есть на 1 варианте участок поливался четыре года, на 2 варианте – поливался три года, не поливался один год, на 3 варианте – два и два года, на 4 варианте – один и три года, соответственно.

В результате суммарный за 4 года исследований объем оросительной воды на втором варианте был снижен на 2300 м<sup>3</sup>/га по сравнению с регулярным орошением, на третьем – на 5300, на четвертом – 6700 м<sup>3</sup>/га (таблица 1).

Таблица 1

**Возделываемые сельскохозяйственные культуры и оросительные нормы, согласно схеме опыта**

Вариант опыта	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Суммарный объем оросительной воды, м <sup>3</sup> /га
1	картофель 2400 м <sup>3</sup> /га	капуста среднепоздняя 4400 м <sup>3</sup> /га	яровой ячмень + горчица 1500 м <sup>3</sup> /га	подсолнечник 800 м <sup>3</sup> /га	9100
2	картофель 2400 м <sup>3</sup> /га	капуста среднеранняя 2900 м <sup>3</sup> /га	яровой ячмень + горчица 1500 м <sup>3</sup> /га	подсолнечник 0 м <sup>3</sup> /га	6800
3	картофель 2400 м <sup>3</sup> /га	кукуруза на зерно 1400 м <sup>3</sup> /га	яровой ячмень + горчица 0 м <sup>3</sup> /га	подсолнечник 0 м <sup>3</sup> /га	3800
4	картофель 2400 м <sup>3</sup> /га	кукуруза на зерно 0 м <sup>3</sup> /га	яровой ячмень + горчица 0 м <sup>3</sup> /га	подсолнечник 0 м <sup>3</sup> /га	2400

Учитывая, что варианты опыта предусматривали возделывание различных сельхозкультур, урожайность по вариантам сравнивалась в кормовых единицах. Как показывает анализ результатов полевого опыта, снижение водной нагрузки привело к незначительному уменьшению суммарной за четыре года исследований урожайности по сравнению с контролем (регулярным орошением). На вариантах со сниженным суммарным объемом оросительной воды урожайность сократилась на 4-8 % (таблица 2).

**Урожайность сельскохозяйственных культур**

Вариант опыта	Урожайность сельскохозяйственных культур, т к.е./га				Суммарная урожайность, т к.е./га	Прибавка урожайности	
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.		т к.е./га	%
1	9,75	3,28	5,09	3,50	21,62	-	-
2	9,69	3,17	4,97	2,83	20,66	- 0,96	4
3	9,57	5,79	3,51	3,09	21,96	0,34	2
4	9,45	3,04	4,12	3,22	19,83	- 1,79	8

Это незначительное снижение объясняется рядом фактором. Для неорошаемой фазы в опыте подбирались наиболее высокопродуктивные культуры, которые можно возделывать без орошения, например, яровой ячмень и подсолнечник. Кроме того, при снижении водной нагрузки наблюдалось улучшение свойств почв, а именно – снижались щелочность и солонцеватость, улучшалось структурное состояние, что положительно влияло на развитие сельхозкультур. Проведение сидераций также способствовало повышению плодородия почв. Все эти факторы увеличивают урожайность сельскохозяйственных культур и без поливов, поэтому в сравнении с контролем потери урожая оказались незначительными.

Расчеты экономической эффективности показали, что наилучшими, по показателям дохода и рентабельности, в среднем, за 4 года являются вариант с регулярным орошением (доход – 61,8 тыс. руб./га, рентабельность – 143 %) и вариант 2 (доход – 59,4 тыс. руб./га, рентабельность – 107 %). Это объясняется высокой доходностью капусты, которую можно вырастить только при больших поливных нормах. На вариантах со сниженными водными нагрузками на 50 % и 75 % была введена в 2007 году доходная культура – кукуруза на зерно, что отразилось на выручке и, в целом, на доходе (табл. 3). В среднем, за 4 года чистый доход на этих вариантах был в 2-2,5 раза ниже, чем на контроле. Это отразилось и на рентабельности. Она соответственно составила 64 % и 57 %, что на 46 % и 53 % ниже, чем на контроле.

Таким образом, результаты 4-х летних полевых исследований показали, что снижение водной нагрузки, связанное с чередованием циклов орошения и богары для создания условий, оптимизирующих почвенное плодородие, незначительно сказывается на снижении урожайности сельскохозяйственных культур. Это сказывается на рентабельности производства продукции, которая в среднем в 2 раза ниже, чем при регулярном орошении, однако почти в 10 раз выше, чем на богаре.

Таблица 3

**Экономическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур  
при снижении водной нагрузки (тыс. руб./га)**

Вариант опыта	2006 г.			2007 г.			2008 г.			2009 г.			В среднем за 4 года	
	Затра-ты	Вы-ручка	Доход	Затра-ты	Вы-ручка	Доход	Затра-ты	Вы-ручка	Доход	Затра-ты	Вы-ручка	Доход	Доход	Рента-бель-ность, %
1	149,3	227,5	78,2	56,7	201,6	144,8	10,3	27,0	16,7	7,6	15,5	7,8	61,8	110
2	149,3	226,1	76,8	56,7	195,2	138,4	9,6	26,4	16,8	7,1	12,7	5,5	59,4	107
3	149,3	223,3	74,0	12,0	34,5	22,6	8,4	18,6	10,2	7,1	13,8	6,7	28,4	64
4	149,3	220,5	71,5	10,5	18,2	7,6	8,4	21,9	13,5	7,1	14,4	7,3	24,9	57
Без оро-шения	124,8	105,0	-19,8	10,5	18,2	7,6	8,4	21,9	13,5	7,1	14,4	7,3	2,2	6
Примечание – Вариант без орошения вне схемы опыта.														

## ЛИТЕРАТУРА

1 Щедрин В. Н. Современные проблемы мелиорации и пути их решения // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 9-11.

2 Щедрин В. Н. Цикличность в природе и в мелиорации – путь к реализации технологий будущих поливов / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, Т. П. Андреева // Труды КубГАУ. – 2008. – № 2. – С. 128-133.

УДК 631.445.53.001.76:631.4.001.18

**Т. В. Усанина** (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **ПРОГНОЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ ПОЧВ СОЛОНЦОВЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Неоднородный (комплексный) почвенный покров – это результат генетически обусловленных природных, либо необдуманных антропогенных изменений в почвенной толще, приводящих к возникновению почвенных ареалов с отличающимися, иногда значительно, почвенными характеристиками.

На землях сельхозназначения, наличие таких почвенных комплексов, которые находятся в интенсивном использовании, создает большие сложности для эффективного хозяйствования. Разнокачественные по своему составу части почвенного комплекса имеют разные сроки наступления спелости почвы, на пятнах солонцов сельскохозяйственная техника с трудом справляется с обработкой, из-за чего происходят сбои в своевременности и последовательности проведения технологических операций; вследствие разницы в свойствах почв, происходит неравномерное развитие и созревание сельхозкультур, что значительно затрудняет уборку и снижает урожай. Именно поэтому стремление к сглаживанию неоднородности почвенного покрова будет основной задачей для достижения максимальной эффективности использования земель.

Эта проблема актуальна, большей частью, в зоне распространения каштановых почв, а также в близких к ней зонах перехода от черноземных почв к каштановым, где неоднородность почвенного покрова является генетической особенностью территории.

Однако неоднородный почвенный покров может быть также результатом неправильного освоения земель, и в такой ситуации это

уже вследствие деградиционных процессов, способных привести к истощению и окончательному выводу этих земель из использования.

Таким образом, проблема эффективного использования в сельском хозяйстве земель с неоднородным почвенным покровом должна иметь решение, однозначно направленное на гомогенизацию почвенного покрова.

Освоение и мелиоративное улучшение таких земель сопряжены с определенными трудностями из-за различия свойств почв, составляющих комплекс. С одной стороны, пятна с резко неблагоприятными свойствами требуют коренного улучшения с применением химических мелиораций, глубоких обработок; с другой – окружающие зональные почвы чаще всего имеют более или менее удовлетворительное мелиоративное состояние и нуждаются только в мероприятиях по поддержанию плодородия. Такое разногласие в требованиях к каждой разновидности почв в комплексе и приводит к множеству подходов к освоению таких территорий.

Основным параметром, от которого зависит выбор технологии мелиорации, является процент содержания солонцов в комплексе. Градация по этому показателю претерпевает иногда значительные изменения в различных методических документах (от 10 [1], 25 [2] до 30 и 50 % [3]), что указывает на то, что до сих пор не выработан единый подход к мелиорации таких земель, а это, в свою очередь, затрудняет эффективное их использование.

Согласно существующим рекомендациям для нашего региона [4], предлагается подходить к мелиорации массивов с комплексным почвенным покровом по следующей схеме:

- солонцы, требующие выборочной химической мелиорации. При содержании солонцов менее 35 % рекомендовано проведение выборочной химической мелиорации: сначала на солонцовые пятна дозой, рекомендуемой для солонцов, за вычетом дозы, рекомендуемой для преобладающей почвенной разности (зональных); затем мелиорируют весь массив дозой, принятой для зональных почв;

- солонцы, требующие сплошной химической мелиорации. При содержании солонцов более 35 % рекомендуют сплошную химическую мелиорацию дозой, рекомендуемой для солонцов;

- солонцы, требующие комплексного метода мелиорации, который включает химическую мелиорацию и глубокую мелиоративную

вспашку. При данном способе мелиорации химическая мелиорация может быть как выборочная, так и сплошная.

Как уже упоминалось, такое разграничение необходимо, поскольку солонцовые включения чаще всего требуют внесения повышенных доз мелиорантов, а окружающие зональные почвы в таком воздействии не нуждаются.

Но, по нашему мнению, такая градация требует пересмотра и уточнений, так как при внесении мелиорантов на поле с содержанием солонцов более 35 % дозой, рекомендуемой для солонцов, остальной зональный массив подвергнется усиленному химическому воздействию, что может отрицательно сказаться на его свойствах, урожайности культур; излишки мелиоранта могут остаться в почве непрореагировавшими, что не оправдано как экономически, так и с точки зрения экологической безопасности.

Существуют исследования, которые показывают, что размеры вытеснения обменного натрия достигают определенной величины, которая с последующим повышением доз мелиоранта изменяется крайне мало и близка к теоретически рассчитанным полной и полуторной дозам [5]. Таким образом, излишки мелиоранта, попавшие в зональные почвы при сплошной мелиорации, остаются в почве непрореагировавшими, загрязняя, тем самым, и сами почвы, и возделываемые на них культуры.

В поддержку высказанной гипотезы говорит и то, что из-за различий в составе и химических свойствах различные мелиоранты могут провоцировать или, наоборот, замедлять биологическую активность в почвах и физиологические процессы в растениях. Так, есть мелиоранты, внесение повышенных доз которых недопустимо. Например, повышение концентрации сернокислого железа в почве выше 1 % ингибирует развитие многих физиологических групп микроорганизмов, поэтому его можно вносить только строго рекомендуемыми дозами [6], а самый распространенный по использованию и эффективности фосфогипс требует ограничения его доз, в связи с наличием в его составе тяжелых металлов и других загрязнителей [7, 8]. При этом чистый гипс допускается использовать в повышенных дозах, так как он положительно влияет на интенсивность микробиологических и биохимических процессов, наблюдается повышение устойчивости микроорганизмов к засолению, стабилизации развития микроорганизмов в течение вегетационного периода.

Таким образом, вопрос применения сплошной мелиорации на почвах солонцовых комплексов встречает достаточное количество противоречий. И в основном исследователи сходятся в одном – внесение чрезмерных доз мелиоранта на почвенные разновидности, не требующие этого, не оправдано.

Мы считаем, что технологию выборочной мелиорации почв солонцовых комплексов целесообразно распространить и на комплексы с солонцами более 35 %, когда этому одновременно будут сопутствовать и другие обстоятельства (пятна довольно крупные, четко ограниченные и дают возможность рассчитать проходы техники для их мелиорации), так как это будет способствовать как сглаживанию неоднородности почвенного покрова, так и сокращению расходов на мелиорацию.

Нами была проведена прогнозная оценка экономической эффективности сплошной и выборочной химической мелиорации на почвенном комплексе, содержащем 40 % солонцов (таблица).

Таблица

**Сравнительная эффективность технологий мелиорации земель с комплексным почвенным покровом**

Технология	Урожайность				Доп. с/х продукция		Капитальные затраты на мелиорацию, руб./га	Годовой эконом. эффект, руб./га
	т/га			т. к.е./га	т. к.е./га	руб./га		
	солонец	зональный чернозем	средневзвешенная по массиву	средневзвешенная по массиву				
1. Без мелиорации	2,7	3,8	3,36	4,5	-	-	-	-
2. Сплошная $D_C$ (принятая методика)	3,3	3,4	3,36	4,5	-	-	8580	-
3. На пятна $D_{П}$ + сплошная $D_3$ (предлагаемая технология)	3,3	4,2	3,84	5,14	0,64	1920	6270	1020

Примечания:  $D_C$  – доза мелиоранта, рассчитанная для солонцов;  $D_3$  – доза мелиоранта, рассчитанная для зональных почв;  $D_{П} = D_C - D_3$  – доза, вносимая на пятна солонцов.



Урожайности сельскохозяйственной культуры (кукуруза на зерно) взяты из опытных данных и составляют: на солонце 2,7 т/га, на черноземе – 3,8 т/га. После проведения химической мелиорации сплошную происходит повышение урожайности на солонцах на 20-30 %, одновременно на зональном черноземе возможно снижение урожайности до 10-15 % вследствие токсического действия повышенных доз мелиоранта на растения.

При выборочном способе мелиорации происходит оптимизация свойств почв как на солонцах, так и на зональных, поэтому урожайность возрастает: 3,3 т/га на солонцах и 4,2 т/га на черноземах.

В итоге получается, что средневзвешенный по массиву урожай при сплошной технологии практически не отличается от урожая без мелиорации, вследствие чего затраты на ее проведение никак себя не оправдывают.

При применении технологии выборочной мелиорации происходит повышение средневзвешенной по массиву урожайности и одновременное снижение капитальных затрат на мелиорацию, так как требуется меньшее количество мелиоранта для освоения участка, что существенно сокращает затраты на его стоимость, доставку, погрузку и внесение. Поэтому годовой экономический эффект можно рассчитать только для варианта выборочной мелиорации по следующей формуле (1):

$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1 - E \cdot K, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_2$  – годовой экономический эффект, руб.;

$\mathcal{E}_1$  – стоимость дополнительной, полученной после мелиорации, руб.;

$E$  – нормативный коэффициент,  $E = 0,14$ ;

$K$  – капитальные затраты на мелиорацию, руб.

Прогнозный экономический эффект составляет 1,02 тыс. руб./га. Однако при этом нужно учитывать и сопутствующий этой технологии мелиоративный эффект, длительность которого сохраняется не менее 7 лет.

Таким образом, более дифференцированный подход к освоению земель с комплексным почвенным покровом, по нашим расчетам, решает не только задачу сглаживания неоднородности почвенного покрова, но и может обеспечить экономическую эффективность при проведении мелиоративных мероприятий.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Рекомендации и технологии механизированных работ по мелиорации солонцовых почв в Северо-Кавказском районе / ДЗНИИСХ, ВНИИПТИМЭСХ. – Ростов-н/Д, 1976.

2 Приемы повышения плодородия солонцовых комплексов в Ростовской области / ДЗНИИСХ. – Ростов-н/Д, 1973.

3 Рекомендации «Технологии мелиорации и возделывания сельскохозяйственных культур на солонцовых землях Поволжья». – М.: Росагропромиздат, 1989.

4 Рекомендации по оптимизации мелиоративного состояния орошаемых почв солонцовых комплексов / Н. С. Скуратов, Г. С. Кулинич, Л. М. Докучаева [и др.]. – Новочеркасск, 1990.

5 Окорков В. В. Взаимодействие различных доз фосфогипса с ППК лугово-степных черноземных солонцов Северного Казахстана и обоснование оптимальных доз его внесения // Вопр. мелиор. и кормпр-ва на комплекс. солонц. почвах и полив. землях в Сев. Казахстане: сб. науч. тр. / В. В. Окорков, А. Н. Верещагин. – Целиноград, 1984. – С. 46-60.

6 Каменщикова В. И. Биологическая активность луговых солонцов Зауралья в условиях мелиорации // Микроорганизмы в с.х.: тез докл 3-й Всесоюз. науч. конф., г. Москва, 23-25 дек. 1986 г. – М., 1986. – С. 46-47.

7 Рекомендации по использованию фосфогипса для мелиорации солонцов. – М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева РАСХН, 2006.

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

УДК 631.675:633.358:333

**А. И. Пономарева** (ФГНУ «РосНИИПМ»)

### **ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ ГОРОХО-ТРИТИКАЛЕВОЙ КОРМОСМЕСИ ЛЕТНЕГО ПОСЕВА**

В земледелии Юга России важное место отводится кормовым культурам, посевные площади которых занимают 1929,4 тыс. га, или 9,60 % всей посевной площади, в том числе 35 % на орошаемых зем-

лях [1]. Орошение в данном регионе является ведущим приемом интенсификации отрасли кормопроизводства, увеличения производства молочной и мясной продукции, и в конечном итоге повышения продовольственной безопасности страны. При орошении создаются наиболее благоприятные условия для получения гарантированных урожаев сельхозкультур в любой по влагообеспеченности год, эффективного использования минеральных удобрений, обеспечения наилучших экономических показателей.

На Юге России эффективным источником получения зеленых кормов для крупного рогатого скота в осенний период, когда запасы кормов на природных пастбищах практически полностью истощены, являются летние посевы наиболее устойчивых к заморозкам культур. Среди последних можно отметить двухкомпонентную смесь гороха с яровой тритикале.

Трехлетние полевые исследования автора подтвердили более высокую эффективность горохо-тритикалевых кормосмесей в сравнении с горохо-овсяными и горохо-ячменными кормосмесями. При использовании в горохо-злаковых кормосмесях яровой тритикале вместо овса и ячменя повышается урожайность зеленой массы на 18,31-20,41 %, переваримого протеина – на 25,18-29,00 %, кормовых единиц – на 23,29-30,88 %, обменной энергии для крупного рогатого скота – на 18,81-21,33 %.

Горохо-тритикалевая кормосмесь выдерживает осенние заморозки, зеленая масса пригодна для скармливания скоту до начала ноября. Она сбалансирована по белку и углеводам, охотно поедается животными и скармливание ее в количествах, рекомендуемых нормативами, приводит к повышению удоев.

Исследование режимов орошения летних посевов кормосмесей, состоящих из гороха и ячменя или гороха и овса, проводилось П. Д. Шевченко, А. С. Михайлиным, В. Ю. Хопрячковым, Г. Г. Поляковым, А. Ф. Яньшиной, Н. Ф. Лобовым, Г. А. Гарюгиным, В. Г. Гребенниковым и другими. Вопрос же режима орошения кормосмеси, состоящей из гороха и яровой тритикале летнего посева, на Юге России остается неосвещенным в научной литературе.

При проведении полевых опытов и сопутствующих наблюдений использовались методики Б. А. Доспехова, ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, ВНИИ орошаемого земледелия, РосНИИПМ.

Полевые опыты проводились на орошаемых землях ЗАО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области в 2007-2009 гг. Район исследований относится к степной засушливой зоне, климат можно охарактеризовать как неустойчивый умеренно континентальный с недостаточным увлажнением и большим притоком солнечной энергии. Годовая норма атмосферных осадков составляет 420-460 мм, в весенне-летний период – 200-250 мм. Годовая сумма среднесуточных температур воздуха выше 10 °С составляет 3200-3400 °С. Безморозный период длится 180-190 сут. Температурные условия региона благоприятны для получения двух урожаев в год, однако атмосферных осадков для этого недостаточно.

Почва района исследований представлена разновидностью обыкновенного чернозема – черноземом североприазовским мощным тяжелосуглинистым. Гумусовый горизонт достигает 80-100 см. В слое почвы 0-60 см содержание гумуса составляет 4,36 %, азота нитратного – 21,7 мг/кг, фосфора подвижного – 26,9 мг/кг, калия обменного – 303,0 мг/кг. Почвы не засолены, грунтовые воды залегают глубже 3 м.

Предшественник кормосмесей в полевых опытах – ранний картофель. Срок сева – I декада августа. Расчетная доза минеральных удобрений  $N_{130}P_{75}K_{75}$  кг/га д.в. Сорт гороха – Ростовский мелкосемянный, тритикале яровой – Ярило. Способ орошения – дождевание, дождевальная машина шланго-барабанного типа М 0318 100/550 Irriland.

В среднем за годы исследований распределение урожайности по вариантам опыта было следующим. На варианте 1 (контроль) с поддержанием влажности слоя почвы 0-50 см на уровне 80-100 % наименьшей влагоемкости урожайность зеленой массы горохо-тритикалевой кормосмеси составила 45,96 т/га, кормовых единиц – 11,49 т/га. На варианте 2 с увеличением поливных норм относительно контроля на 20 % урожайность составила 47,57 т/га зеленой массы и 11,42 т/га кормовых единиц. При снижении поливных норм на 20 % (вариант 3) урожайность соответственно составила 40,77 и 10,19 т/га. При снижении на 40 % (вариант 4) – соответственно 35,41 и 8,85 т/га. На варианте 5 без орошения урожайность зеленой массы была равной 23,53 т/га, кормовых единиц – 6,12 т/га.

Проведенные полевые опыты позволили установить влияние изучаемого фактора (режим орошения) на показатели экономической эффективности возделывания кормосмеси. Расчет эффективности

произведен по состоянию на 01.12.2009 г. по технологическим картам возделывания горохо-тритикалевой кормосмеси в повторном посеве и фактическим данным по прямым затратам в ЗАО «Аксайская Нива».

За основу экономической оценки различных вариантов режима орошения взята разница в затратах на выдачу требуемой поливной нормы машиной М 0318 100/550 Irriland. Стоимость 1 гектарополива составила:

- при поливной норме 300 м<sup>3</sup>/га – 687 руб.;
- при поливной норме 360 м<sup>3</sup>/га – 963 руб.;
- при поливной норме 240 м<sup>3</sup>/га – 432 руб.;
- при поливной норме 180 м<sup>3</sup>/га – 322 руб.

Прямые затраты на возделывание горохо-тритикалевой кормосмеси на варианте 1 (контроль) составили 12,62 тыс. руб./га, на варианте 2 – 13,74 тыс. руб./га, на варианте 3 – 11,55 тыс. руб./га, на варианте 4 – 11,06 тыс. руб./га, на варианте 5 (без орошения) – 9,65 тыс. руб./га. Затраты на орошение в структуре затрат на возделывание составили: вариант 1 – 21,76 %, вариант 2 – 28,03 %, вариант 3 – 14,96 %, вариант 4 – 11,65 %.

Стоимость зеленого корма определялась косвенным методом, предложенным ВНИИЗХ и СибНИИСХ [2], через продукцию животноводства:

$$Ц = \frac{С \cdot П}{100 \cdot К},$$

где Ц – стоимость 1 кормовой единицы кормов, расходуемой в хозяйстве на единицу продукции животноводства (молоко, мясо и др.);

С – закупочная цена продукции животноводства, руб.;

П – процент затрат на корма в структуре себестоимости продукции животноводства, среднее за 3-5 лет;

К – количество кормовых единиц, расходуемое в хозяйстве на единицу продукции животноводства, среднее за 3-5 лет.

Показатели экономической эффективности вариантов режима орошения кормосмеси представлены в таблице.

Лучшими показателями экономической эффективности характеризуется вариант 1 (контроль): наибольший условный чистый доход (18,09 тыс. руб./га) и рентабельность (143,3 %), минимальная себестоимость зеленого корма (275 руб./т) и кормовой единицы (1,10 руб./к.е.), максимальный выход дополнительной продукции

на 100 м<sup>3</sup> оросительной воды (187 кг/м<sup>3</sup>), наименьший расход на 1 т прибавки урожайности (53 м<sup>3</sup>/т).

Таблица

**Показатели экономической эффективности вариантов режима орошения горохо-тритикалевой кормосмеси в повторном посеве, ЗАО «Аксайская Нива», 2007-2009 гг.**

Показатели	Вариант				
	1	2	3	4	5
Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	1200	1440	1040	780	0
Урожайность зеленой массы, т/га	45,96	47,57	40,77	35,41	23,53
Прибавка урожайности от орошения, т/га	22,43	24,04	17,24	11,88	0
Стоимость зеленого корма, тыс. руб./га	30,71	31,79	27,35	23,75	15,96
Стоимость прибавки урожайности, тыс. руб./га	21,37	22,93	16,50	11,29	0
Прямые затраты, тыс. руб./га,	12,62	13,75	11,55	11,06	9,65
в том числе на орошение, тыс. руб./га	2,75	3,85	1,73	1,29	0
Условный чистый доход, тыс. руб./га,	18,09	18,04	15,79	12,69	6,31
в том числе от орошения, тыс. руб./га	18,63	19,08	14,77	9,99	0
Рентабельность, %	143,3	131,3	136,7	114,8	65,4
Себестоимость зеленого корма, руб./т	275	289	283	312	410
Себестоимость кормовой единицы кормосмеси, руб./к.е.	1,10	1,16	1,13	1,25	1,58
Дополнительная прибыль на рубль затрат на орошение, руб.	7,78	5,95	9,54	8,76	0
Выход дополнительной продукции на 100 м <sup>3</sup> оросительной воды, кг/м <sup>3</sup>	187	167	166	152	0
Расход оросительной воды на 1 т прибавки урожайности, м <sup>3</sup> /т	53	60	60	66	0

Увеличение поливных норм на 20 % на варианте 2, несмотря на то что приводит к повышению урожайности зеленой массы на 3,50 %, экономически невыгодно, так как вызывает снижение рентабельности и повышение себестоимости.

Экономия поливной воды на 20 % (вариант 3) приводит к снижению урожайности зеленой массы кормосмеси (в сравнении с вариантом 1) на 11,29 %, урожайности кормовых единиц – на 11,31 %. Несмотря на это, здесь получена наибольшая дополнительная прибыль на рубль затрат на орошение – 9,54 руб. Показатель рентабельности остается достаточно высоким – 136,7 %, себестоимость незначительно возрастает в сравнении с вариантом 1 – до 1,13 руб./к.е.

Вариант режима орошения 4 и вариант 5 без орошения имеют неблагоприятные экономические показатели – низкий условный чистый доход, рентабельность, высокую себестоимость продукции.

## **Выводы.**

1. Для получения наиболее высоких экономических показателей при возделывании горохо-тритикалевой кормосмеси летнего посева необходимо применять режим орошения, поддерживающий влажность слоя почвы 0-50 см на уровне 80-100 % наименьшей влагоемкости. Для этого на черноземах степной зоны Юга России в сухой год требуется проведение 5 поливов, в среднесухой – 4 поливов, в средний – 3 поливов, поливными нормами 300 м<sup>3</sup>/га. Такой режим орошения позволяет получить 18,09 тыс. руб./га условного чистого дохода при 143,3 % рентабельности, 1,10 руб./к.е. себестоимости.

2. При ограниченности хозяйств в ресурсах, в том числе и водных, следует переходить на режим орошения, поддерживающий влажность слоя почвы 0-50 см не ниже 75 % наименьшей влагоемкости. При этом рентабельность снижается незначительно – до 136,7 %, себестоимость возрастает до 1,13 руб./к.е., дополнительная прибыль на рубль затрат на орошение максимальная – 9,54 руб.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1 Статистические данные Федеральной службы государственной статистики. – <http://www.gks.ru/>, 2010.

2 Методика экономической оценки агротехнических мероприятий / ВНИИЗХ, СибНИИСХ. – М.: Колос, 1967. – 40 с.

УДК 631.587.004.14:338.43.003.13

**С. М. Васильев, Н. И. Сафарова (ФГНУ «РосНИИППМ»)**

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Земля является основным средством производства в сельском хозяйстве. От того, насколько рационально она используется, зависит количество произведенной сельскохозяйственной продукции. Чтобы получать высокие урожаи, необходимо проводить мероприятия относительно улучшения использования сельскохозяйственных угодий и повышения их урожайности.

В каждом хозяйстве использование земли должно быть эффективным. Для этого необходимо проводить глубокий анализ использо-

вания земли. Заданием такого анализа является изучение структуры земельных угодий в хозяйстве и выявление возможностей для их дальнейшего расширения и улучшения, оценки выполнения плана проведения работ с улучшением земли и повышением эффективности осуществленных мероприятий, изучение и оценка показателей использования земельных угодий в хозяйстве.

Для углубленного анализа структуры земельных угодий используют следующие показатели:

- соотношение площадей природных кормовых угодий и вспаханной земли;
- уровень вспашки сельскохозяйственных угодий, который показывает, какую часть составляет вспаханная земля в общей площади сельскохозяйственных угодий;
- часть посевных площадей от площади вспаханной земли в обработку;
- часть площади многолетних насаждений в площади сельскохозяйственных угодий, изменение которой сопоставлено с прошедшими годами отображает трансформацию вспаханной земли и других сельскохозяйственных угодий под сады, виноградники и другие многолетние насаждения;
- часть орошаемых и осушенных земель от площади земель и сельскохозяйственных угодий.

Мероприятия для улучшения земельных угодий можно разделить на три группы:

1. Сохранение площади сельскохозяйственного назначения.
2. Улучшение структуры сельскохозяйственных земель, трансформация низкопродуктивных угодий в высокопродуктивные.
3. Создание условий для наиболее интенсивного использования сельскохозяйственных земель без изменений их структуры.

На первом этапе анализа использования земельных ресурсов необходимо провести анализ изменения состава и структуры земельных угодий в сравнении с базисными показателями. Особое внимание следует уделить наличию и удельному весу в составе земельных ресурсов предприятия мелиорированных земель, а также изменению этих показателей.

Сведения о фактическом составе земельных угодий предприятия СПК «Урал» взяты из формы № 9-АПК типовых и специализирован-



ных форм годовой бухгалтерской отчетности сельскохозяйственной организации (таблица 1).

Таблица 1

**Состав и структура земельных фондов СПК «Урал»**

Вид угодий	2002 г.		2005 г.		2008 г.	
	площадь, га	%	площадь, га	%	площадь, га	%
Общая земельная площадь	4831	100	4610	100	4577	100
в т.ч. всего с/х угодий	4449	92,1	4210	91,3	4177	91,3
из них: пашня	3041	63	2717	58,9	2684	58,6
сенокосы	184	3,8	269	5,8	269	5,9
пастбища	1224	25,3	1224	26,6	1224	26,7
Залежи	-	-	-	-	-	-
Другие земли	382	7,9	400	8,7	400	8,7

Экономическая эффективность использования земли характеризуется системой показателей.

1. Стоимостные показатели:

- объем валовой и товарной продукции сельского хозяйства или растениеводства в расчете на единицу земельной площади (Э1):

$$\text{Э1} = \frac{ВП}{пл},$$

где *ВП* – объем валовой продукции,

*пл* – единица земельной площади.

- валовой доход в расчете на единицу земельной площади (Э2):

$$\text{Э2} = \frac{ВД}{пл},$$

где *ВД* – валовой доход.

- чистый доход на единицу земельной площади (Э3):

$$\text{Э3} = \frac{ЧД}{пл},$$

где *ЧД* – чистый доход.

- прибыль от реализации сельскохозяйственной продукции на единицу земельной площади (Э4):

$$\text{Э4} = \frac{П}{пл},$$

где *П* – прибыль от реализации сельскохозяйственной продукции.

2. **Натуральные показатели:**

- производство основных сельскохозяйственных культур на 100 га пашни, ц.

3. **Относительные показатели:**

- доля сельскохозяйственных угодий в общей площади земли;

- распаханность сельскохозяйственных угодий.

Были рассчитаны показатели экономической эффективности использования земли в СПК «Урал» (таблица 2).

Таблица 2

**Показатели экономической эффективности использования земли в СПК «Урал»**

Показатели	2002 г.	2005 г.	2008 г.
Объем валовой и товарной продукции сельского хозяйства или растениеводства в расчете на единицу земельной площади	1104,9	954,2	1103,6
Валовой доход в расчете на единицу земельной площади	78,5	311,9	8
Прибыль от реализации сельскохозяйственной продукции на единицу земельной площади	78,5	311,9	8
Чистый доход на единицу земельной площади	163,5	354,2	553,4
Производство зерна на 100 га пашни, ц	896,91	1357,9	1244,4
Производство сахарной свеклы на 100 га пашни, ц	725,42	731,87	1095,1

Главная роль в повышении эффективности использования орошаемых земель принадлежит государству. Государство должно разрабатывать и осуществлять целевые программы по сохранению размеров и состояния земельных угодий, создающих основу для расширенного воспроизводства и интенсификации сельского хозяйства, реализации преимуществ новых отношений собственности и механизма хозяйствования.

Мероприятия, способствующие более полному и эффективному использованию главного средства производства в сельском хозяйстве, можно объединить в следующие группы:

1. Включение в производственное использование каждого гектара закрепленной за хозяйством земли; нельзя допускать, чтобы земля выпадала из сельскохозяйственного оборота.

2. Повышение экономического плодородия почв. Это прежде всего орошение и осушение, химическая мелиорация, применение удобрений, освоение севооборотов, поверхностное и коренное улучшение лугов и пастбищ. Применение органических и минеральных

удобрений, а так же других средств химизации земледелия характеризуется высокой экономической эффективностью. Они являются средством воспроизводства гумуса как важнейшего фактора плодородности земли.

Правильное применение органических и минеральных удобрений в научно обоснованных пропорциях и оптимальные сроки обеспечивает не только повышение урожайности сельскохозяйственных культур, но и способствует устойчивости их к неблагоприятным условиям, улучшению качества продукции.

3. Сохранение плодородия и охрана почв: лесозащитное лесоразведение, почвозащитные технологии и севообороты, система мер по борьбе с водной и ветровой эрозией.

Надо отметить, что процессы реформирования сельскохозяйственных предприятий и переход к эффективно хозяйствующим субъектам по использованию земель осуществляется медленно. Учитывая все эти изменения в пользовании земель, возникает необходимость проведения комплекса работ по землеустроительному обеспечению, сплошного почвенного обследования, ведения государственного земельного кадастра, регулирования оборота земель сельскохозяйственного назначения, усиления контроля за использованием и охраной земель и совершенствования государственного управления земельными ресурсами.

4. Рациональное использование экономического плодородия почв: применение наиболее урожайных сортов, улучшение семеноводства, совершенствование схем размещения растений, соблюдение оптимальных сроков проведения сельскохозяйственных работ и выполнение их с высоким качеством, борьба с болезнями растений, вредителями и сорняками.

5. Организационно-экономические мероприятия: совершенствование структуры посевных площадей с учетом конъюнктуры рынка, углубление специализации, применение прогрессивных форм организации и оплаты труда, совершенствование форм хозяйствования и др.

Процесс восстановления (возмещения) утраченного почвенного плодородия орошаемых земель и повышения их эффективности предопределяет привлечение дополнительных капитальных и эксплуатационных вложений. Одновременно требуется активизация решения целого ряда задач по повышению эффективности орошаемого земледелия,

с одновременным сравнительным анализом основных мероприятий почвенно-восстановительного характера. Факторы, определяющие эколого-экономическую эффективность улучшения орошаемых земель, систематизированы в четыре основные группы: экономические, организационно-технологические, экологические и социальные.

Оценка сравнительной эколого-экономической эффективности мероприятий по комплексному улучшению деградированных земель проводится по этим основным агротехническим показателям.

### **Выводы.**

1. Количество произведенной сельскохозяйственной продукции зависит от рационального использования земель, в частности орошаемых. Чтобы получать высокие урожаи, необходимо проводить мероприятия по улучшению использования орошаемых земель и повышения их урожайности.

2. Для повышения эффективности использования орошаемых земель государство должно проводить следующие мероприятия: использование каждого гектара закрепленной за хозяйством земли, повышение экономического плодородия почв, сохранение плодородия и охрана почв, рациональное использование экономического плодородия почв, совершенствование структуры посевных площадей с учетом конъюнктуры рынка и др.

Научное издание

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник статей по материалам  
научно-практических конференций

Выпуск 43

Корректор Д. Ф. Сабова.  
Компьютерная верстка, макет Е. А. Бабичевой.

Подписано в печать \_\_\_\_\_. Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 11,92. Тираж 100 экз. Заказ \_\_\_\_\_.

Издательство ООО «Геликон»  
Типография ЮРГТУ (НПИ)

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.  
Тел., факс (8635) 25-53-03. E-mail: [typography@novoch.ru](mailto:typography@novoch.ru).