

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

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

**Сборник научных трудов**

**Выпуск 45**

Новочеркасск  
«Геликон»  
2011

УДК 631.587

ББК 41.9

П 901

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В. И. Ольгаренко – профессор кафедры «Мелиорация земель» ФГБОУ ВПО «НГМА», засл. деятель науки РФ, чл.-кор. РАСХН, д-р техн. наук, профессор.

В. В. Бородычѳв – директор Волгоградского филиала ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, чл.-кор. РАСХН, д-р с.-х. наук, профессор.

П 901 Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 45. – Новочеркасск: Геликон, 2011. – 183 с.

ISBN 978-5-9997-0265-4

Сборник научных трудов подготовлен ФГБНУ «РосНИИПМ» по материалам научно-практических семинаров и конференций «Приемы регулирования плодородия почв на орошаемых сельхозугодьях», «Орошение земель и актуальные проблемы их использования», «Повышение экологической устойчивости почв», «Эффективное возделывание сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Юга России», «Комплексное использование водных ресурсов и перспективные технологии орошения сельскохозяйственных культур».

УДК 631.587

ББК 41.9

ISBN 978-5-9997-0265-4

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2011

© Авторы, 2011

© Оформление.

ФГБНУ «РосНИИПМ», 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I

#### ПРИЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ НА ОРОШАЕМЫХ СЕЛЬХОЗУГОДЬЯХ

<b>Воеводина Л. А.</b> Обеспечение томатов питательными элементами при капельном орошении .....	6
<b>Капустина Т. А.</b> Модели оперативного управления орошением для обеспечения рационального водопользования и регулирования плодородия орошаемых агроценозов .....	14
<b>Плитинь А. Н.</b> Регулирование плодородия почв на основе экологических аспектов технологий и техники орошения.....	18
<b>Терпигорев А. А., Грушин А. В.</b> Поддержание плодородия почв с применением малоинтенсивных технологий дождеванием ....	28
<b>Юркова Р. Е., Докучаева Л. М., Андреева Т. П., Долина Е. В., Стратинская Э. Н., Усанина Т. В.</b> Основные приемы оптимизации гумусного состояния и питательного режима почв в условиях циклического орошения.....	37

### РАЗДЕЛ II

#### ОРОШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

<b>Васильев С. М., Козликина А. С.</b> Способ защиты склоновых земель от эрозионных процессов.....	46
<b>Воеводина Л. А.</b> Влияние переполивов при капельном орошении на мелиоративное состояние земель .....	49
<b>Докучаева Л. М., Юркова Р. Е., Стратинская Э. Н., Усанина Т. В.</b> К проблеме водного режима черноземов при орошении ...	56
<b>Капустян А. С., Кузьмичев А. А.</b> Пути повышения эффективности эксплуатации мелиоративных систем.....	64
<b>Монастырский В. А.</b> Возможность использования сидератов на орошаемых землях Ростовской области.....	66

### РАЗДЕЛ III

#### ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ

<b>Балакай Н. И., Шевченко Д. А.</b> Влияние стока талых вод и способов обработки почвы на водную эрозию.....	70
---	----

<b>Васильев С. М., Сафарова Н. И.</b> Модель оценки и управления плодородием периодически орошаемых черноземов .....	75
<b>Васильев С. М., Субботина М. А.</b> Единый понятийно-категориальный аппарат в мелиорации – первооснова сохранения почвенного плодородия .....	83
<b>Воеводина Л. А.</b> Влияние капельного орошения на физические свойства черноземных почв .....	89
<b>Докучаева Л. М., Стратинская Э. Н.</b> Экологическая оценка регулярного и циклического орошений .....	99

#### РАЗДЕЛ IV

### ЭФФЕКТИВНОЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЮГА РОССИИ

<b>Бабичев А. Н.</b> Сорты технических культур для орошаемых земель Предгорной зоны Ставропольского края.....	104
<b>Балакай Н. И.</b> Влияние эродированности почвы на урожайность сельскохозяйственных культур .....	109
<b>Воеводина Л. А.</b> Использование индекса водного стресса растения ( <i>CWSI</i> ) для соблюдения режимов орошения .....	115
<b>Докучаева Л. М., Юркова Р. Е., Шалашова О. Ю.</b> Эффективность возделывания сельскохозяйственных культур на мелиорированных черноземах обыкновенных деградированных.....	119
<b>Евтухов М. В.</b> Продуктивность картофеля при различных режимах орошения на черноземах Ростовской области.....	126
<b>Егорова О. В.</b> Травосмеси с фестулолиумом на орошаемых землях Предгорной зоны Ставропольского края .....	130
<b>Монастырский В. А.</b> Особенности роста и развития сидератов на орошаемых землях Ростовской области .....	133
<b>Олейник О. А.</b> Мелиоративная обстановка на Манычской рисовой оросительной системе .....	136
<b>Селицкий С. А.</b> Высокопродуктивные звенья орошаемых севооборотов.....	140
<b>Селицкий С. А.</b> Продуктивность кормовых культур в условиях выращивания Предгорного района Ставропольского края .....	143
<b>Стратинская Э. Н.</b> Изменение физических свойств почв в условиях циклического орошения.....	147

## РАЗДЕЛ V

### КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

<b>Гостищев В. Д., Гаврилюк С. М., Сахаров Р. Ю.</b> Проблемы и перспективы развития системы государственного мониторинга поверхностных водных объектов .....	153
<b>Егорова О. В.</b> Режим орошения травосмесей с участием фестулолиума в Предгорном районе Ставропольского края .....	157
<b>Литовченко А. И.</b> Современное изменение климата и орошение .....	162
<b>Васильев С. М., Павелко Е. В.</b> Автоматизация подбора дождевальных машин для использования на полях циклического орошения.....	169
<b>Сенчуков Г. А., Капустян А. С.</b> Организация и планирование использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе .....	177

---

---

## РАЗДЕЛ I

### ПРИЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ НА ОРОШАЕМЫХ СЕЛЬХОЗУГОДЬЯХ

---

---

УДК 631.811:631.674.6

**Л. А. Воеводина** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

#### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОМАТОВ ПИТАТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ**

В статье рассматриваются методы определения потребности растений в элементах питания. Установлено единообразие принятия решений по макроэлементам и противоречие при принятии решений по микроэлементам. Рассмотрены возможные причины такого противоречия.

Для успешного использования систем капельного орошения требуется получать высокие урожайности возделываемых культур. Одним из условий получения высоких урожаев является оптимизация почвенного питания растений. Под почвенным питанием понимается обеспечение растений минеральными формами фосфора, калия, кальция, магния и практически всеми другими химическими элементами, имеющимися в природе. В рамках проведения исследования по определению влияния капельного орошения на почвенное плодородие, нами изучалось обеспечение растений макро- и микроэлементами.

Исследования проводились в ст. Кривянская в весенних пленочных теплицах при выращивании томатов.

Для определения потребности растений в микроэлементах нами использовались методы анализа воды, почв и растений. В воде микроэлементы определялись, согласно ПНД Ф 14.1:2.22-95. Почвы и растения анализировали с помощью методики, изложенной в «Методических указаниях по определению металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства» [1]. Извлечение подвижных форм микроэлементов из почвы проводилось ацетатно-аммонийным буфером рН 4,8. Также для определения потребности растений в элементах питания была использована лаборатория функциональной диагностики растений «Аквадонис».

Поливная вода сульфатно-натриевого состава (таблица 1) по минерализации представляла собой воду четвертого класса для почв

среднего механического состава. Превышения ПДК по микроэлементам не отмечалось. Одним из отличительных приемов, применяемых при капельном орошении, является фертигация, когда удобрения подаются с поливной водой. Для этого приема очень важно отслеживать такие показатели качества воды как электропроводность и рН.

**Таблица 1 – Характеристика поливной воды на опытном участке в ст. Кривянская (усредненные значения за период с 24.10.2009 г. по 26.10.2010 г.)**

Единицы измерения	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> и K <sup>+</sup>
мг-экв./л	15,35	25,90	9,03	10,65	11,03	28,68
г/л	0,543	1,244	0,551	0,212	0,134	0,671

Для оперативного определения этих показателей применяются различные приборы. Примером таких приборов являются рН3000 и PNT3000combi. На рисунке 1 представлен комплект вышеназванных приборов, которые имеются в нашем институте и могут быть использованы как для прямого определения рН почвы, так и для определения рН растворов, а также электропроводности растворов и активности солей.



**Рисунок 1 – Оборудование для оперативной корректировки вносимых удобрений**

Показатель рН воды и почвы мы отслеживали в течение поливного сезона, значения рН воды изменялись от 6,9 до 7,60 (таблица 2). Полученные значения указывали на повышение значений рН в летний период, когда осуществляется большинство подкормок влияющих на урожай.

**Таблица 2 – Динамика значений рН в течение поливного сезона в 2010 году, ст. Кривянская**

Срок отбора пробы	рН поливной воды	рН почвенной суспензии (почва : вода = 1:2,5)
23.04.2010	6,94	8,49
11.06.2010	7,29	8,21
10.07.2010	7,60	8,28
26.10.2010	7,43	8,55

Такие высокие значения рН воды и почвы указывают на возможное возникновение у растений дефицита микроэлементов, т.к. при повышенных значениях рН уменьшается доступность фосфора, меди, цинка, железа и марганца.

Содержание макро- и микроэлементов в поливной воде представлено в таблице 3. Анализируя содержание макро- и микроэлементов в поливной воды, было установлено, что имеется очень высокое содержание нитратов, которое превышает ПДК (45 мг/л) более чем в два раза. При таком содержании нитратов в поливной воде отсутствует необходимость в дополнительном внесении азотных удобрений в период выращивания томатов до завязывания первых плодов. Содержание фосфора в поливной воде не может оказать значимого влияния на питание растений. Точных данных по содержанию калия в воде в нашем распоряжении не имеется, т.к. в ходе химического анализа определялась сумма натрия и калия. В воде имеется довольно высокое содержание кальция и магния, которое может быть дополнительным источником снабжения растений этими элементами. Содержание меди, цинка и железа в воде – небольшое и их влияние на снабжение растений оценивалось нами как незначительное, содержание марганца несколько повышенное и может вносить определенный вклад в обеспечение растений этим элементом.

**Таблица 3 – Содержание макро- и микроэлементов в поливной воде ст. Кривянская**

NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe
мг/л								
91,7	0,024	н/д	196	121	0,0123	0,038	0,1	0,058
++	0	+	+	+	0	0	+	0
Примечание: н/д – нет данных; 0 – незначительное или отсутствие влияние на снабжение растений; + – повышенное содержание элемента; ++ – избыточное содержание элемента.								



Анализ тканей растений показал, что согласно классификации, представленной в справочнике В. В. Церлинг [2] (таблица 4), растения томатов в фазу начала плодоношения не испытывали недостатка в основных питательных элементах. Так содержание общего азота и калия в листьях растений томатов соответствовало оптимальному уровню питания (таблица 5). Оптимальный уровень азотного питания также был определен по содержанию нитратов в листьях томатов. Визуальных признаков недостаточного или избыточного снабжения растений азотом также не отмечалось. Поэтому был сделан вывод об оптимальном снабжении растений азотом. Такой же вывод был сделан в отношении калия. Функциональная диагностика с помощью лаборатории «Аквадонис» также не показала недостатка или избытка азота и калия. Уровень фосфора в листьях растений соответствовал повышенному, небольшой избыток фосфора отмечен по данным полученным с помощью «Аквадонис».

**Таблица 4 – Уровень содержания питательных элементов в листьях растений томатов [2]**

Уровень	NO <sub>3</sub>	N	P	K	Cu	Zn	Mn	Fe
	мг/кг сырого вещ-ва	% от сухого вещества			мг/кг сухого вещества			
Очень низкий	< 200	< 2,2	< 0,1	< 0,7	< 6	< 25	0	< 93
Низкий	250	2,2-3,3	0,1-0,2	0,7-2,1	7-9	35-38	0	115
Оптимальный	300-500	3,4-4,0	0,3-0,4	2,2-3,2	10-16	40-60	следы-200	167-250
Повышенный	> 500	4,1-4,7	> 0,5	3,3-5,6	> 20	> 80	> 260	> 250

**Таблица 5 – Анализ листьев растений томатов в период начала плодоношения, ст. Кривянская**

Дата отбора пробы растений	NO <sub>3</sub>	N	P	K	Cu	Zn	Mn	Fe
	мг/кг сырого вещ-ва	% от сухого вещества			мг/кг сухого вещества			
11.06.2010	461	3,55	0,98	3,04	281	35,6	9,4	31,2
Уровень содержания питательного элемента	оптимальный	оптимальный	повышенный	оптимальный	повышенный	низкий	оптимальный	очень низкий

Данные по содержанию в почве обменных форм кальция и магния представлены в таблице 6. Согласно «Методике по организации и ведению мониторинга орошаемых земель» [3], оптимальным содер-

жанием обменного кальция в обыкновенных черноземах считается 75-80 % от суммы обменных катионов, а содержание подвижного магния не должно превышать 15 %. Таким образом, в почве отмечался недостаток кальция и избыток магния.

**Таблица 6 – Содержание обменных форм кальция и магния в почве, ст. Кривянская**

Слой поч-вы, см	Кальций						Магний						Среднее соотношение кальция и магния
	О	М	Д	О	М	Д	О	М	Д	О	М	Д	
	мг-экв./100 г почвы			% от СОК			мг-экв./100 г почвы			% от СОК			
0-20	10,64	12,08	9,60	59	67	61	4,03	2,89	2,62	22	16	17	3,6
20-40	8,73	7,81	9,19	53	50	56	4,00	4,01	3,44	24	26	21	2,2
40-60	7,56	7,83	10,23	49	53	63	3,85	3,68	3,12	25	25	19	2,2
60-80	6,75	8,58	10,82	44	55	67	4,66	4,05	3,44	30	26	21	1,9
80-100	8,11	8,73	8,84	48	52	60	4,73	4,92	4,22	28	29	17	1,8

Примечание: О – зона отбора проб почвы, расположенная непосредственно под капельницей; М – зона максимального накопления солей (примерно 20 см от капельной линии); Д – зона дорожки, в точке наиболее удаленной от капельной линии; СОК – сумма обменных катионов.

Несмотря на внесение гипса осенью 2008 года, такие значения по содержанию обменных катионов свидетельствуют о недостаточном содержании кальция. Соотношение кальция и магния в почве исключительно важно для жизнедеятельности растений. Среднее оптимальное соотношение  $Ca:Mg = 6,5:1$ , в более широких пределах оно может быть 2-8:1. Средние значения по такому соотношению показали, что оно находится в приемлемых пределах, но для оптимального соотношения необходимо повышение содержания кальция. Из общей суммы поглощенных катионов магния не должно быть менее 6 %, т.к. в этом случае растения начинают страдать от его недостатка. В нашем опыте доля магния превышала 6 %. Таким образом, данные почвенных анализов указывали на возможность адекватного снабжения растений этим элементом.

Данные функциональной диагностики указывали на небольшой избыток кальция, порядка 7 %, и существенный недостаток магния, порядка 70 %.

Содержание меди в воде было незначительным, чтобы повлиять на снабжение растений. Почвы опытного участка характеризовались высоким содержанием подвижных форм меди в слое 0-20 см; средним содержанием в слое 20-40 см и низким содержанием в слое 40-100 см.

Такое распределение указывает на возможное возникновение недостатка этого элемента, т.к. основная масса корней располагается глубже 20 см. Анализ листьев указывал на очень высокое содержание меди, которое составило 281 мг/кг сухого вещества (таблица 5). Возможно, что столь высокие значения были вызваны листовыми обработками растений медьсодержащими препаратами. По данным функциональной диагностики, избытка или недостатка по отношению к поступлению меди в растение не отмечено.

Содержание подвижных форм цинка в почве соответствовало высокой степени обеспеченности в верхнем слое 0-20 см, средней – в слое 20-40 см и низкой в слое почвы 40-100 см. Таким образом, по данным почвенной диагностики можно было бы ожидать хорошее снабжение растений цинком. Содержание цинка в листьях томата составило 35,6 мг/кг сухого вещества, что соответствовало низкой обеспеченности растений (таблицы 4 и 5). С помощью функциональной диагностики был определен недостаток цинка, составляющий 49 %.

Содержание подвижных форм марганца в почве соответствовало высокой степени обеспеченности в верхнем слое 0-40 см, средней – в слое 40-80 см и низкой в слое почвы 80-100 см. Исходя из того, что основная масса корней растений томата сосредоточена до глубины 60 см, то почва должна обеспечивать растения марганцем. Анализ листьев томата по определению содержания в них марганца показал, что содержание марганца соответствует 9,4 мг/кг сухого вещества, что, согласно справочнику В. В. Церлинга, соответствовало оптимальной обеспеченности растения. В то же время классификация, предложенная в данном издании, носит несколько неточный характер, так как оптимальным считается диапазон от следовых количеств марганца до 200 мг/кг сухого вещества. Функциональная диагностика указывала на избыток марганца равный 48 % от оптимального уровня. Проведенные анализы однозначно показали, что недостатка в марганце растения не должны испытывать, однако вопрос об оптимальном снабжении растений этим элементом требует уточнения.

Анализ почвы указывал на высокое содержание железа в верхнем слое почвы 0-30 см (14 мг/кг почвы). Содержание железа в листьях томатов соответствовало очень низкой степени обеспеченности растений. При этом на растениях были заметны визуальные симптомы недостатка этого элемента, которые выражались в пожелтении

верхних листьев, сосредоточенном ближе к черешку листа. Данные функциональной диагностики не показали недостатка этого элемента, но в то же время был отмечен избыток марганца. Известно об антагонистическом взаимодействии между железом и микроэлементами, в частности марганцем. Избыточные количества марганца могут вызывать уменьшение темпов поглощения и передвижения железа в растениях, что в свою очередь приводит к снижению содержания хлорофилла и возникновению светло-желтой окраски листьев. Кроме того, возникновение железистой недостаточности может быть вызвано высоким содержанием фосфора, который мешает поглощению и переносу железа в растениях. В нашем опыте было отмечено повышенное содержание фосфора как в растениях, так и в почве. Таким образом, недостаток железа можно было предположить по факту избытка марганца и фосфора.

В ходе наших исследований по определению потребности растений в микроэлементах было выявлено отсутствие надежной общепризнанной методики для тестирования почв на содержание микроэлементов доступных для растений в черноземных почвах.

В литературных источниках рекомендуется для тестирования почв и устранения железистой недостаточности использование хелатирующих агентов ЭДТА и ДТПА [4, 5, 6]. Такими методами, рекомендованными для нейтральных и карбонатных почв, являются методы извлечения микроэлементов с помощью ДТРА (диэтиленetriаминпентауксусная кислота), разработанный Лидсей и Норвелл (1978) [7], а также в помощь экстрагента, содержащего бикарбонат аммония и диэтиленetriаминпентауксусную кислоту (АВ-ДТРА), разработанный Soltanpour и Schwab (1977) [8]. Данные методики переведены нами и могут быть использованы в эколого-аналитической лаборатории нашего института при условии закупки химических реагентов для проведения этого анализа.

Ввиду длительности проведения анализов тканей растений и почвы, подкормки были назначены исходя из данных функциональной диагностики лаборатории «Аквадонис». Так как наибольший недостаток был отмечен для магния, то была проведена фертигация с использованием сульфата магния. Подкормка проводилась согласно инструкции производителя этого удобрения. Норма внесения составляла 30-50 кг/га, концентрация водного раствора не превышала 0,2 %.

В результате через неделю после проведения магниевой подкормки увеличился размер и масса плода в среднем на 36 %.

**Таблица 7 – Определение обеспеченности растений питательными элементами по данным различных анализов**

Содержание элемента	NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B
Почва	-	++	++	-	+	±	±	++	++	н/д
Растения, анализ листьев	0	+	0	н/д	н/д	+	-	0	-	н/д
Растения, функциональная диагностика	0	+	0	+	-	0	-	++	0	-
Примечание: 0 – оптимальное снабжение растений элементом; + – повышенное содержание элемента; ++ – избыточное содержание элемента; - – недостаточное содержание элемента; ± – возможно возникновение недостатка.										

Таким образом, данные полученные с помощью различных методов исследований почвы, воды и растений согласовывались между собой по макроэлементам (NPK), меди и цинку, несколько противоречивые данные были получены для железа и марганца, а также кальция и магния. Поэтому требуется более подробное изучение вопросов, связанных с обеспечением растений микроэлементами на черноземных почвах юга России, включающих уточнение используемых методов анализа растений и почвы, а также классификаций, согласно которым делается вывод о низком или высоком содержании элемента.

### **Список использованных источников**

1 Методические указания по определению металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – ЦИНАО, 1992.

2 Церлинг, В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник / В. В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990 – 235 с.

3 Методика по организации и ведению мониторинга орошаемых земель / Н. С. Скуратов [и др.]. – Новочеркасск: НГМА, 2000.

4 Cox, F. R., Kamprath, E. J., Micronutrient soils tests, in: Micronutrients in Agriculture, Mortvedt J. J., Giordano P. M., Lindsay W. L., Eds., Soil Science Society of America, Madison, Wis. – 1972. – P. 289.

5 Gough, L. P., Shacklette, H. T., Case, A. A., Element concentrations toxic to plants, animals, and man, U.S. Geol. Surv. Bull, 1466. – 1979. – P. 80.

6 Walsh, L. M., Beaton, J. D., Eds., Soil Testing and Plant Analysis, Soil Science Society of America, Madison, Wis. – 1973. – P. 491.

7 Extractable zinc, manganese, iron and copper [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://cropandsoil.oregonstate.edu/sites/default/files/WERA103/Methods/WCC-103-Manual-2003-Soil\\_Zn,Cu,Fe,Mn,B.PDF](http://cropandsoil.oregonstate.edu/sites/default/files/WERA103/Methods/WCC-103-Manual-2003-Soil_Zn,Cu,Fe,Mn,B.PDF), 2011.

8 Patiram, Soil Testing and Analysis: Plant, Water and Pesticide Residues [Электронный ресурс] / Patiram. – New India Publishing, 2007. – 236 p. – Режим доступа: [http://books.google.ru/books?id=QhgSA25b6n-AC&pg=PA80&lpg=PA80&dq=method+AB-DTPA-extractable+Fe&source=bl&ots=44j2mQAo0S&sig=5s2OgL5d9ln-ZMn5ufb7noTB938&hl=ru&ei=o88-TZLtOsGEOsuCIJAL&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=4&ved=0CDAQ6AEwAw#v=onepage&q&f=false](http://books.google.ru/books?id=QhgSA25b6n-AC&pg=PA80&lpg=PA80&dq=method+AB-DTPA-extractable+Fe&source=bl&ots=44j2mQAo0S&sig=5s2OgL5d9ln-ZMn5ufb7noTB938&hl=ru&ei=o88-TZLtOsGEOsuCIJAL&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CDAQ6AEwAw#v=onepage&q&f=false).

УДК 631.675:631.45

**Т. А. Капустина** (ФГБНУ ВНИИ «Радуга»)

## **МОДЕЛИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОРОШЕНИЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ АГРОЦЕНОЗОВ<sup>1</sup>**

Рассмотрены современные методы математического моделирования и компьютерные технологии. Разработана компьютерная программа, обеспечивающая оперативное получение достоверной информации о потребности с.-х. культур в минеральных удобрениях на различных типах почв.

Для успешного регулирования плодородия почвы и роста растений, а также количественных и качественных характеристик технологических операций по обработке почвы, посеву и уходу за культурами, внесению удобрений и почвенных мелиорантов, проведению поливов и др. необходимы модели планирования параметров управляющих воздействий на развивающиеся на полях процессы. Модели оптимизации состава и параметров этих операций при дефиците ресурсов позволяют так планировать распределение недостаточных ресурсов между полями, чтобы получать максимальную отдачу от отдельных полей севооборота или всего хозяйства.

---

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

Сложность решения этой проблемы состоит в необходимости обязательного учета реального потенциала природных ресурсов, их изменчивости, сохранности и восстановления. Агротехнические и мелиоративные мероприятия должны быть адаптивными, т.е. дифференцированными по территории и во времени с учетом различия природных особенностей, что обеспечит повышение продуктивности земель, рациональный уровень плодородия почв, ресурсосбережение и экологическое равновесие природной среды.

Проведение поливов по годовому плану водопользования без учета фактической динамики метеорологического режима может привести к подаче на поля избыточного или недостаточного количества воды, что в наиболее ответственные фазы развития растений приводит к потере всей или большей части прибавки урожая от орошения, а также усиливается разрушающее воздействие на почву.

Многолетний опыт наблюдений свидетельствует о том, что при любой форме инженерной службы эксплуатации внутрихозяйственных оросительных систем (НПО «Полив», УОС и др.) урожайность орошаемых культур зависит главным образом от того, в какой мере фактически реализованный на полях режим поливов соответствует оптимальным требованиям в воде возделываемых культур. Только при своевременных и качественных поливах достигается заданный уровень продуктивности орошаемых земель. В производственных условиях достижение этого уровня обеспечивается не только правильным планированием режимов орошения, но и их своевременной корректировкой с учетом складывающейся метеорологической обстановки, организационно-хозяйственных и других условий.

На основе анализа проводимых в этой области исследований и с учетом разработок ВНИИ «Радуга» предлагается следующая схема решения (рисунок 1):

- для объекта орошения (поля, севооборота, хозяйства) на основе биоклиматического метода определения водопотребления разрабатываются режимы орошения для каждой культуры на базе не менее чем 40-летнего ряда наблюдений;

- из указанного ряда на предстоящий год ожидания выбирается плановый режим орошения;

- на основе выбранного режима орошения и технико-эксплуатационных параметров поливных машин применительно

к конкретным почвенно-рельефным условиям на предстоящий сезон разрабатываются эксплуатационные графики полива;

- на стадии реализации эксплуатационных графиков полива с учетом изменения влажности почвы, метеорологической обстановки, организационно-хозяйственных и других условий производится их корректировка на основе прогнозирования сроков полива на ближайшие 5-10 суток.



**Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема оперативного управления поливами**

Методические основы оперативного управления поливами включают в себя ежедневную оценку почвенных влагозапасов в слое активного влагообмена, динамично связанных с видом и фазой развития сельскохозяйственной культуры.

Методика, лежащая в основе алгоритма для расчета, основана на балансовом принципе [1, 2].

В каждом конкретном случае при близком залегании грунтовых вод дефициты водопотребления орошаемых культур необходимо корректировать, используя опытные и расчетные данные.

В условиях целенаправленного воздействия человека на почву ее природное плодородие проявляется в форме эффективного плодо-



родия, которое в значительной мере зависит от того, насколько рационально и эффективно используется природное плодородие почв. Эффективное плодородие почвы – показатель динамичный и изменяется как в многолетнем цикле в зависимости от погодных условий разных лет, так и в более коротких циклах в течение вегетационного периода.

Оперативное регулирование почвенного плодородия имеет дело как раз с повышением эффективного плодородия почв применительно к конкретным посевам, данному вегетационному периоду.

В повышении плодородия почв решающая роль принадлежит минеральным удобрениям, способным в короткий период поднять содержание в почве питательных элементов фосфора и калия. Для конкретных почвенно-климатических зон и культур разрабатывается система удобрений, т.е. комплекс мероприятий, направленных на повышение плодородия почв, урожайности сельскохозяйственных культур и качества выращиваемой продукции при сохранении экологической среды.

В ФГБНУ ВНИИ «Радуга» разработана компьютерная программа, обеспечивающая оперативное получение достоверной информации по определению потребности сельскохозяйственных культур в минеральных удобрениях в орошаемых зернокармликовых севооборотах на различных типах почв. Предлагаемый способ расчета норм минеральных удобрений балансовым методом осуществляется в среде Excel-97 для IBM PC под управлением операционной системы Windows-98 [3].

Данный метод позволяет рассчитать сбалансированную норму удобрений по каждому элементу питания в зависимости от содержания их в почве, выноса на единицу продукции и величины планируемого урожая сельскохозяйственных культур.

Сложность решения задачи оптимального управления водным и пищевым режимами орошаемых земель в том, что процессы водопотребления и водораспределения в сельском хозяйстве с гораздо большим трудом поддаются формализации, чем в других отраслях производства из-за сильной зависимости их от почвенно-климатических условий и внешних случайных факторов. Поэтому современные методы математического моделирования и компьютерные технологии

позволяют в значительной степени преодолеть эти трудности и находят широкое применение в практике орошаемого земледелия.

### **Список использованных источников**

1 Оросительные нормы (нетто) и их внутрисезонное распределение для основных сельскохозяйственных культур по регионам РФ: сб. / ФГНУ ВНИИ «Радуга». – Коломна, 2007.

2 Программа для ЭВМ «Расчет динамики агроклиматических ресурсов и их регулирование». – Свидетельство о государственной регистрации № 2009610137, дата регистрации 11 января 2009 г.

3 Программа для ЭВМ «Расчет норм и стоимости минеральных удобрений под возделываемые сельскохозяйственные культуры для орошаемых севооборотов для данного типа почвы с учетом повышения их плодородия при применении сложных удобрений». – Свидетельство о государственной регистрации № 2010610698, дата регистрации 20 января 2010 г.

4 Практическое руководство по изучению влияния орошения на свойства почв степных агроландшафтов. – Коломна, 2004.

5 Водопотребление и режимы орошения сельскохозяйственных культур // Справочник: Мелиорация и водное хозяйство. Орошение. – М.: Колос, 1999.

УДК 631.45:631.347

**А. Н. Плитинь** (ФГБНУ ВНИИ «Радуга»)

## **РЕГУЛИРОВАНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ НА ОСНОВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ ОРОШЕНИЯ<sup>1</sup>**

Рассмотрено регулирование плодородия почв на основе экологических аспектов технологий и техники орошения. В ФГБНУ ВНИИ «Радуга» разработана новая концепция управления сбалансированным орошением, включающая ряд принципов. Реализация этих принципов возможна на основе адаптивных режимов орошения, учитывающих все стороны агросистемы.

Анализ водных балансов экосистем с различной степенью антропогенного влияния показал, что в отличие от природных сбалансированных самоорганизующихся экосистем, агросистемы на современном уровне управления, как правило, не сбалансированы с учетом

---

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

их динамики, т.к. на это положение не обращали внимание. Это является одной из главных причин ухудшения почв при мелиорациях.

Исследованиями установлено, что каждая агросистема имеет свой внутренний уровень сбалансированности, который не постоянен и зависит от биологических особенностей растений, метеоусловий, количества внесенного удобрения и орошения.

Углубленное всестороннее рассмотрение мелиоративных режимов логически связывает все уже разработанные направления в мелиорациях и будет служить базой для дальнейшего развития комплексных мелиорации завтрашнего дня. Сами же режимы орошения в этих условиях приобретают более широкий характер: управления экологически-сбалансированным орошением сельскохозяйственных культур.

Управление орошением сельскохозяйственных культур, основанное на экологической сбалансированности агросистемы по многим показателям, позволит устранить большинство противоречий, возникших в традиционных мелиорациях. Учет качества поливной воды переводит режимы орошения в категорию экологических технологий. В этих условиях режимы должны отвечать новым требованиям – быть динамичными, иметь обратную связь.

Объектом воздействия оросительных мелиораций является не только почва, а вся агросистема в целом (рисунок 1).

Оптимизация любых процессов связана со знанием граничных условий. В традиционных режимах орошения – это НВ, верхняя граница оптимального увлажнения и нижняя граница, составляющая определенный процент от НВ в зависимости от культуры и мехсостава почв. В адаптивных режимах орошения границы оптимального увлажнения для растения и почвы будут различны и динамичны в течение вегетации.

Анализ практического опыта эксплуатации дождевальных систем, показывает, что не существует технических средств и технологий, одинаково пригодных для всего многообразия почвенно-климатических и организационно-хозяйственных условий. Следовательно, главная цель научных исследований – разработка малоэнергоемких и водосберегающих техники и технологий орошений, наилучшим образом адаптированных к конкретным условиям места их применения.



**Рисунок 1 – Классификация внешних воздействий на агросистему [3]**

Развитие в России многообразных форм ведения сельскохозяйственного производства, в том числе небольших по площади хозяйств, и большая трудоемкость выращивания на них культур обуславливает необходимость создания специализированной, малогабаритной техники для полива [1].

Количество потенциальных потребителей такой техники орошения составляет около 40 млн человек, которые производят в России более половины сельскохозяйственной продукции.

Основная задача, решаемая при переходе на низконапорные системы – это обеспечение экономически оправданного уровня производительности, при уменьшении энергоемкости водоподачи и высоком качестве дождя, соответствующем экологическим требованиям растений и почв.

Наибольшее применение, с учетом отмеченных особенностей, находят шлангобарабанные дождевальные машины и установки, которые обладают рядом преимуществ: высокая степень автоматизации и производительности труда при поливе (особенно для машин, работающих в движении), хорошая приспособляемость к режимам полива и конфигурации орошаемой площади, высокая мобильность.

В 1990-2000 гг. разработаны 17 видов шлангобарабанной техники для орошения мелкоконтурных участков со сложным рельефом (таблица 1).

**Таблица 1 – Сравнительный обзор технико-экономических показателей шлангобарабанных машин зарубежного и отечественного производства**

№№ п/п	Название дождевальной установки	Наименование и значение агротехнического показателя							
		Потребляемая мощность, кВт	Сезонная нагрузка, га	Удельная материалоемкость, кг/л/с	Коэффициент эффективного полива	Средний диаметр капель дождя, мм	Средняя интенсивность дождя, мм/мин	Коэффициент земельного использования	Коэффициент использования времени смены
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Работающие в движении									
1	Агрос-32	0,590	1,0	165,0	0,65	1,20	0,153	0,98	0,810
2	Rainboy (Bauer)	0,740	2,0	200,0	0,58	1,40	0,825	0,97	0,820
3	Mini Tifoni 50	0,750	2,0	239,1	0,67	1,45	0,127	0,98	0,800

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	КДП-1	0,300	1,0	30,0	0,55	1,20	0,154	0,98	0,660
5	ДШИ-3	0,123	1,0	60,0	0,60	1,40	0,160	0,97	0,780
6	ДШ-1	0,294	1,0	20,0	0,70	1,40	0,480	0,99	0,851
Работающие позиционно									
7	Радуга	0,012	0,06	43,3	0,60	1,00	0,420	0,98	0,710
8	СОМ-1,3	0,243	1,2	25,8	0,65	0,90	0,149	0,99	0,620
9	Дождик	0,035	0,2	55,6	0,60	1,10	0,001	0,99	0,740
10	ПДУ-1	0,137	1,0	14,0	0,60	0,85	0,277	1,00	0,760
11	ДШ-0,6	0,196	1,0	13,5	0,60	1,00	0,390	1,00	0,820
12	ДШ-3	0,883	2,5	13,3	0,55	1,20	0,150	0,98	0,640
13	Perrot-Kreis	0,534	1,5	5,8	0,45	1,25	0,300	0,98	0,600
14	Melnor	0,618	1,5	4,8	0,50	1,35	0,108	0,99	0,810
15	Улитка	0,137	0,6	12,2	0,65	1,20	3,300	0,97	0,720
16	Сегнерово колесо	0,098	0,5	36,0	0,50	1,30	0,382	0,98	0,680
17	ПШД	0,147	0,5	6,8	0,45	0,90	0,597	1,00	0,700

Положительный эффект от полива дождеванием достигается при условии, что интенсивность дождя, образуемого дождевальной установкой, не превышает (близка по значению) скорости впитывания (скорости инфильтрации) воды в почву, а крупность капель оптимальна. При этом условии интенсивность дождя является допустимой, а поливная норма или слой осадков достаточными.

Эмпирическая зависимость величины достаточного слоя осадков  $h$  (в мм), впитывающегося в почву до появления луж, от интенсивности искусственного дождя  $i$  (в мм/мин) и диаметра капель  $d$  (в мм) имеет вид:

$$h = \frac{P}{\sqrt{i}} e^{-0,5d}, \quad (1)$$

где  $P$  – показатель безнапорной водопроницаемости данного типа почвы при дождевании;

$e$  – основание натурального логарифма.

При дождевании экологически безопасным технологическим слоем осадков искусственного дождя (нормой полива) является слой осадков, не превышающий достаточного или эрозийно-допустимого при требуемых поливных нормах от 150 м<sup>3</sup>/га до 600 м<sup>3</sup>/га, допустимая интенсивность дождя для основных типов почв с  $P = 20-120$ , будет иметь значения, указанные в таблице 2.

**Таблица 2 – Допустимая интенсивность дождя для основных типов почв при среднем диаметре капель 1,0 мм**

Значение без-напорной водопроницаемости почвы при дождевании <i>P</i>	Требуемый слой осадков, мм									
	5	20	25	30	35	40	45	50	55	60
20	0,654	0,368	0,235	0,164	0,120	0,092	0,073	0,059	0,049	0,041
30	1,472	0,828	0,530	0,368	0,270	0,207	0,164	0,132	0,109	0,092
40	2,616	1,472	0,942	0,654	0,480	0,368	0,291	0,235	0,195	0,164
50	4,088	2,299	1,472	1,022	0,751	0,575	0,454	0,368	0,304	0,255
60	5,886	3,311	2,119	1,472	1,081	0,828	0,654	0,530	0,438	0,368
70	8,012	4,507	2,884	2,003	1,472	1,127	0,890	0,721	0,596	0,501
80	0,464	5,886	3,767	2,616	1,922	1,472	1,163	0,942	0,778	0,654
90	13,244	7,450	4,768	3,311	2,433	1,862	1,472	1,192	0,985	0,828
100	16,350	9,197	5,886	4,088	3,003	2,299	1,817	1,472	1,216	1,022
120	23,544	13,244	8,476	5,886	4,324	3,311	2,616	2,119	1,751	1,472

Показатель  $P$  является специфической характеристикой почв и позволяет следующим образом классифицировать их по водопроницаемости:  $P < 10-20$  – очень низкая (тяжелый суглинок, глина);  $P = 10-30$  – низкая (средний суглинок);  $P = 31-60$  – средняя (легкий суглинок);  $P = 60-90$  – высокая (супесь);  $P > 90$  – очень высокая (песок).

Для каждого типа почвы он характеризуется допустимой средней интенсивностью дождя  $i_{cp}$  и средним диаметром капель  $d_{cp}$ . В соответствии с агротехническими требованиями к дождевальной технике средний диаметр капель не должен превышать 1,0 мм [5].

Средняя интенсивность дождя  $i_{cp}$  является обобщающим количественным показателем дождения и отражает «дождевую нагрузку» на орошаемую площадь, определяя среднюю плотность выпадения осадков за все время полива [4].

Для установки позиционного действия с вращающимися дождевальными крыльями, этот относительный показатель определяется выражением:

$$i_{cp} = \frac{h}{t}, \quad (2)$$

где  $h$  – слой осадков за один оборот установки, мм;

$t$  – время одного оборота установки, мин.

Слой осадков за один оборот установки определяется по формуле:

$$h = \frac{60 \cdot Q}{\pi \cdot R^2 \cdot n}, \quad (3)$$

где  $Q$  – расход воды установкой, л/с;

$R$  – радиус орошения установки, м;

$n$  – число оборотов установки в минуту.

Продолжительность одного оборота дождевальной установки:

$$t = \frac{1}{n}. \quad (4)$$

Тогда средняя интенсивность дождя:

$$i_{cp} = \frac{60 \cdot Q}{\pi \cdot R^2}. \quad (5)$$

Средняя интенсивность дождя для установки с вращающимися крыльями не зависит от числа оборотов крыльев и определяется рас-



ходом воды и площадью орошения. Поэтому именно средняя интенсивность дождя должна сравниваться с водопроницаемостью почвы, соответствовать ее агроэкологическим характеристикам и являться критерием при выборе типа дождевальной техники. Внедрение адаптивных режимов позволит учитывать интересы человека и природы, управлять агросистемами с учетом экологических ограничений.

Экологически и агробиологически приемлемая техника орошения должна обеспечивать [2]:

- малоинтенсивное длительное положительное воздействие на растение, почву и приземный слой воздуха за счет снижения интенсивности водоподачи ( $U$ ) и приближения его значения к интенсивности водопотребления ( $\varepsilon$ ):  $U > (1-100) \varepsilon$ ;

- исключение значительных потерь воды на сброс и глубинную фильтрацию и доведение коэффициента полезного действия техники орошения до максимально возможного значения КПД  $> 0,98$ ;

- высокое качество технологического процесса полива за счет равномерного распределения воды по всей орошаемой площади ( $K_{\text{эф}} > 0,7$ ;  $K_{\text{недополива}} < 0,15$ ;  $K_{\text{переполлива}} < 0,15$ ), исключения лужеобразования от стока воды по поверхности при искусственном дождевании, а также нарушения структуры и ухудшения водно-физических и физико-механических свойств верхних горизонтов почвы;

- высокую надежность технологического процесса полива и доведения коэффициента готовности дождевальных машин и поливного оборудования до  $K_r > 0,99$ , исключение аварийного сброса воды;

- возможность продуктивного (с коэффициентом  $K_{\text{исп}} = 0,8-1,0$ ) использования вероятных естественных осадков слоем до 15-20 мм и поддержание аккумулялирующей способности верхних горизонтов на соответствующем уровне за счет малоинтенсивного и дробного внесения поливных норм ( $m$ ), существенно не превышающих величину среднесуточной эвапотранспирации ( $e$ ),  $m = (1-10) e$ ;

- аккумуляцию воды не только в почвенном слое, но и в приземном слое воздуха (влажность воздуха при длительном малоинтенсивном дождевании повышается на 5-15) и соответственно снизить испарение с поверхности почвы и перенос солей в ее верхние горизонты;

- возможность в зависимости от погодных условий года изменять водоподачу в широком диапазоне от 0 до 100 м<sup>3</sup>/сутки на протя-

жении вегетации, а также в осенний и весенний периоды для увеличения влагозапасов в почве при недостаточности осенне-зимних и ранневесенних осадков;

- возможность во влажные годы за счет уменьшения водопотребления осуществить орошение на прилегающей к оросительной системе условно богарной территории без существенной реконструкции водоподводящей сети;

- возможность дозированного внесения вместе с поливной водой минеральных и органических удобрений, микроэлементов и химмелиорантов для восстановления и повышения естественного плодородия почв;

- на основе использования современных средств автоматизации и оперативное управление поливом, оптимизацию и строгое выдерживание сроков и норм полива с учетом складывающихся погодных условий.

Основу новой концепции управления сбалансированным орошением составляют следующие принципы:

- многоцелевой подход с переменным приоритетом (максимум урожайности, продуктивность почвы, рациональное водопользование);

- учет состояний агросистемы;

- характер управления орошением: планирование – с ориентацией на конкретную цель по выбранному варианту и регулирование – нейтрализация случайных помех внешних факторов;

- наличие информационной оперативной обратной связи (агромониторинг), обуславливающей время принятия и выполнения решения.

Реализация этих принципов возможна на основе адаптивных (приспосабливающихся) режимов орошения, учитывающих все стороны агросистемы.

Баланс системы показателей оценки качественного уровня дождевальнoй техники (таблица 3) в совокупности с управлением агросистемами на основе адаптивных режимов обеспечит регулирование плодородия почв на орошаемых сельхозугодьях и развитие шлангобаранной техники отечественного производства, которое по технико-экономическим показателям не уступает зарубежным образцам.

**Таблица 3 – Система показателей оценки качественного уровня дождевальной техники**

Группа экономических показателей	Группа показателей, характеризующих энергетическую эффективность	Группа показателей, характеризующих получение прироста продукции и использование природных ресурсов	Группа показателей, характеризующих эксплуатационные параметры ирригационного оборудования	Группа показателей, характеризующих качество технологического процесса полива
Капитальные вложения	Коэффициент энергетической эффективности орошения	Прирост продукции от орошения $V$ в долях от единицы	Трудоемкость нормативного технического обслуживания $STi$ , чел.-ч за сезон	Средняя интенсивность водоподдачи за технологический цикл полива $i_{cp}$ , м <sup>3</sup> /га сут.
Удельная стоимость дождевального оборудования	Коэффициент гидравлической эффективности	Трудоемкость орошения поданной воды $П_{уд.}$ , чел.-ч на 1000 м <sup>3</sup>	Коэффициент сменного использования, $K_{см}$	Слой осадков за один проход машины или оборот $h$ , мм
Капитальные затраты на 1000 м <sup>3</sup> подаваемой воды	Энергетический эквивалент дождевальных машин	Степень использования земельных ресурсов (коэффициент земельного использования орошаемого поля) $KЗИ$ , в долях от единицы	Коэффициент эффективного использования оборудования во времени $K_T$	Степень приближения интенсивности водоподдачи к интенсивности водопотребления $K_{рт}$ , в долях от единицы
Оплата труда в пересчете на 1000 м <sup>3</sup> поданной воды	Экологический коэффициент качества дождя	Степень использования водных ресурсов $KПД$ , в долях от единицы	Коэффициент сезонного использования $K_{сез}$	Средний диаметр капель дождя $d_{cp}$ , мм
Годовой экономический эффект от снижения издержек	Экологический коэффициент равномерности водораспределения	Удельная энергоемкость технологического процесса полива $A_{уд.}$ , кВт ч/м <sup>3</sup>	Эксплуатационная надежность технологического оборудования	Равномерность распределения воды по площади

## Список использованных источников

1 Об утверждении Концепции федеральной целевой программы «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы»: Распоряжение Правительства РФ от 1 октября 2005 г. № 1564-р: по состоянию на 23 марта 2006 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

2 О федеральной целевой программе «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы и на период до 2013 года»: Постановление Правительства РФ от 20 февраля 2006 г. № 99: по состоянию на 26 июля 2010 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

3 Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник / под ред. Б. Б. Шумакова. – М.: Колос, 1999. – 432 с.

4 Губер, К. В. Требования к характеристикам дождя при создании дождевальной техники / К. В. Губер, Г. П. Лямперт, М. Ю. Храбров // Современные проблемы мелиорации и пути их решения: юбилейный сб. науч. тр. РАСХН / ВНИИГиМ. – Т. 1. – М., 1999.

5 Проведение исследований по оценке параметров орошения для обеспечения экологической безопасности и повышения плодородия почв при поливе: отчет о НИР (заключ.) / ФГНУ ВНИИ «Радуга». – Коломна.

УДК 631.45:631.674.5

**А. А. Терпигорев, А. В. Грушин (ФГБНУ ВНИИ «Радуга»)**

### **ПОДДЕРЖАНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАЛОИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОЖДЕВАНИЕМ<sup>1</sup>**

Рассмотрено применение новых технологий, технологических машин и агрегатов в сельскохозяйственном производстве, которое имеет положительную тенденцию воздействия на почву и продуктивности растений и способствует прекращению деградации и повышению плодородия земель.

Уровень плодородия орошаемых почв определяется множеством показателей, ведущая роль среди которых принадлежит содержанию гумуса, элементов питания, водно-физическим свойствам почвы

---

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

(агрегатному составу, водопрочности почвенных агрегатов, аэрированности, влажности почвы и т.д.).

Орошение является важнейшим фактором повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, создающим оптимальные условия роста и развития растений. При различных видах орошения по-разному складываются микроклиматические изменения на поливном участке, водно-физические, химические и микробиологические процессы в почве.

Традиционные технологии дождевания с выдачей вегетационных поливных норм 300-400 м<sup>3</sup>/га, рассчитанные на аккумуляцию воды в почве для потребления ее в межполивной период, сопровождаются значительными потерями оросительной воды в нижние слои почвы, образованием поверхностного стока и значительными перепадами влажности почвы в межполивной период, а в период пикового потребления создают значительную нагрузку на водоисточник. Применяемый в настоящее время шлейф дождевальных машин характеризуется высокой интенсивностью дождя при больших нормах вегетационных поливов отрицательно влияющих на уровень плодородия почв, разрушая ее структуру, нарушая аэрированность и т.д. При этом параметры оросительной сети и поливной техники рассчитывают соответственно на пропуск больших расходов, увеличивающих их материалоемкость. Создание и внедрение малообъемных и малоинтенсивных способов орошения, таких как импульсное дождевание, снимает данные проблемы и делает возможным подавать воду с интенсивностью суточного водопотребления.

Многолетние исследования, проведенные ВНИИ «Радуга», показали, что на изменение уровня плодородия оказывает влияние технология водоподачи: объемы подаваемой воды и периодичность их водоподачи. Проведенные исследования на дерново-подзолистой почве в течение года охватывали варианты водоподачи: полив каждый день, нормой равной суточной эвапотранспирации, полив один раз в 3-4 дня и через 7 дней.

Данные таблицы 1 показывают, что режим водоподачи влияет, прежде всего, на агрегатный состав почвы. Ежедневное орошение нормой, равной суточной эвапотранспирации, по сравнению с традиционной технологией (полив один раз в 7 суток), способствует формированию ценных в агрономическом плане почвенных агрегатов, о чем свидетельствует критерий Фишера ( $F$ ), взятый по сравнению

дисперсий ( $\sigma$ ) результатов опыта и величина коэффициента структурности  $K$ . Величина коэффициента структурности почвы при поливе нормами равными суточной эвапотранспирации составляет 1,54 против 1,40 при традиционном режиме полива.

**Таблица 1 – Изменение агрегатного состава почвы в зависимости от режима водоподачи**

Вариант опыта	Глубина, см	Размер фракций, мм (их % содержание)								
		10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25
Исходная почва		47,30	9,60	8,30	11,40	8,00	7,30	3,60	2,60	1,90
Полив каждый день	0...6	32,63	10,39	9,87	13,00	9,06	9,27	4,26	4,84	6,68
	6...12	43,46	11,91	9,14	12,46	7,88	7,28	2,75	2,58	2,54
	12...18	45,15	8,87	6,79	9,48	7,18	8,29	3,94	4,75	5,55
Полив один раз в 3-4 дня	0...6	40,95	12,97	10,79	11,86	7,60	7,16	3,50	2,83	2,96
	6...12	37,96	13,56	10,68	13,17	7,86	7,55	3,15	2,70	3,37
	12...18	43,20	11,48	10,47	12,94	8,06	7,20	2,98	2,15	1,52
Полив 1 раз в 7 дней	0...6	37,44	12,02	9,64	12,16	8,36	8,10	4,54	3,50	4,24
	6...12	38,58	12,00	9,58	12,67	8,57	8,16	4,16	3,20	2,98
	12...18	49,58	10,27	6,27	11,44	7,31	7,25	3,09	2,32	2,47
$F$ факт. $F$ теор. (5 %)	6,94	2,97	0,76	2,44	1,97	3,09	9,3	5,88	1,25	0

Режим водоподачи влияет и на прочность сформировавшихся агрегатов, способности противостоять их размоканию в воде. Водопрочность агрегатов ( $A$ ), определяемая по методике Андрианова-Качинского, приведена в таблице 2.

**Таблица 2 – Изменение коэффициента структурности почвы ( $K$ ) и критерия водопрочности агрегатов ( $A$ ) при различных режимах водоподачи**

Вариант опыта	Глубина, см	$K$	$A$
Исходная почва	-	1,03	6,80
Полив каждый день	0-6	1,54	4,42
	6-12	1,17	6,65
	12-18	0,97	3,96
Полив 1 раз в 3-4 дня	0-6	1,28	3,25
	6-12	1,42	5,83
	12-18	1,24	5,82
Полив 1 раз в 7 дней	0-6	1,40	2,73
	6-12	1,41	4,39
	12-18	0,92	6,17
Критерий Фишера	$F$ теор.	6,94	
	$F$ факт.	2,88	6,11

Так, после года орошения, почва, поливаемая ежедневно, приобрела структуру, которая оценивается как «хорошая», в то время как при поливе 1 раз в 7 дней – недостаточно удовлетворительная (таблица 3).

**Таблица 3 – Изменение водопрочности агрегатов при различных режимах водоподачи**

Вариант опыта	Глубина, см	Размер фракций, мм (их % содержание)						Оценка водопрочности по Н. И. Саввинову
		3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25	
Полив каждый день	0-6	1,54	0,58	0,60	7,10	33,10	58,88	Хорошая Удовл. Удовл.
	6-12	1,12	0,52	1,30	12,70	22,72	61,64	
	12-18	1,56	0,56	1,38	7,20	27,24	62,06	
Полив 1 раз в 3-4 дня	0-6	0,82	0,30	0,81	4,01	16,56	77,71	Недост. удов. Удовл. Удовл.
	6-12	0,61	0,31	0,88	4,54	29,54	64,12	
	12-18	0,78	0,50	1,26	6,19	21,69	67,58	
Полив 1 раз в 7 дней	0-6	0,63	0,63	0,95	3,27	18,19	75,52	Недост. удовл. Удовл. Удовл.
	6-12	0,89	0,63	1,07	5,45	26,87	65,09	
	12-18	0,92	0,51	0,68	8,47	24,92	64,50	
<i>F</i> факт. (5 %) <i>F</i> теор. (5 %)	6,94	2,73	15,67	1,72	0,57	0,12	0,34	

Оказывая влияние на состояние почвы, режим водоподачи влияет и на рост растений. Опыты орошения на черноземах и дерново-подзолистых почвах овса (таблица 4) показали, что при каждодневном поливе вегетационная масса превышала те же показатели, что и при поливе 1 раз в 7 дней. Особенно четко эта картина прослеживается при увеличении температуры и уменьшении относительной влажности окружающего воздуха. Частые поливы дождеванием малыми нормами также снижают температуру надземной части растений и увеличивают влажность и, создавая наиболее благоприятный микроклимат, способствуют их наиболее продуктивному развитию.

Так, при температуре воздуха выше + 24 °С, в варианте с каждодневным поливом сырая масса овса в опыте с дерново-подзолистой почвой была на 25 % и в опыте с черноземом на 18 % выше, чем при поливе 1 раз в 7 суток. При температуре менее 18 °С, эта разница была незначительной и составила всего 0,6-1,6 %.

Воздействие на почву приводит к изменению механической прочности почвенных агрегатов, закономерно убывающей с возрастанием длительности их сельскохозяйственного использования. Известно, например, что при переуплотнении почв наблюдается снижение урожайности.

**Таблица 4 – Влияние режима водоподачи на рост вегетативной массы овса на типичном черноземе Воронежской области и дерново-подзолистой почве средней полосы России**

Показатели	Режим водоподачи					
	1 раз в 7 дней		1 раз в 3-4 дня		каждый день	
	Тип почвы					
	чернозем типичный	дерново-подзолистая	чернозем	дерново-подзолистая	чернозем	дерново-подзолистая
Температура воздуха +18 °С						
Высота растений, см/%	26,16 91,7	30,8 (98,4)	28,82 100,1	30,7 (98,1)	28,52 100	31,3 (100)
Сырая масса растений, г/%	8,04 93,3	8,64 (98,4)	7,92 91,9	8,50 (96,2)	8,62 100	8,77 (100)
Температура воздуха + 20-24 °С						
Высота растений, см/%	20,6 84,8	31,2 (99,4)	21,42 88,2	31,6 (100,8)	24,23 100	31,4 100
Сырая масса растений, г/%	4,0 81,6	9,68 (75,68)	4,15 84,7	12,61 (98,6)	4,9 100	12,79 (100)
Примечание: в числителе – абсолютная величина; в знаменателе – отклонение от варианта, где растения поливались каждый день, %.						

На водно-физические характеристики почвы оказывает влияние не только режим водоподачи, но и технические особенности поливной техники. Опыты, проведенные на пойменных почвах р. Оки в Луховицком и Озёрском районах Московской области с дождевальными машинами «Фрегат», ДДА-100В и «Кубань», показали: в конце вегетационного периода почва под ДМ «Кубань» имела объемную массу 1,1-1,15 г/см<sup>3</sup>, в то время как под ДДА-100В – 1,16-1,25 г/см<sup>3</sup>, что отразилось на плотности почвы (2,43 г/см<sup>3</sup> под ДМ «Кубань» против 2,60 под ДДА-100В).

Технология подачи сказалась и на агрегатном составе поливных земель. Так, если под ДМ «Кубань» водопрочность почвенных агрегатов характеризовалась как «хорошая» и «отличная», то под ДДА-100В как «недостаточно удовлетворительная» и «неудовлетворительная». Это следствия динамического воздействия капель дождя на почву. Существующая поливная техника, даже в модернизированных низконапорных машинах, характеризуется образованием дождевого облака со средней крупностью капель более 1 мм, что отрица-



тельно сказывается на структуру почвы поливных земель при традиционных поливных нормах. Наиболее благоприятным считается дождь крупностью капель не более 0,4-0,9 мм.

Для поддержания плодородия почвы и получения более высокого урожая в условиях орошения необходимо вносить соответствующие дозы минеральных удобрений, исходя из наличия в почве, степени потребления их растениями и выноса из почвы.

Вынос основных элементов питания (NPK) из почвы зависит от содержания их в почве, вида орошаемых культур, поступления с оросительной водой. Наибольший вынос элементов питания с урожаем (кг на 1 ц продукции) приходится при возделывании зерновых: фосфатов – 1,1-2,5; калия – 2,5-4,7; азота – 2,5-6,8; при возделывании овощей: азота – 0,3-0,6; фосфатов – 0,1-0,2; калия – 0,3-0,9 кг/ц.

Одновременное внесение минеральных удобрений и микроэлементов с поливной водой повышает эффективность их использования в среднем на 30 %. При этом достигается снижение затрат на внесение удобрений в 2-3 раза и повышение урожая от их действия, что позволяет ускорить окупаемость капиталовложений и эксплуатационных расходов.

Внесение минеральных удобрений с поливной водой упрощается при использовании растворов готовых жидких комплексных удобрений (ЖКУ). Растворы готовят на специально построенных растворонакопительных узлах в хозяйствах или непосредственно на участках их внесения. Использование ЖКУ и растворов позволяет исключить: вывоз и утилизацию нерастворимых осадков, составляющих от 9 до 65 кг с каждого 1 м<sup>3</sup> приготовленного раствора; снизить воздействие автотранспортных средств для перевозки удобрений на орошаемое поле, в т.ч. уплотнение почвы, повреждение орошаемых культур и улучшить условия и безопасность работ поливальщика.

Создаются условия внесения микроэлементов в соответствии с фазами развития растений, дозы внесения микроэлементов Zn, Cu, Mo и Co обычно не превышают 2 г (1,6-1,7) на поливную норму 100 м<sup>3</sup>/га. Комплексные растворы микроэлементов Zn, Cu, Mo и Co обычно приготовлены в соотношении 1:1:0,3:01.

Орошение эффективно при проведении подкормки и защиты растений солями микроэлементов: железа, меди, цинка. Так, хороший эффект в борьбе с хлорозом дает двукратная внекорневая подкормка деревьев 0,15%-ным раствором комплексонов железа. При проявлении

признаков цинковой недостаточности, вызывающей розеточность, прибегают к двукратной внекорневой подкормке 0,5-1%-ным раствором сернокислого цинка. При внесении минеральных удобрений в растворе желательнее, чтобы концентрация его не превышала 2 %.

При малоинтенсивном орошении норма вносимых микроэлементов может быть наиболее дифференцирована по продолжительности и по фазам развития, что повышает их усвоение растениями. В тех случаях, когда потребность растений в микроэлементах неравномерна по орошаемому полю, технические средства позволяют внести их нормы локально по отдельным участкам.

Для расчета количества вносимых удобрений, их доз, объемов, норм и средств внесения предложено целый ряд зависимостей. В каждом конкретном случае их целесообразно уточнять, принимая во внимание содержание подвижных питательных веществ в почве, высоту планируемого урожая, биологические особенности удобряемых пород и сортов, обеспеченность растений влагой, агротехнику выращивания и т.д.

Для внесения удобрений дождевальными машинами и установками оборудуются гидроподкормщиками различного типа. При этом достигается полная механизация и автоматизация внесения удобрений без снижения производительности дождевальной техники.

Из группы дозирующих устройств для внесения растворов удобрений наибольший интерес для технологий малоинтенсивного дождевания представляют насосы-дозаторы, работающие по принципу трубки Вентури, работающей за счет создаваемой энергии протекающего по ней оросительной воды. Исходя из производительности (таблица 5) насоса-эжектора, находят время работы гидроподкормщика при одной заправке раствора и количество необходимых заливок.

Применение новых технологий, технологических машин и агрегатов в сельскохозяйственном производстве должно иметь положительную тенденцию воздействия на почву и усиление оптимизации развития не только продуктивности растений, но и способствовать прекращению деградации и повышению плодородия земель. Опираясь на работы И. Михаэлис (ФРГ, 1954 г.), Г. В. Лебедева (ИФР АН СССР им. К. А. Тимирязева), И. И. Агроскина (МГМИ, 1961 г.), В. Ф. Носенко, А. Я. Рабиновича и др. (КазНИИВХ, 1966 г.), во ВНИИ «Радуга» разработаны комплекты малоинтенсивного импульсного дождевания КСИД-1; КСИД-Р, КИД-1, АИД-1 и др. осна-

щены гидроподкормщиками со струйными насосами-инжекторами (рисунок 1). Усовершенствованные комплекты импульсного дождевания позволяют подавать воду растениям в автоматическом режиме в соответствии с интенсивностью ее потребления и имеют возможность поддерживать оптимальную влажность почвы, за счет широкого диапазона изменения цикличности водоподачи (таблица 6).

**Таблица 5 – Основные технические характеристики насосов-дозаторов инжекционного типа**

Давление, МПа		Расход	
ВХОД	ВЫХОД	эжектора, л/мин	всасывания, л/ч
0,5	0	475	2640
	0,1	470	2640
	0,2	470	2640
	0,3	470	2640
	0,325	465	1780
	0,35	460	800
0,6	0	510	2640
	0,1	510	2640
	0,2	510	2640
	0,3	505	2640
	0,35	500	2000
	0,375	490	1250
0,7	0	550	2640
	0,3	545	2640
	0,4	545	2640
	0,45	545	2640
	0,475	540	2050
	0,5	530	1200

**Таблица 6 – Основные технические характеристики модульных комплектов импульсного дождевания**

Показатели	Марка устройства					
	КСИД-10А	КСИД-1	АИД-1	КСИД-Р	КСИД-Р-1,0	КИД-1
1	2	3	4	5	6	7
Год испытания	1989	2004	2005	2006	2008	2009
Площадь, га	10	1,03	0,23*	0,35	1	1
Расход, л/с	10	1,1	$\frac{2,5}{9,5}$ **	$\frac{0,35}{2,8}$ **	$\frac{1,05}{8,4}$ **	1,5-2
Давление, МПа	0,65	0,65	0,55	0,65	0,65	0,5
Ср. интенсивность, мм/мин	0,02	0,02	0,02	$\frac{0,006}{0,07}$ **	$\frac{0,006}{0,07}$ **	0,025
Ср. диаметр капель, мм	1,5	1,2	1,5	0,8	0,8	0,8
Диапазон цикличности, мин	1,5±0,5	1,5±0,5	1,5±0,5	1,5±0,5	1,5±0,5	12-1440***

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
Продолжительность импульсов, мин	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	1-231***
Удельный расход труб, м/га	259,2	250	–	597,1	736	746
Масса, кг	9600	250	45	120	481	287
Примечание: * – с одной позиции; ** – для импульсного / и непрерывного режима водоподачи; *** – возможные пределы установки таймера.						



1



2



3



4



5



6

1 – КСИД-10А при дождевании культурного пастбища; 2 – дождеватель от КСИД-1; 3 – пневмогидроаккумулятор КСИД-Р; 4 – автоколебательный импульсный дождеватель АИД-1; 5 – головной узел КИД-1; 6 – гидроподкормщик

**Рисунок 1 – Комплекты импульсного дождевания**

Создавая наименьший диапазон отклонений влажности почвы от оптимального значения при интенсивности водоподачи, равной интенсивности водопотребления, импульсное дождевание создает условия для формирования факторов плодородия почвы, микроклимата участка и повышения урожайности сельскохозяйственных растений.

## **Список использованных источников**

1 Терпигорев, А. А. Технологии малоинтенсивного орошения для устойчивости агроландшафтов / А. А. Терпигорев, А. В. Грушин, А. Н. Жирнов // Проблемы устойчивого развития мелиорации и рационального природопользования: материалы юбилейной международной научно-практической конференции (Костяковские чтения). – Т. I. – М.: Изд. ВНИИА, 2007. – С. 371-379.

2 Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник / под ред. Б. Б. Шумакова. – Т. 6. – М.: Агропромиздат, 1990. – 415 с.

3 Передкова, Л. И. Влияние режима малоинтенсивного дождевания на агрегатный состав почв и развитие растений / Л. И. Передкова, А. А. Терпигорев, А. В. Грушин // Материалы Международной практической конференции «Социально-экономические и экологические проблемы сельского и водного хозяйства». – Ч. I. – М.: МГУП, 2010.

УДК 631.417.2:631.452:631.67«5»

**Р. Е. Юркова, Л. М. Докучаева, Т. П. Андреева, Е. В. Долина,  
Э. Н. Стратинская, Т. В. Усанина (ФГБНУ «РосНИИПМ»)**

### **ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ И ПИТАТЕЛЬНОГО РЕЖИМА ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧЕСКОГО ОРОШЕНИЯ**

В статье приводятся приемы накопления общего гумуса и улучшения его состава, возможности оптимизации питательного режима почв при внесении минеральных и органических удобрений в условиях циклического орошения.

Основным показателем плодородия почв является гумус, его запасы и качественный состав. Сработка запасов гумуса сопровождается ухудшением практически всех свойств почв – разрушением структуры, уплотнением и снижением водопроницаемости, выщелачиванием кальция, уменьшением содержания доступных элементов питания и биологической активности и, как следствие, потерей почвой ее роли как геохимического барьера.

Основными направлениями в решении проблемы обеспечения почв гумусом являются:

- сохранение существующих запасов гумуса;

- увеличение обеспеченности почв гумусом за счет внесения органических веществ;

- создание благоприятных условий для накопления и закрепления органических веществ в почве.

Так как гумусное состояние находится в прямой зависимости от свойств почв, первоочередными мероприятиями по его оптимизации являются те, которые способствуют снижению или исключению деградационных процессов, таких как:

- переувлажнение и заболачивание;

- осолонцевание и ощелачивание;

- уплотнение и слитизация;

- вторичное засоление и т.д.

Затем должны проводиться приемы по накоплению общего содержания гумуса и улучшению его состава. Основную часть дефицита гумуса следует компенсировать в орошаемую фазу при осуществлении химической мелиорации, которую по последним разработкам РосНИИПМ рекомендуется проводить удобрительно-мелиорирующими компостами или сочетая кальцийсодержащие вещества (гипс, фосфогипс) и органику [1]. Остальные запасы гумуса должны быть восполнены в неорошаемую фазу. Именно в неорошаемых условиях, когда влажность и воздух в почвах более оптимизированы, возобновляются аэробные процессы, активизирующие микробиологическую деятельность. В эту фазу нормализуется процесс гумификации тех пожнивно-корневых остатков, которые в большей своей массе формируются в фазу орошения, меняется состав гумуса, в сторону образования гуматов. Вновь образованные гуматы кальция обеспечивают создание водопрочной структуры.

При выборе агрономелиоративных приемов по накоплению гумуса необходимо придерживаться следующих положений:

- баланс гумуса в пахотных почвах зависит от баланса органически связанного азота. Внесение минерального азота снижает потери гумуса почвой. Кроме этого, азот минеральных удобрений участвует в процессах гумификации свежего органического вещества (растительных остатков, навоза и др.) и тем самым увеличивает количество новообразованного гумуса, и часть азота минеральных удобрений закрепляется в почве в органической форме;

- для поддержания бездефицитного баланса органического вещества в пахотном слое почв необходимо вносить органические удобрения в сочетании с оптимальными нормами минеральных туков, рассчитанных на запланированный урожай с учетом запасов питательных элементов в почве и внесения их с органикой;

- при разработке системы удобрений следует иметь в виду, что нормы органических удобрений существенно изменяются в зависимости от типа севооборота, структуры посевов, уровня урожайности и должны уточняться с учетом местных условий. Научными учреждениями разработаны нормы внесения органических удобрений для орошаемых почв юга России [2]: на выщелоченные черноземы – 7-12 т/га в год; на обыкновенные – 6-8 т/га в год; на каштановые почвы – 4-5 т/га;

- эффективность 1 т сидератов за ротацию севооборота эквивалентна 1 т подстилочного навоза, так, например, 150-200 ц зеленой массы пожнивной бобовой культуры, запаханные поздней осенью по своему удобрительному действию равноценны внесению 20 т навоза на 1 га [3];

- многолетние травы накапливают 1,0-1,5 т/га органического вещества в год, а при высоких урожаях – до 6-10 т/га;

- с каждой 1 тонной измельченной соломы, стержней и корней вносится до 800 кг органического вещества, 15 кг азота, 8 кг калия, микроэлементы соломы стимулируют биологическую активность почв. Развивающийся при ее внесении комплекс сапрофитной микрофлоры подавляет болезнетворные микроорганизмы, способствует мобилизации питательных веществ из почвы, фиксации атмосферного азота. Солому хорошо вносить с жидким навозом, фосфатами, терриконовой породой. В солоmistый навоз следует добавлять азотные удобрения – на 1 т до 15 кг азота;

- органические удобрения (навоз КРС, птичий помет, измельченную солому) целесообразно сочетать с кальцийсодержащими мелиорантами. Мелиоранты способствуют лучшему использованию удобрений, повышают коэффициент гумификации, снижают подвижность гуматов, увеличивая последствие удобрений;

- в связи с недостатком органики следует развивать компостирование.

Исходными материалами служат осадки сточных вод, промышленных и бытовых отходов + популяция бактерий и других микроорганизмов, а также наличие кислорода и влажности. При внесении компостов в почву поступает на гектар в среднем 50-60 кг азота, 15-20 кг фосфора, 16-20 кг калия, 50-70 кг кальция, 12-15 кг серы, а также зольные вещества и микроэлементы. По сравнению с навозом при внесении в равных дозах компоста и навоза в почву поступает в 1-2 раза больше азота, в 12-20 раз фосфора, а калия, кальция и серы в несколько десятков раз. В компостах наблюдается большее содержание бора, йода, меди, марганца, кобальта.

Прямое воздействие на консервативную часть гумуса с целью увеличения содержания и запасов гуматов и гумина, изменения группового состава гумуса более сложно. Для этого необходимо изменить или общие условия гумификации или использовать хорошо гумифицированные органические удобрения, а именно: гуминовые препараты, углегуматы, органо-минеральные компосты [4, 5].

Оптимизация питательного режима при циклическом орошении осуществляется не только минеральными, но и органическими удобрениями.

Основные виды минеральных удобрений (МУ) представлены фосфорными, азотными, калийными. Они могут быть простыми и комплексными. Также для повышения минерального питания сельхозкультур необходимо сбалансированное внесение не только макроэлементов, но и микроэлементов.

На данный момент особое внимание уделяется смешанным удобрениям, выполняющим не только удобрительные функции, но и стимулирующие рост растений процессы формирования качества урожая, в частности, накопления белка, усиливающих процессы реутилизации элементов питания из вегетативных органов.

Широкое распространение в последние годы получило новое комплексное безбалластное удобрение норвежской компании Гидро Агри – КРИСТАЛОН [6]. Содержит 18 % азота (из них 4,9 % в нитратной, 3,3 – в аммиачной и 9,8 в амидной формах); по 18 % фосфора и калия, 3 % магния, 0,025 % цинка. Все элементы питания содержатся в водорастворимой форме. Микроэлементы находятся в форме хелатного комплекса с ЭДТА. В отличие от гуматов, содержание пита-



тельных веществ в которых непостоянно, КРИСТАЛОН – строго соответствует сертификату анализа.

Традиционно во всем мире КРИСТАЛОНЫ используют для организации полного минерального питания культур закрытого грунта (гидропоника) и в системах капельного полива на овощных и плодовых, но в России КРИСТАЛОНЫ отлично зарекомендовали себя в качестве листовой подкормки для полевых культур.

НИТРАБОР представляет собой смесь кальциевой селитры с кристаллической борной кислотой. Содержит 15,5 % азота, 26 % кальция, 0,2 % бора, рекомендуемая доза внесения под большинство полевых культур – 20-50 кг/га. Производитель КРИСТАЛОНОВ и НИТРАБОРА – компания «Hydro Agri Rotterdam B.V.», Голландия.

МАСТЕР 18.18.18+3 и МАСТЕР 3.11.38+4 представляют собой кристаллический продукт белого цвета. По химическому составу они абсолютно идентичны соответственно КРИСТАЛОНУ ОСОБОМУ и КРИСТАЛОНУ КОРИЧНЕВОМУ.

Удобрение АВА – это комплексное бесхлорное, стимулирующее рост почвенных микроорганизмов удобрение, представляющее собой высокотемпературный закаленный расплав солей метафосфорной кислоты. Состав сбалансирован по всем основным элементам питания растений. Удобрение негигроскопично, имеет острую температурную зависимость растворения. Рабочая температура растворения удобрения в почве – выше +8 °С [7].

Растворение стеклообразных гранул удобрения происходит постепенно, в течение 2-3-х лет, в отличие от традиционных удобрений, которые сразу растворяются и вымываются из почвы. Интенсивность растворения гранул АВА зависит от температуры среды, что соответствует изменению потребности растений в питательных элементах при различных температурных условиях. При сезонном снижении температуры и темпов развития биомассы скорость растворения стеклообразных фосфатных гранул также резко замедляется.

МИКРОМАК и МИКРОЭЛ – комплексные минеральные удобрения с микроэлементами. Комплекс этих удобрений имеет цель повысить эффективность работы фосфорных и калийных удобрений и снизить традиционное внесение азотных удобрений за счет повышения эффективности их использования, а также активизации процесса азотфиксации. Испытания показали возможность уменьшения я дозы

внесения азотных удобрений на 30-50 % без снижения урожайности зерновых культур. Производится данный препарат ООО «Волски Биохим», г. Нижний Новгород.

БОРОПЛЮС представляет собой продукт ферментативного разложения растительного субстрата. Характеризуется высоким содержанием аминокислот и прогормональных соединений, в результате чего выполняет функцию стимулятора роста растений. По данным производителя, МЕГАФОЛ может играть роль стрессопротектанта, стимулирует обмен веществ и усвоение растениями элементов питания из удобрений и почвы. Удобрения серии МАСТЕР, БОРОПЛЮС и препарат МЕГАФОЛ производятся компанией Valagro (Италия).

Для выбора фаз циклического орошения, а также оценки потенциального выноса веществ в водные объекты важную роль играет растворимость минеральных удобрений в воде. Наиболее растворимыми являются азотные удобрения, такие как аммиачная селитра, мочевина, сульфат аммония и т.д. Фосфорные и калийные менее растворимы [8, 9]. Видимо, быстрорастворимые МУ лучше использовать в неорошаемую фазу, а постепенно растворимые в течение 2-3 лет – в орошаемую фазу.

В севообороте эффективность удобрений значительно возрастает по сравнению с бесменным возделыванием культур или монокультурой за счет более полного использования питательных веществ разными культурами.

Большое влияние на нормы удобрений под культуры оказывают предшественники, которые оставляют в почве неодинаковые количества пожнивно-корневых остатков, по-разному удобряются, оказывают различное влияние на водный и питательный режимы почвы, засоренность полей.

При разработке системы удобрений в севообороте нужно, прежде всего, изучить урожайность сельскохозяйственных культур по полям севооборота за последние 3-5 лет и запланировать их урожайность на предстоящие годы в соответствии с местными почвенно-климатическими и организационно-хозяйственными условиями, а при циклическом орошении уточнить соотношение орошаемых и неорошаемых фаз.

Во-вторых, необходимо установить факторы, находящиеся в минимуме, ограничивающие рост урожайности сельскохозяйствен-

ных культур и эффективность удобрений, обеспеченность каждого поля доступными формами питательных веществ.

Главным фактором, определяющим уровень урожаев и их устойчивость в зоне с недостаточным и неустойчивым увлажнением, является влага. Поэтому основой эффективного ведения земледелия без орошения (неорошаемой фазы) в данных условиях служат агротехнические мероприятия, направленные на накопление влаги в почве и наиболее экономное, эффективное ее использование выращиваемыми растениями. Система удобрений без орошения должна способствовать ослаблению зависимости урожая от погодных условий. Как показывает практика, этому может содействовать применение в севооборотах умеренных количеств органических и минеральных удобрений.

Так как основой земледелия зоны неустойчивого увлажнения являются зерновые культуры, то система удобрения состоит в использовании ресурсов навоза с внесением его в одном-двух полях севооборота по 10-15 т на 1 га при средней обеспеченности навозом 1-2 тонны на 1 га пашни и в применении небольших количеств минеральных удобрений [10]. Фосфорные удобрения вносят в малых дозах в рядки при посеве зерновых, азотные – под озимую пшеницу в подкормку, а под яровую пшеницу – до посева в дозах 20-30 кг N на 1 га. Такие минимальные дозы удобрения при выполнении агротехнических приемов сухого земледелия обеспечивают получение возможных урожаев с поддержанием плодородия почв на современном его уровне.

Система удобрений в севооборотах на участках с циклическим орошением должна быть только органоминеральной. Это позволит сохранить стабильность показателей, характеризующих потенциальное плодородие почвы, и обеспечить устойчивые высокие урожаи возделываемых культур.

Основным органическим удобрением в неорошаемую фазу, когда не проявляется щелочность, является навоз, птичий помет, измельченная солома, сидераты. Если требуется органика в орошаемую фазу, следует использовать удобрительно-мелиорирующие компосты и смеси, которые одновременно устраняют щелочность и солонцеватость, обогащают почву органическим веществом и создают условия для процессов гумификации и нитрификации [1, 11].

Система удобрений в севообороте не является постоянной. Под влиянием их систематического использования изменяются агрохимические параметры почвы, в соответствии с этим должны корректироваться дозы и соотношения вносимых туков.

Выявлено, что при систематическом внесении полного минерального удобрения, повышенных доз фосфорных удобрений, а также навоза, происходит заметное увеличение содержания валового и, особенно подвижного фосфора. Эффективность фосфорных удобрений, в данном случае, снижается. Так, при содержании в почве  $P_2O_5$  4-10 мг/кг нормой фосфорных удобрений под озимую пшеницу оказалась  $P_{120-150}$ , при содержании 25-30 мг/кг она, соответственно, уменьшилась до  $P_{50-90}$ , а при высоком содержании – 40 мг/кг и выше, внесение фосфора ограничивалось предпосевным.

В отличие от фосфора, азот не накапливается в почве на орошении в значительных количествах, поэтому последствие его выражено менее четко.

Положительное действие калия во времени на поливных землях, как правило, возрастает. Особенно это проявляется при насыщении севооборотов многолетними травами.

Рассчитанную дозу удобрений следует корректировать в зависимости от запасов питательных веществ на участках, от предшественников и от вида удобрений на предшествующую культуру.

Таким образом, при циклическом орошении, в связи с изменением мелиоративного режима, требуются определенные приемы, как для орошаемых, так и неорошаемых фаз, оптимизирующие гумусное состояние и питательный режим.

### **Список использованных источников**

1 Шалашова, О. Ю. Очищающие, удобрительные и мелиорирующие компосты / О. Ю. Шалашова, Р. Е. Юркова, С. Л. Гарин // Мелиорация антропогенных ландшафтов: межвуз. сб. науч. тр. – Т. 22: Проблемы природопользования и обеспечения экологической безопасности. – Новочеркасск, 2004. – 294 с.

2 Орлов, Д. С. Особенности органического вещества орошаемых почв / Д. С. Орлов, Е. М. Аниканова, В. А. Маркин // Проблемы ирригации почв юга черноземной зоны. – М.: Наука. – 1980. – С. 36-42.

3 Полуэктов, Е. В. Влияние антропогенной деятельности на свойства почв: учеб. пособие / Е. В. Полуэктов, В. В. Турулёв. – Новочеркасск, 1995. – 83 с.

4 Александрова, Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. – Л.: Наука, 1980. – 217 с.

5 Кононова, М. М. Органическое вещество целинных и освоенных почв / М. М. Кононова. – М.: Наука, 1972. – 277 с.

6 Минеральные удобрения. – <http://www.exponet.ru/exhibition/online/interagrokd2003/hydro.ru.html>.

7 Минеральные удобрения. – [http://www.avamarket.com/B\\_Products/b7](http://www.avamarket.com/B_Products/b7).

8 Державин, Л. М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии / Л. М. Державин. – М.: Колос, 1992. – 270 с.

9 Шафран, С. А. Комплексные минеральные удобрения / С. А. Шафран // Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 11. – С. 26-30.

10 Михайлов, Н. И. Определение потребности растений в удобрениях / Н. И. Михайлов, В. П. Книпер. – М.: Колос, 1971. – 256 с.

11 Выбор приемов воспроизводства плодородия солонцовых почв при орошении / В. Н. Щедрин [и др.]. – М.: Мелиоводинформ. – 2010. – 23 с.

---

---

## РАЗДЕЛ II

### ОРОШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

---

---

УДК 631.459:626.8

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

#### **СПОСОБ ЗАЩИТЫ СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ ОТ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

В статье приводится разработанный сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПМ» способ защиты склонов от водной эрозии; он позволяет снизить эрозионные процессы и предотвратить рост вершин оврагов за счет поглощения поверхностного стока предложенным неорганическим наполнителем.

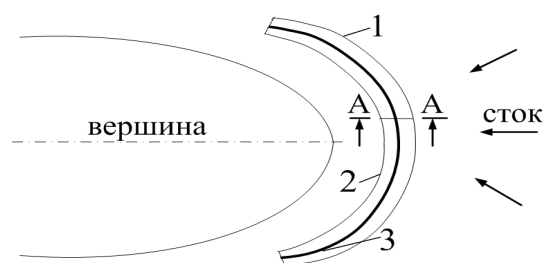
В последние годы изучению эрозионных процессов уделяется большое внимание. Это связано с активизацией этого негативного процесса на огромных территориях. Только в Южном федеральном округе (ЮФО) ежегодный ущерб, причиняемый эрозией сельскому хозяйству, по прогнозным оценкам специалистов ФГБНУ «РосНИИПМ» составляет величину порядка 2-2,5 млрд руб. [1]. Более 20 % сельскохозяйственных площадей поражены эрозией. Овраги вывели из оборота свыше 6 млн га земель по всей стране. Годовой прирост площади эродированных почв составляет 0,4-1,5 млн га, оврагов – 80-100 тыс. га. За последние 300 лет на площадях сельскохозяйственного освоения в бассейнах Волги, Дона и Днепра объем смыва почв со склонов превысил 100 млрд м<sup>3</sup> [2]. Несмотря на принимаемые в последние годы меры, процессы деградации сельскохозяйственных угодий усиливаются, приобретают угрожающие масштабы и резко ухудшают качественное состояние угодий.

Для борьбы с эрозионными процессами, применяют различные методы и способы.

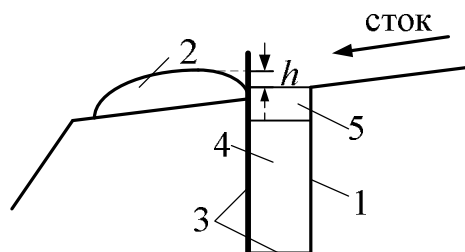
Нами в ФГБНУ «РосНИИПМ» был предложен способ защиты склонов от водной эрозии, позволяющий снизить эрозионные процессы, который может предотвратить рост вершин оврагов и перевод земель в категорию нарушенных за счет поглощения поверхностного стока неорганическим наполнителем, представляющим собой морозо-

стойкие пластмассовые шары со сквозными отверстиями, которые в дальнейшем способствуют постепенной фильтрации.

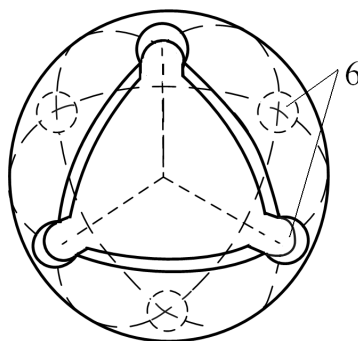
Способ защиты склонов от водной эрозии заключается в создании перед действующей вершиной оврага (рисунок 1) дугообразной (по горизонтали местности) траншеи 1, которую роют с перемещением грунта в водозадерживающий земляной вал 2 и укатывают катком. Далее устанавливают водоудерживающий экран 3 высотой  $h$ , охватывающий дно и стенку траншеи 1 (рисунок 2). Заполняют траншею 1 неорганическим наполнителем 4, представляющим собой пластмассовые шары, имеющие сквозные отверстия 6 (рисунок 3) и сверху насыпают фильтрационный материал 5 (рисунок 2), до уровня поверхности почвы.



**Рисунок 1 – К пояснению способа защиты склонов от водной эрозии (вид сверху)**



**Рисунок 2 – Схема траншеи с неорганическим наполнителем (А-А)**



**Рисунок 3 – Схема элемента неорганического наполнителя**

Способ работает следующим образом: поверхностный сток, стекая со склона и попадая в траншею 1, задерживается водоудерживающим экраном 3 (рисунок 1), расположенным перед водозадерживающим земляным валом 2. Поверхностный сток, проходя через фильтрационный материал 5 (рисунок 2), поступает в траншею, где, по мере наполнения, проникает в сквозные отверстия 6 пластмассовых шаров, в результате чего происходит задержание влаги. После весеннего оттаивания и по мере снижения уровня накопленной влаги в почве происходит постепенная фильтрация за счет задерживаемой воды неорганическим наполнителем 4, находящейся в пустотах пластмассовых шаров (рисунок 3).

Длину траншеи рассчитывают в зависимости от величины вершины оврага, ширина и глубина определяются величиной планируемого задержания стока. Гидрологические расчеты ведут по формуле А. Н. Костякова на задержание стока 10%-ной обеспеченности. В качестве фильтрационного материала используется каменноугольный шлак фракцией 2,0-2,5 см. Неорганический наполнитель диаметром 5 см, с толщиной стенки, равной 0,2-0,3 см, имеющий 6 сквозных отверстий диаметром 0,5 см, изготавливается на заказ промышленными предприятиями методом прессформ. Водоудерживающий экран представлен пластмассовыми пластинами толщиной 0,4 см.

За счет постепенной фильтрации, полученной в результате задержания поверхностного стока неорганическим наполнителем, значительно уменьшается смыв почвы и предотвращается рост вершины оврага. В процессе прохождения воды через фильтрационный материал происходит ее обогащение цеолитными свойствами, что благоприятно сказывается на почве и растениях. В экологическом отношении это благоприятный и высокоэффективный вариант решения проблемы защиты земель от процессов и последствий водной эрозии.

#### **Список использованных источников**

1 Щедрин, В. Н. Орошение сегодня: проблемы и перспективы / В. Н. Щедрин. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2004. – 255 с.

2 Васильев, С. М. Повышение устойчивости и эффективности использования агроландшафтов аридной зоны в условиях постоянного и циклического орошения / С. М. Васильев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2006. – 364 с.



З Костяков, А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. – 6-е изд. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 862 с.

УДК 631.674.6:631.675.2

**Л. А. Воеводина** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **ВЛИЯНИЕ ПЕРЕПОЛИВОВ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ НА МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ**

В статье рассмотрены поливные нормы при капельном орошении, полученные с помощью различных методов расчета, и фактически применяемые в хозяйствах. Установлен факт завышения поливных норм на 40-110 % по сравнению с расчетными. Рассмотрено влияние завышенных поливных норм при капельном орошении на содержание солей и нитратов в почве и грунтовой воде.

Капельное орошение в последние годы стало широко внедряться в сельскохозяйственную практику как больших, так и малых хозяйств. Одним из ключевых вопросов успешного применения капельного орошения является правильно разработанный режим орошения. В ходе разработки экологически безопасных режимов орошения нами были проанализированы применяемые в различных хозяйствах режимы орошения.

Исследования проводились в станицах Кривянская и Красюковская в весенних пленочных теплицах при выращивании томатов, а также при выращивании лука репчатого в открытом грунте в ЗАО «Нива» Весёловского района Ростовской области. Схема посадки растений томата была (90 + 50) см, расстояние между растениями в рядке 30 см. Лук высевался по схеме 60 + 5 + 20 + 5 + 20 + 5 + 20 + 5, расстояния между растениями в рядках – 5-7 см.

Полив в станицах Кривянская и Красюковская проводился с помощью щелевых капельных линий с номинальным расходом 484 л/час/100 м или 0,98 л/час для одной капельницы при давлении 0,7 атмосфер. Расстояние между капельницами 20 см, толщина капельной линии 8 милс, внутренний диаметр 16 мм. Расстояние между капельными линиями 140 см. В качестве источника орошения использовались скважины.

Полив в ЗАО «Нива» осуществлялся из Багаевско-Садковской оросительной системы. Источник орошения р. Дон. Для полива использовались капельные линии с встроенными капельницами с номинальным расходом 0,65 л/час при давлении 0,65 атмосфер. Расстояние

между капельницами 20 см, толщина капельной линии 6 милс, внутренний диаметр 16 мм. Схема раскладки капельных линий (90 + 50) см.

Характеристика поливной воды на опытных участках представлена в таблице 1.

**Таблица 1 – Характеристика поливной воды на опытных участках**

Месторасположение	Солевой состав поливной воды	Минерализация, мг/л	Электропроводность, дСм/м
ст. Кривянская	Сульфатно-натриевый	3317	4,05
ст. Красюковская	Сульфатно-хлоридно-натриевый	3109	3,34
ЗАО «Нива» Весёловского района	Гидрокарбонатно-натриевый (начало лета)	605	0,535
	Сульфатно-натриевый (конец лета)		

Для определения поливной нормы мы применили несколько расчетных методов: метод, разрабатываемый в рекомендациях, с использованием биоклиматических коэффициентов при определении эталонной транспирации по методу Пенмана-Монтейта; определение поливной нормы по формуле, предложенной О. Е. Ясониди, при очаговом и полосовом капельном орошении [1], а также по справочным данным для тепличных хозяйств [2].

Для расчета потенциальной эвапотранспирации по методу Пенмана-Монтейта использовалась программа, разработанная ФАО в 2009 году EToCalc (V3.1) [3]. Данная программа разработана в соответствии с порядком вычислений, описанным в FAO Irrigation and Drainage Paper № 56 [4]. С помощью этой программы была вычислена потенциальная эвапотранспирация по данным максимальной и минимальной суточной температуры воздуха. Поливная норма вычислялась согласно порядку, подробно изложенному в разрабатываемых в данный период времени рекомендациях.

Ввиду того что поливная вода в станицах Кривянская и Красюковская отличалась повышенной минерализацией, расчетная поливная норма была увеличена с учетом величины минимального дополнительного количества воды (в долях от вносимого количества воды), которое должно пройти через корнеобитаемую зону для предотвращения засоления,  $LR_c$ , согласно формуле [5]:

$$LR_t = \frac{EC_w}{2(\max EC_e)},$$

где  $LR_t$  – минимального дополнительного количества воды (в долях от вносимого количества воды), которое должно пройти через корнеобитаемую зону для предотвращения засоления;

$\max EC_e$  – максимальная электропроводность вытяжки из насыщенной почвы, дСм/м (для томатов – 12,5; для лука – 7,5);

$EC_w$  – электропроводность оросительной воды, дСм/м.

Полученные значения  $LR_t$  составили для ст. Кривянская 0,16; для ст. Красюковская – 0,13; для ЗАО «Нива» – 0,04.

Исходные данные для расчетов представлены в таблицах 2 и 3.

**Таблица 2 – Исходные данные для определения расчетной поливной нормы в соответствии с порядком разрабатываемом в рекомендациях**

Место проведения опыта	Период	Средняя за период температура воздуха		ЕТо, м <sup>3</sup> /га в сутки	k <sub>c</sub>	LR <sub>t</sub>	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га
		минимальная	максимальная				
Ст. Кривянская	с 11 по 20 мая	16,3	32,7	48	1,05	0,16	58,5
Ст. Красюковская	с 11 по 20 мая	14,3	32,2	47	1,05	0,13	55,8
ЗАО «Нива»	с 5 по 10 июня	18,4	27,1	64	0,6	0,04	39,9

Примечание: ЕТо – величина эталонной эвапотранспирации, полученная с помощью программы ЕТоCalc (V3.1); k<sub>c</sub> – коэффициент культуры в соответствии с биоклиматической кривой.

**Таблица 3 – Исходные данные для определения расчетной поливной нормы, по формуле О. Е. Ясониди**

Место проведения опыта	h	α	β <sub>v</sub>	β <sub>n</sub>	K <sub>k</sub>	m
Ст. Кривянская	0,6	1,2	25	20	0,8	282
Ст. Красюковская	0,6	1,2	27	22	0,8	305
ЗАО «Нива»	0,4	1,2	28	22	0,8	211

В мае водопотребление томата, согласно [2], составляет 0,85 л/сутки на одно растение, в июне – 1,0 л/сутки, при плотности посадки 4,7 растений на квадратный метр в двадцатых числах мая потребуется до 4,7 л/сутки на м<sup>2</sup>, или округленно 50 м<sup>3</sup>/га.

Формула, предложенная О. Е. Ясониди, при очаговом и полосовом капельном орошении:

$$m = 100h\alpha \frac{K_k}{(2,0 - 2,0K_k + K_k^2)^{0,5}} (\beta_v - \beta_n),$$

где  $m$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;

$h$  – глубина очага увлажнения, м;

$\alpha$  – объемная масса расчетного слоя почвы, т/м<sup>3</sup>;

$K_k$  – увлажняющийся участок, выраженный в частях от площади питания растений;

$\beta_v$  – верхний предел средней влажности почвы в объеме контура увлажнения, % от массы почвы;

$\beta_n$  – нижний предел средней влажности почвы в объеме контура увлажнения, % от массы почвы.

В таблице 4 представлены расчетные и фактические поливные нормы, применявшиеся на опытных участках. По данным таблицы 4 видно, что поливные нормы были значительно завышены на 40-110 %. Промачивание почвы в станицах Кривянская и Краснокуковская фактически подаваемыми поливными нормами составило порядка 1,00-1,10 м, а рекомендованная для овощных культур величина расчетного активного слоя почвы составляет 0,60 м. В ЗАО «Нива» Веселовского района расчетная поливная норма с использованием порядка, разработанного в рекомендациях, должна была составить 39,9 м<sup>3</sup>/га в сутки, фактически же средняя поливная норма составляла 56 м<sup>3</sup>/га в сутки, что превышает расчетную величину на 40 %.

**Таблица 4 – Расчетные и фактические поливные нормы на опытных участках**

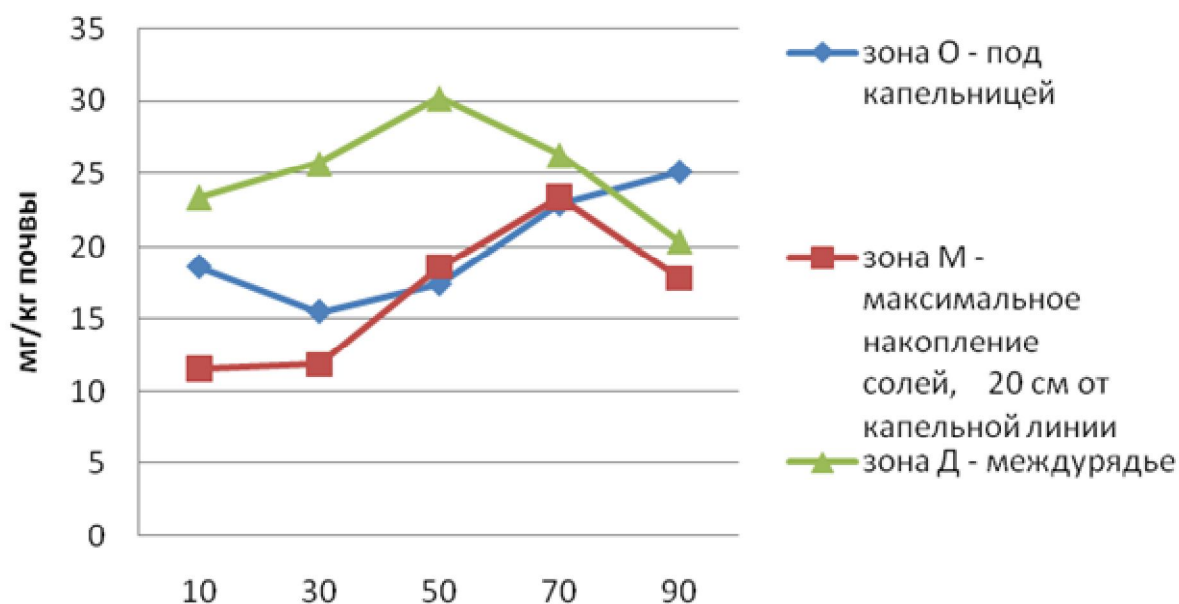
Место проведения опыта (срок). Фаза развития	Расчетная поливная норма, м <sup>3</sup> /га			Фактическая поливная норма, м <sup>3</sup> /га в сутки
	разрабатываемая в рекомендациях, в сутки	по формуле Ясониди	по справочнику [2], в сутки	
1	2	3	4	5
Ст. Краснокуковская (с 11 по 20 мая). Фаза плодообразования	55,8	305 (один полив в пять дней)	47,5	105
Ст. Кривянская (с 11 по 20 мая). Фаза плодообразования	58,5	282 (один полив в пять дней)	47,5	115

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
ЗАО «Нива» (с 5 по 10 июня). 4-5 настоящих листьев	39,9	211 (один по- лив в пять дней)	-	56

Чрезмерные поливные нормы способствуют неэффективному использованию воды и удобрений, глубокое промачивание почвы приводит к вымыванию питательных элементов и прежде всего нитратов в нижерасположенные слои почвы, где они недоступны основной массе активных корней растений.

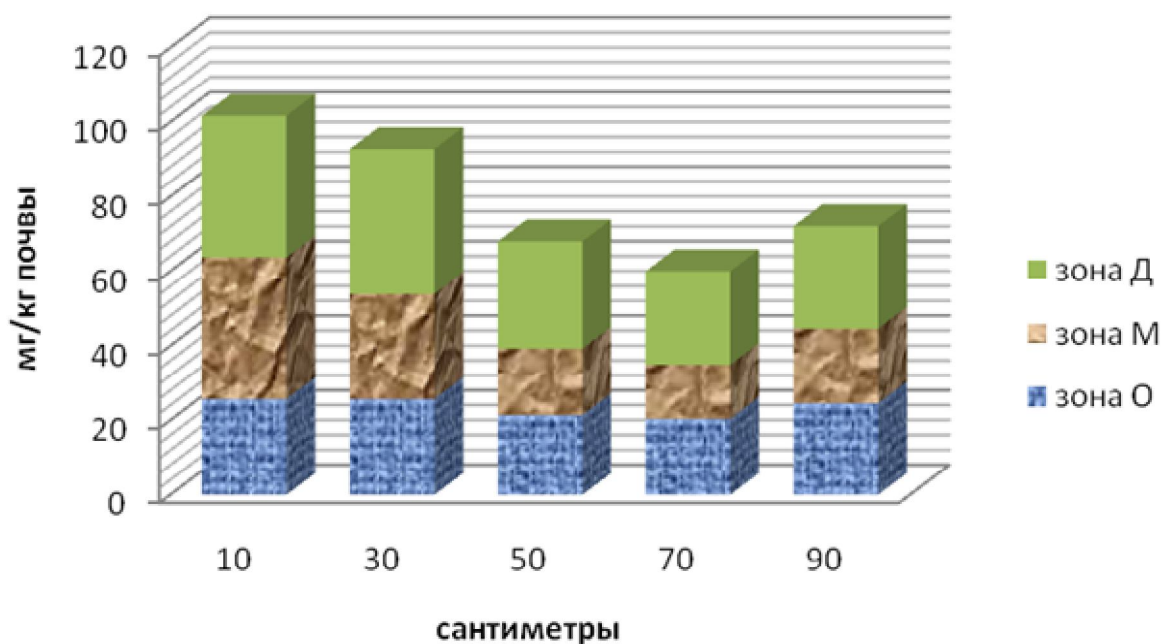
На рисунке 1 представлено распределение нитратов, которое было определено 7 июня 2010 года. В этот период подкормки азотными удобрениями уже проводились. Но так как глубина распространения основной массы корневой системы лука в период развития 4-5 настоящих листьев еще не превышает 30 см, то глубже этого горизонта нитраты практически не используются, и на графике видно повышение их содержания глубже 30 см.



**Рисунок 1 – Распределение нитратов по слоям почвы опытного участка в ЗАО «Нива» Весёловского района, 7 июня 2010 года**

При капельном орошении завышенные поливные нормы и частые поливы создают в почве зоны с влажностью почвы выше наименьшей влагоемкости, т.е. в почве определенное время наблюдается застой влаги. Высокие температуры почвы в летнее время способст-

вуют интенсивному испарению влаги с поверхности почвы, постоянно присутствующая влага устремляется вверх, и на поверхности формируются зоны с повышенным содержанием солей. Особенно сильно данный процесс проявляется в теплицах, где поступление осадков в летний период исключено, а поливная вода характеризуется повышенным содержанием солей. Содержание нитратов к концу вегетационного периода также характеризуется высокими значениями на поверхности почвы. Например, в ст. Кривянская осенью 2009 года содержание нитратов в верхнем слое 0-5 см доходило до 219 мг/кг почвы мг/кг. Аналогичное распределение содержания нитратов отмечено и в ЗАО «Нива» (рисунок 2). К концу периода выращивания содержание нитратов характеризовалось самым высоким их содержанием в верхнем слое почвы, далее до глубины 70 см происходило их постепенное уменьшение, а в слое 80-100 см их содержание повышалось, что также может свидетельствовать о вымывании нитратов в нижележащие слои почвы.



**Рисунок 2 – Распределение нитратов по слоям почвы опытного участка в ЗАО «Нива» Весёловского района, 24 августа 2010 года**

Далее возможно попадание нитратов в грунтовые воды. Так, например данные полученные в ст. Кривянская показали, что в течение зимнего периода в почве произошло значительное снижение содержание нитратов (таблица 5), что может быть вызвано снижением интенсивности жизнедеятельности нитрифицирующих бактерий,

но в большей степени вымыванием нитратов в грунтовые воды. Результаты анализов грунтовой воды отобранных в ст. Кривянская весной 2010 года показали превышение ПДК по нитратам более чем в два раза.

**Таблица 5 – Содержание нитратов в ст. Кривянская**

Слой почвы, см	Осень 2009 г.			Весна 2010 г.		
	О	М	Д	О	М	Д
	мг/кг почвы					
0-20	75,90	141,00	50,10	1,20	1,20	1,30
20-40	39,80	37,20	18,20	1,40	1,20	2,90
40-60	46,80	33,90	36,30	1,60	0,90	8,90
60-80	49,00	38,00	64,60	1,90	1,10	11,20
80-100	66,10	60,30	81,30	4,10	3,00	14,10

В ст. Красюковская результаты анализов грунтовой воды, отобранных весной 2010 года, показали пятикратное увеличение по сравнению с осенними результатами содержания нитратов с 2,3 мг/л до 12 мг/л, а также значительное увеличение содержания нитритов с 0,14 до 12,6 мг/л, при ПДК для нитритов 3,3 мг/л.

В ЗАО «Нива» анализ дренажной воды в конце поливного сезона показал превышение содержания нитратов в 1,6 раза по сравнению с поливной водой. Попадание нитратов в дренажную систему вызывает рост растительности и засорение каналов, что отрицательно влияет на их производительность и может создать условия для подъема грунтовых вод.

Таким образом, анализ технологий, применяемых в рассматриваемых хозяйствах, показал, что применение повышенных поливных норм не способствуют формированию хорошо развитой корневой системы, приводит к застою влаги в почве, обеднение почвы кислородом, формирование постоянного восходящего потока, способствующего образованию зон с повышенным содержанием солей. Чрезмерное промачивание почвы водой, носящее постоянный характер, вымывает нитраты ниже зоны потребления их корнями растений и далее в грунтовые воды, где их содержание зачастую превышает ПДК. Для недопущения переполивов требуется оптимизация поливных режимов на основе применения современных методов определения влажности почвы и потребности растений в воде.

## **Список использованных источников**

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

2 Теплиці і тепличні господарства: Довід / Г. Г. Шишко [и др.]; за ред. Г. Г. Шишка. – К.: Урожай, 1993. – 424 с.

3 ETo calculator [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/nr/water/ETo.html>.

4 Allen, R. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper № 56 [Электронный ресурс] / R. Allen, L. S. Pereira, D. Raes, M. Smith. – Rome, Italy, 1998. – Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm>.

5 National Engineering Handbook, Part 623, Chapter 7, Trickle Irrigation, 1984 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://viewer.zooho.com/api/urlview.do?url=http://www.wsi.nrcs.usda.gov/products/W2Q/downloads/Irrigation/ChapterSeven.pdf>.

УДК 631.445.41:631.675

**Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, Э. Н. Стратинская, Т. В. Усанина**  
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **К ПРОБЛЕМЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИ ОРОШЕНИИ**

В статье обосновывается необходимость корректировки формулы расчета поливной нормы по А. Н. Костякову. Представлена преобразованная формула и данные по урожайности и свойствам почвы при снижении водных нагрузок.

Известно, что переполив черnozемов приводит к их деградации. С этих позиций особое внимание следует уделить поливным нормам.

Учеными РосНИИПМ и НГМА установлено, что реализация поливных (оросительных) норм, рассчитанных строго по дефициту влагозапасов до наименьшей влагоемкости (НВ), приводит к переполиву более 50 % площади [1].

Мировая практика орошаемого земледелия свидетельствует о возможности снижения существующих оросительных норм на 15-30 и даже 50 %, что при незначительном снижении расчетных урожаев существенно уменьшает угрозу подтопления, заболачивания, вторич-



ного засоления. Поэтому начальным (и наиболее важным по своим масштабам) этапом в вопросе водосберегающих технологий надо считать упорядочение, совершенствование и корректировку расчета оптимального водопотребления и поливных режимов. Об этом свидетельствует и зарубежный опыт. В Китае оросительные нормы уменьшили вдвое, гидромодули систем снизили до 0,1-0,2 л/(с·га) и решили проблему продовольствия. В США суммарное водопотребление сократили в 1,5-2,0 раза, и благодаря этому в отдельных регионах площади орошаемых земель увеличились в 3 раза. Средняя оросительная норма для получения трех урожаев зерновых и овощных составила у них всего 2500 м<sup>3</sup>/га [2].

Снижение поливной нормы должно исходить, прежде всего, за счет преобразований формулы А. Н. Костякова, по которой чаще всего производятся их расчеты [3]:

$$H = 100 \cdot h \cdot d (B_{\max} - B_{\min}), \quad (1)$$

где  $H$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;

100 – переводной коэффициент;

$h$  – глубина расчетного слоя почвы, м;

$d$  – плотность почвы, т/м<sup>3</sup>;

$B_{\max}$  – влажность почвы, соответствующая наименьшей влагоемкости, % от массы сухой почвы;

$B_{\min}$  – влажность почвы перед поливом.

Как мы видим, в классическом расчете участвуют следующие величины: глубина активного слоя почвы, плотность почвы, величина НВ и влажность почвы перед поливом.

На практике поливная норма зачастую рассчитывается на промачивание 0-60 см слоя независимо от возделываемой культуры. Проработка литературных источников показала, что глубина промачивания почвы, необходимая для культур, зависит не только от самой культуры, но и от фазы ее развития, и колеблется от 40 (на этапе посева-всходов) и до 80 см для более поздних фаз (таблица 1). Особое внимание следует уделять поливам в критические фазы развития сельскохозяйственных культур.

Величина НВ используется в расчете как предел, до которого доводится влажность почвы, т.е. 100 % НВ. Опять же данные литературы, и об этом уже ранее говорилось, показывают, что оптимум

влажности для каждой культуры свой, находясь в интервале 60-80 % НВ, и за редким исключением 100 % НВ [4]. Получается, что доводя почву до 100%-ной влажности, не соблюдаются требования ни почвы, ни растений.

**Таблица 1 – Критические фазы развития с/х культур**

Культура	Критические фазы развития
Озимые	Выход в трубку – налив зерна
Кукуруза	За 10 дней до выметывания, 20 дней после массового выметывания
Зернобобовые	Бутонизация – цветение
Корнеплоды	Развитие листьев, формирование и рост корней
Картофель	Бутонизация, массовое клубнеобразование

Влажность почвы перед назначением очередного полива допускается не ниже 75-80 % НВ. Как показали обобщенные исследования В. Ф. Валькова и других, во-первых, нижний предел оптимума влажности почвы для растений может опускаться до 60 % НВ [4]. Это относится к таким культурам как сахарная свекла, люцерна, ячмень, подсолнечник. Кроме того, существует нижний предел иссушения почвы, который зависит от ее механического состава и в целом определяет доступность влаги для растений. Другими словами, на почвах тяжелого механического состава (тяжелые суглинки) значительная часть влаги находится в недоступной для растений форме, поэтому для комфортного существования растений нижний предел иссушения такой почвы будет выше, чем, скажем для супесей или легких суглинков. Г. А. Сенчуковым разработаны пороги влажности почв с учетом этих особенностей (таблица 2) [1].

**Таблица 2 – Пороги влажности почв сельскохозяйственных культур при орошении [1]**

Культура	Период роста и развития растений	Расчетный слой почвы, см	Влажность расчетного слоя почв, % от НВ			
			глинистые и тяжелосуглинистые	среднесуглинистые	легкосуглинистые	супесчаные
1	2	3	4	5	6	7
Зерновые колосовые	Кущение – колошение	50	<u>75</u>	<u>75</u>	<u>70</u>	<u>65</u>
			95	95	90	85
	Колошение – молочная спелость	80	<u>75</u>	<u>70</u>	<u>65</u>	<u>65</u>
			95	90	90	85

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Кукуруза	Посев – образование 9-го листа	50	$\frac{70}{90}$	$\frac{70}{90}$	$\frac{65}{85}$	$\frac{65}{85}$
	9 листьев – молочная спелость Посев – трубкование	80	$\frac{75}{95}$	$\frac{75}{95}$	$\frac{65}{85}$	$\frac{65}{85}$
Однолетние травы	Трубкование – цветение	40	$\frac{70}{90}$	$\frac{70}{90}$	$\frac{65}{85}$	$\frac{65}{85}$
		60	$\frac{75}{95}$	$\frac{75}{95}$	$\frac{70}{90}$	$\frac{65}{85}$
Многолетние травы	Отрастание – ветвление 2-го порядка	60	$\frac{75}{95}$	$\frac{70}{90}$	$\frac{70}{90}$	$\frac{65}{85}$
	Ветвление 2-го порядка – бутонизация	80	$\frac{75}{95}$	$\frac{75}{95}$	$\frac{75}{95}$	$\frac{70}{90}$
Томаты	Посев – начало цветения	40	$\frac{80}{95}$	$\frac{80}{95}$	$\frac{80}{95}$	$\frac{75}{85}$
	Начало цветения – образование плодов	60	$\frac{85}{95}$	$\frac{85}{95}$	$\frac{85}{95}$	$\frac{80}{90}$
Капуста	Посадка – завивка кочана	40	$\frac{80}{90}$	$\frac{75}{90}$	$\frac{75}{85}$	$\frac{75}{85}$
	Завивка кочана – рост кочана	60	$\frac{80}{90}$	$\frac{80}{90}$	$\frac{80}{90}$	$\frac{80}{90}$
Картофель	Посадка – бутонизация	40	$\frac{75}{95}$	$\frac{75}{95}$	$\frac{75}{90}$	$\frac{75}{85}$
	Цветение – появление столонов	60	$\frac{85}{95}$	$\frac{80}{95}$	$\frac{80}{90}$	$\frac{80}{85}$
Примечание – в числителе предполивная влажность, в знаменателе – после полива.						

Все указанные выше особенности почв и культур следует учитывать при установлении поливного режима. Только при соблюдении таких ограничений смогут выполняться требования экологической безопасности почв (недопущение переполивов, и, как следствие, под-

держание баланса воды и воздуха в почве) и требования культур к влажности почвы [5, 6].

Поливную норму, согласно последним разработкам, следует рассчитывать по формуле Г. А. Сенчукова [1]:

$$H = 100 \cdot h \cdot d \cdot \beta_{НВ} \cdot (a - в) \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3, \quad (2)$$

где  $H$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;

100 – переводной коэффициент;

$h$  – глубина расчетного слоя почвы, м;

$d$  – плотность почвы, т/м<sup>3</sup>;

$\beta_{НВ}$  – наименьшая влагоемкость, % от массы сухой почвы;

$a$  и  $в$  – соответственно верхний и нижний пороги увлажнения почвы, доля от НВ;

$\kappa_1, \kappa_2$  – коэффициенты, учитывающие потери воды на испарение при дождевании и подпитку грунтовых вод (таблица 3, 4);

$\kappa_3$  – коэффициент снижения поливной нормы, обусловленный водонепроницаемостью и уклонами поля (таблица 5).

**Таблица 3 – Поправочные коэффициенты ( $\kappa_1$ ) к поливной норме, учитывающий потери воды на испарение при дождевании (по данным ЮжНИИГиМа) [1]**

Относительная влажность воздуха, %	Коэффициент к поливной норме при скорости ветра на высоте 12 м, м/с						
	0	1	2	3	4	5	6
30	1,12	1,14	1,16	1,19	1,21	1,24	1,27
35	1,10	1,12	1,14	1,17	1,19	1,22	1,24
40	1,08	1,12	1,13	1,15	1,17	1,19	1,22
45	1,07	1,09	1,11	1,13	1,15	1,17	1,20
50	1,05	1,07	1,09	1,11	1,13	1,16	1,18
55	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11	1,14	1,15
60	1,02	1,05	1,05	1,07	1,10	1,12	1,14
65	1,00	1,02	1,04	1,05	1,08	1,10	1,12
70	1,00	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10
80	1,00	1,00	1,00	1,01	1,03	1,05	1,07

**Таблица 4 – Поправочные коэффициенты ( $\kappa_2$ ) к поливной норме, учитывающей уровень грунтовых вод**

Механический состав почвы	Коэффициент к поливной норме при глубине грунтовых вод, м			
	1,0	1-2	2-3	3-4
Легкие	-	0,66	0,86	1,00
Средние	0,41	0,62	0,84	0,96
Тяжелые	-	0,60	0,77	0,90

**Таблица 5 – Коэффициент ( $\kappa_3$ ) снижения поливной нормы, обусловленный водопроницаемостью почвы и уклонами поля**

Уклон поля	Коэффициент снижения поливной нормы при водопроницаемости почв, м/ч				
	сильная (песок) > 0,15	повышенная (супесь) 0,08	средняя (легкий суглинок) 0,045	пониженная (средний суглинок) 0,025	слабая (тяж. суглинок, глина) < 0,015
Большие 0,03-0,05	0,90	0,87	0,84	0,80	0,75
Повышенные 0,015-0,03	0,92	0,90	0,88	0,83	0,78
Выше средних 0,007-0,015	0,94	0,91	0,90	0,86	0,81
Средние 0,003-0,007	0,96	0,93	0,91	0,89	0,84
Малые 0,001-0,003	0,98	0,95	0,93	0,91	0,87
Безуклонные < 0,001	1,0	0,98	0,97	0,96	0,95

Для того чтобы не упустить очередной срок полива следует систематически через 5-10 дней (в зависимости от наличия осадков) определять влажность почвы. При достижении влажности почвы нижнего порога оптимума для данной культуры назначается полив (таблица 2).

Наши исследования показали, что поливная норма, рассчитанная по преобразованной формуле, приблизительно на 20 % ниже норм по А. Н. Костякову. Но она в большей степени соответствует потребностям растений и почв и, видимо, поэтому в опытах по изучению уровней увлажнения, проводимых ФГБНУ «РосНИИПМ» (ЮжНИИГиМ), снижение поливных норм на 20 % не уменьшало урожайность сельскохозяйственных культур по сравнению с контролем ( $H$  – расчетная поливная норма, по А. Н. Костякову) (таблица 6).

**Таблица 6 – Влияние уровней увлажнения черноземов обыкновенных на урожайность сельскохозяйственных культур и расход оросительной воды (в среднем за три года)**

Варианты опыта	Урожайность, т к.е./га	Прибавка		Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Расход воды, м <sup>3</sup> /т
		т к.е./га	%		
1	2	3	4	5	6
Обыкновенные черноземы, орошаемые пресной водой (ОПХ «РООМС» Багаевского района Ростовской области)					
1 $H$ – расчетная норма	6,24			1850	296
0,8 $H$ – от расчетной нормы	5,63	-0,61	-10	1480	263

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6
0,6 <i>H</i> – от расчетной нормы	4,93	– 1,31	– 21	1110	225
1,2 <i>H</i> – от расчетной нормы	6,10	– 0,14	– 2	2220	364
НСР <sub>0,5</sub>		0,74			
Обыкновенные черноземы, орошаемые слабоминерализованной водой (ООО «Приазовье» Неклиновского района Ростовской области)					
1 <i>H</i> – расчетная норма	5,84			620	106
0,8 <i>H</i> – от расчетной нормы	5,54	– 0,30	– 5	500	90
0,6 <i>H</i> – от расчетной нормы	4,54	– 1,3	– 22	370	81
1,2 <i>H</i> – от расчетной нормы	4,94	– 0,9	– 15	750	152
НСР <sub>05</sub>		0,47			

Из таблицы 6 видно, что при поливах пресной водой снижение и увеличение поливной нормы на 20 % не влияло на урожайность сельскохозяйственных культур (кукуруза на зерно, баклажаны, соя на зерно). Однако расход воды на одну тонну продукции составлял соответственно 263 и 364 м<sup>3</sup>, то есть предпочтительнее вариант со снижением водной нагрузки на 20 %.

При поливах слабоминерализованной водой с минерализацией 1,7-1,9 г/дм<sup>3</sup> сульфатно-натриевого состава урожайность сельскохозяйственных культур (озимая пшеница, кукуруза на силос и озимая пшеница) была одинакова на расчетном варианте и со снижением поливной нормы на 20 % и в среднем за 3 года составляла соответственно 5,84 и 5,54 т к.е./га при НСР<sub>05</sub> = 0,47. Уменьшение поливных норм на 40 % и увеличение их на 20 % приводило к достоверному уменьшению урожайности на 22 % и 15 %, что в первом случае связано с нехваткой влаги для развития растений, а во втором – с переполивом и возникновением негативных почвенных процессов, что характерно для массивов, орошаемых водой неблагоприятного состава (таблица 7).

**Таблица 7 – Влияние различных уровней увлажнения на свойства обыкновенных черноземов, орошаемых слабоминерализованной водой (ООО «Приазовье»)**

Варианты опыта	Щелочность		% от Σ ППК			Плотность почвы, т/м <sup>3</sup>	Пористость, %	Водопрочность Σ агрегатов > 0,25 мм, %
	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> – Ca <sup>2+</sup> + Na <sup>+</sup> + Mg <sup>2+</sup> , мг-экв./100 г	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 год освоения								
1 <i>H</i>	8,1	0,9	75	18	7	1,40	47	35
0,8 <i>H</i>	7,9	0,8	76	18	6	1,38	48	38

### Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,6 <i>H</i>	8,2	1,0	76	19	5	1,37	48	36
1,2 <i>H</i>	8,0	0,9	75	18	6	1,40	47	38
4 год освоения								
1 <i>H</i>	8,5	1,6	74	18	8	1,42	44	33
0,8 <i>H</i>	8,4	1,2	75	18	7	1,40	45	35
0,6 <i>H</i>	8,3	1,1	75	19	6	1,38	45	34
1,2 <i>H</i>	8,6	1,8	74	16	10	1,45	42	28
Примечание: <i>H</i> – расчетная поливная норма.								

Поливы слабоминерализованной водой сульфатно-натриевого состава в первую очередь способствуют развитию процессов ощелачивания и осолонцевания. Из таблицы 7 видно, что чем больше поливные нормы, тем сильнее эти процессы. К 4-му году исследований черноземы из категории слабощелочных на первых 3-х вариантах перешли в среднещелочные, а на 4-м варианте с увеличением водной нагрузки на 20 % – в сильнощелочные.

Аналогичная ситуация складывалась и с осолонцеванием. На последнем варианте содержание обменного натрия достигло 10 %, что позволяет перевести эти почвы из разряда среднесолонцеватых в разряд сильносолонцеватых. Присутствие негативных химических процессов всегда сказывается на физических свойствах почв. В наших исследованиях черноземы как были сильно уплотнены, так ими и остались, а содержание водопрочных агрегатов после 4 лет поливов с повышенной водной нагрузкой уменьшилось с 38 % до 28 %, то есть водопрочность из удовлетворительного состояния перешла в недостаточно удовлетворительное. На остальных вариантах она особых изменений не претерпела.

Таким образом, исследования указывают на необходимость снижения водных нагрузок на черноземы. Это возможно за счет применения усовершенствованной формулы, учитывающей нижние и верхние пороги увлажнения для каждой культуры с учетом фазы ее развития.

#### Список использованных источников

1 Сенчуков, Г. А. Ландшафтно-экологические и организационно-хозяйственные аспекты обоснования водных мелиораций земель / Г. А. Сенчуков. – Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2001. – 276 с.

2 Шумаков, Б. Б. Новые подходы к определению водопотребления и режимов орошения сельскохозяйственных культур / Б. Б. Шумаков // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 2. – С. 27-28.

3 Костяков, А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. – М.: Сельхозиздат, 1960. – 624 с.

4 Справочник по оценке почв / В. Ф. Вальков [и др.]. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. – 236 с.

5 Экологические требования к орошению почв России: рекомендации / Б. А. Зимовец [и др.]; под ред. Б. А. Зимовца. – М., 1996. – 71 с.

6 Ильинская, И. Н. Нормирование водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе / И. Н. Ильинская / РосНИИПМ. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. – 164 с.

УДК 626.82.004

**А. С. Капустян, А. А. Кузьмичев (ФГБНУ «РосНИИПМ»)**

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

В статье дается краткий анализ производственной деятельности федеральных государственных учреждений (ФГУ) по мелиорации и сельскохозяйственному водоснабжению на примере Южного, Северо-Кавказского и Дальневосточного федеральных округов. В целях повышения эффективности работы ФГУ рекомендуется проведения периодической оптимизации учреждений и их филиалов и ежегодное корректирование штатной численности персонала в соответствии с планируемыми объемами работ.

Действующие сегодня федеральные государственные учреждения по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению обеспечивают выполнение государственных услуг по эксплуатации объектов федеральной собственности, включающих организацию работ по техническому обслуживанию, капитальному и текущему ремонтам объектов мелиоративных систем, как оросительных, так и осушительных.

Прошедшие за последние годы социально-экономические преобразования в АПК России, заключающиеся в изменении статуса собственности на мелиорированные земли с сооружениями на них, привели к тому, что штатная численность руководящих и инженерно-технических работников ФГУ не всегда соответствует объемам выполняемых работ по эксплуатации мелиоративных систем и объектов федеральной собственности, находящихся в их оперативном управлении.



Анализ производственной деятельности федеральных государственных учреждений по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению на примере Южного, Северо-Кавказского и Дальневосточного федеральных округов показал следующие.

Фактические площади мелиорированных земель в рассматриваемых округах составляют 2878,1 тыс. га при численном составе персонала учреждений с филиалами – 5046 чел., т.е. объемная нагрузка на каждого сотрудника составляет 570 га мелиорируемых земель, подвешенных к мелиоративным системам (таблица 1).

**Таблица 1 – Соотношение площадей мелиорированных земель с численностью эксплуатационного персонала**

Федеральный округ	Фактические площади мелиорированных земель, тыс. га	Численность кадрового состава, чел.	
		АУП	линейный и инженерно-технический персонал
Южный	956,648	875	2064
Северо-Кавказский	1231,698	667	1210
Дальневосточный	689,765	148	82
Всего	2878,111	5046	

Если даже учесть, что эта рассчитанная площадь мелиорированных земель занижена за счет принятия в расчете всего численного состава ФГУ с филиалами, включая и АУП, то нагрузка на эксплуатационный персонал кажется достаточно высокой.

Это связано с тем, что в объемные показатели нагрузки на эксплуатационные структуры наряду с объектами, находящимися на их балансе, входят и объекты других собственников. В основном это касается площадей мелиорированных земель, которые в результате приватизации из федеральной собственности перешли в другие формы собственности.

В тоже время фактическая площадь земельных участков, находящихся на балансе ФГУ составляет 500 тыс. га и объемная нагрузка равна 99 га, т.е. фактические объемные нагрузки на эксплуатационные учреждения значительно ниже, поэтому для нормального их функционирования требуется актуализация типовых штатных нормативов руководителей, инженерно-технических работников и других служащих.

Первым результатом анализа деятельности федеральных государственных учреждений по мелиорации земель и сельскохозяйст-

венному водоснабжению является проведение оптимизации учреждений и их филиалов.

Обобщение и анализ полученных от ФГУ данных позволяет выделить основные предложения по оптимизации:

- сокращение количества филиалов ФГУ с 139 до 123 (Астраханьмелиоводхоз (сокращение 1 филиала), Волгоградмелиоводхоз (сокращение 3-х филиалов), Калммелиоводхоз (объединение 3-х филиалов), Кубаньмелиоводхоз (объединение 2-х филиалов), Ростовмелиоводхоз (сокращение 2-х филиалов), Дагестанмелиоводхоз (сокращение 5 филиалов), Ставропольмелиоводхоз (сокращение 1 филиала), Каббалкмелиоводхоз (сокращение 1 филиала);

- сокращение АУП – 2 ФГУ (Калммелиоводхоз, Фитомелиорация);

- сдача в аренду, передача с баланса ФГУ – 5 ФГУ (Калммелиоводхоз, Амурмелиоводхоз, Биробиджанмелиоводхоз, УЭБСК, УЭКГ и ЧВ).

Оптимизация не планируется в следующих ФГУ: УЭГТСКП, Камчатскмелиоводхоз, Севосетинмелиоводхоз, Карачаевочеркесскмелиоводхоз – в связи с недостаточным выделением финансирования; Адыгеямелиоводхоз, Чеченмелиоводхоз, УЭММК, Приммелиоводхоз – в связи с уже проведенным ранее укрупнением и сокращением филиалов.

Анализ деятельности подведомственных Депмелиоводхозу Минсельхоза России федеральных государственных учреждений показал необходимость проведения периодической оптимизации учреждений и их филиалов и ежегодное корректирование штатной численности персонала в соответствии с планируемыми объемами работ.

УДК 631.874:631.587

**В. А. Монастырский** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИДЕРАТОВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Освещены проблемы снижения плодородия орошаемых черноземов донских, манычских террас. Рассмотрены перспективы использования сидератов при орошении. Освещен вопрос воздействия сидератов на агрофизические и агрохимические свойства почв. Перечислены культуры, входящие в набор сидератов, которые используются в самостоятельных и промежуточных посевах.

Организованный на Дону район орошения доказал свою эффективность. Определилось его воздействие на почвенный покров. В ре-

зультате эксплуатации оросительных систем в течение почти полувека изменилось плодородие почв и биопродуктивность мелиорированных земель. Почвы донских и манычских террас (Азовская оросительная система) трансформировались из хорошего мелиоративного состояния в удовлетворительное и неудовлетворительное, а почвы высоких террас (Багаевско-Садковская и Нижне-Донская оросительные системы) – в хорошее и удовлетворительное. Наиболее подверженными ухудшению свойств оказались черноземы. Это объясняется их высоким естественным плодородием, оптимальными свойствами и условиями для произрастания растительности. Они не нуждаются в улучшении природных свойств. Но при орошении изменяется водный режим почвы, и избыточное увлажнение может оказать отрицательное влияние на почвенные процессы. Почва утрачивает свои естественные свойства: структуру, сложение, содержание гумуса. Отрицательные процессы ускоряются при несоблюдении технологии орошения.

На низких террасах приобрели широкое распространение переувлажнение и вторичное засоление почв. В степной зоне через 45 лет после начала орошения (Азовская оросительная система) более 60 % площади почв переувлажнено, вследствие поднятия уровня грунтовых вод и около 50 % вторично засолено. В связи с этим резко снижается возможная продуктивность сельскохозяйственных угодий. Это свидетельствует о необходимости комплексного подхода к сельскохозяйственным мелиорациям, и использование сидератов следует рассматривать как одно из звеньев такого подхода [1].

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.

Широкое распространение технология возделывания сидеральных культур на орошаемых землях Ростовской области до настоящего времени не получила [2]. Для внедрения сидератов в промышленное производство на орошаемых землях, необходимо учитывать ряд биологических особенностей выращиваемых культур, их реакцию на це-

лый комплекс внешних факторов, которые в дальнейшем влияют на величину и качество урожая, сроки его получения.

Цель посева сидератов – повышение плодородия почвы за счет:

- обогащения почвы органикой и азотом;
- обогащения почвы фосфором, калием, кальцием;
- улучшения структуры почв (снижается кислотность, увеличивается буферность, влагоемкость);
- повышения активности полезной микрофлоры;
- затенения поверхности земли: предохранение от перегрева, уменьшение испаряемости;
- защиты почвы от водной и ветровой эрозии;
- подавления роста сорняков;
- фитосанитарного воздействия (посев некоторых сидератов может быть профилактикой заболеваний основной культуры);
- уменьшения воздействия вредителей на основную культуру (при смешанных посадках часть вредителей отвлекается на сидерат).

В последние годы научные учреждения рекомендуют большой набор сидератов для использования в самостоятельных и промежуточных посевах. Из бобовых – многолетний и однолетний люпин, сераделлу, донник, вику озимую (мохнатую) и яровую (посевную), 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.

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.

Сеять сидераты можно как весной, так и осенью: до посадки основной культуры и после ее уборки. Весной – густо, осенью – реже. При ранних весенних посевах, когда снег только сошел, подбирают скороспелые холодостойкие растения – горчицу, кормовой горох, овес.

Эффективность зеленого удобрения сильно зависит от возраста растений. Молодые и свежие растения очень богаты азотом, быстро разлагаются в почве, поэтому после их заделки основную культуру можно сеять уже через 2-4 недели. Однако, нельзя заделывать слишком большое количество сырой растительной массы, так как она будет не разлагаться, а киснуть. Разложение растений более зрелого возраста происходит медленнее, но они лучше обогащают почву органическим веществом. Некоторые культуры (люцерна, донник, клевер, вика, озимая рожь) дают хороший эффект, если оставить их на поле больше года. Культуры короткого сезона (ячмень, бобы, горох, овес) можно запахивать в почву через 6-8 недель после посева. Нельзя допускать переставивания растений зеленого удобрения. Их запахивают в почву до образования семян.

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.

#### **Список использованных источников**

1 Васильев, С. М. Повышение устойчивости и эффективности использования агроландшафтов аридной зоны в условиях постоянного и циклического орошения / С. М. Васильев. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов Сев.-Кав. регион», 2006. – 364 с.

2 Довбан, К. И. Зеленое удобрение / К. И. Довбан. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.

---

---

## РАЗДЕЛ III

### ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ

---

---

УДК 631.459.2:556.164:631.51

**Н. И. Балакай** (ФГБНУ «РосНИИППМ»)

**Д. А. Шевченко** (ФГБОУ ВПО «СтавГАУ»)

#### **ВЛИЯНИЕ СТОКА ТАЛЫХ ВОД И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ВОДНУЮ ЭРОЗИЮ**

В статье представлены результаты исследований влияния стока талых вод, способов основной обработки почвы, возделываемых растений и почвенной разности на водную эрозию почвы. Полученные данные показывают, что при прочих равных условиях основное влияние на водную эрозию оказывает величина уклона и показатели стока талых вод.

Опасность эрозии заключается в том, что на большинстве земель нарушается экологический баланс, вследствие чего падает естественное плодородие почв. При этом изменяются их физические, химические свойства, ухудшается водный режим и другие негативные процессы, происходит снижение урожайности возделываемых культур.

Особенно вредна водная эрозия на пашне. Смыв почвы на территории пахотных земель ведет к безвозвратной потере верхнего плодородного слоя почвы – гумусового горизонта, выносу из почвы важнейших элементов, необходимых для растений – азота, фосфора и калия.

Исследования, проведенные в АОЗТ «Подлужное» Изобильненского района Ставропольского края, по изучению влияния стока талых вод и смыва почвы на эрозию позволили установить, что объемы стока талых вод зависят от высоты снежного покрова, экспозиции склона и температурного режима в период таяния снега.

Наблюдается обратная зависимость высоты снежного покрова и запасов воды в виде снега от уклона местности, т.е. чем меньше уклон, тем толще снежный покров (таблица 1).

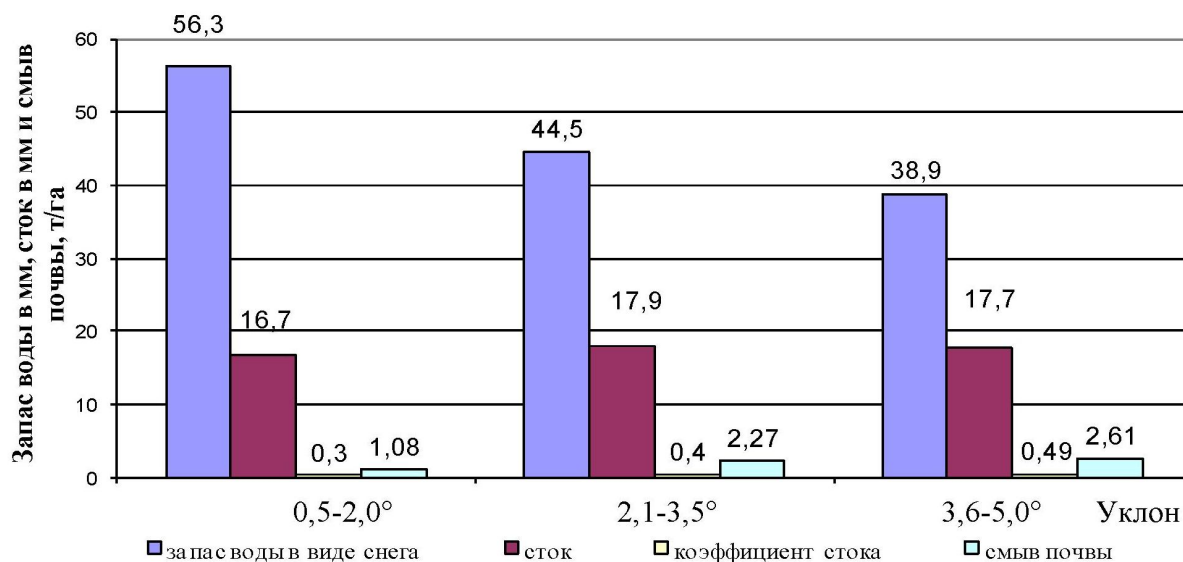
Чем круче и длиннее склон, тем сильнее разрушительная работа воды. Южные склоны эродированы значительно сильнее северных. Выпуклые склоны подвержены водной эрозии больше, чем вогнутые. На выпуклых склонах эрозия усиливается с нарастанием крутизны вниз по склону, а на вогнутых – ослабляется вниз вследствие умень-

шения крутизны склона и снижения скорости потоков талых и ливневых вод.

**Таблица 1 – Сток талых вод и смыв почвы в зависимости от экспозиции склона по вспашке на глубину 25-27 см**

Показатель	Экспозиция	Уклон		
		0,5-2,0°	2,1-3,5°	3,6-5,0°
Запас воды в виде снега, мм	северная	56,3	44,5	38,9
	южная	47,0	35,8	31,4
Сток, мм	северная	16,7	17,9	17,7
	южная	18,2	13,2	20,9
Коэффициент стока	северная	0,30	0,4	0,49
	южная	0,39	0,50	0,59
Смыв почвы, т/га	северная	1,08	2,27	2,61
	южная	1,61	1,90	2,57

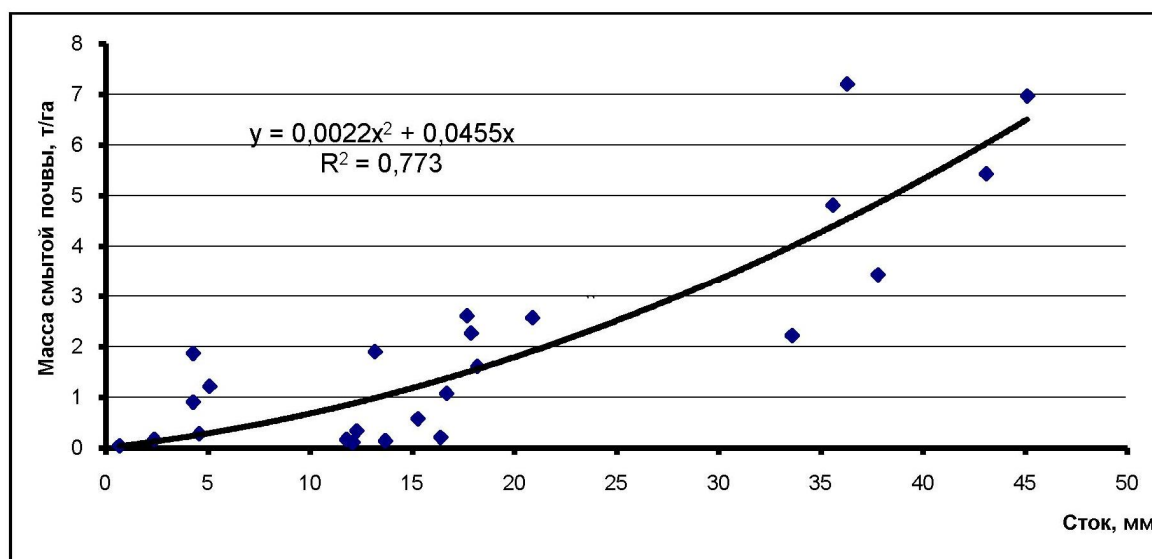
Исследованиями установлено, что на северной экспозиции при уклонах 0,5-2,0°, 2,1-3,5° и 3,6-5,0° запасы воды в снеге составили соответственно 56,3, 44,5 и 38,9 мм. В то же время размеры стока при этих запасах изменяются пропорционально величине уклонов с 16,7 до 17,7 мм, коэффициент стока с 0,30 до 0,49 и, что особенно наглядно, увеличивается масса смытой почвы с 1,08 до 2,61 т/га или в 2,4 раза (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Влияние уклона местности на величину стока и смыв почвы талой водой, АОЗТ «Подплужное»**

Полученные данные показывают, что при прочих равных условиях основное влияние на водную эрозию оказывает величина уклона

и показатели стока талых вод. С увеличением уклона местности масса смытой почвы увеличивается на всех вариантах (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Зависимость массы смытой почвы от величины стока**

Пашня в большей степени подвержена водной эрозии, чем другие сельхозугодия, поэтому для разработки мероприятий по охране земель от эрозии нами были изучены сток и количественные показатели водной эрозии в зависимости от уклонов поверхности почвы и их экспозиции на фоне различных способов обработки почвы.

Исследования, проведенные в следующем опыте, также показали, что на величину стока талых вод оказывают большое влияние способы основной обработки почвы.

На пологих склонах (уклон 0,5-2,0°) смыв почвы на вариантах поверхностных способов обработки почвы – плоскорезная обработка и дискование – повышается по сравнению со вспашкой (контроль) соответственно на 14 % и 22 % (таблица 2 и рисунок 3).

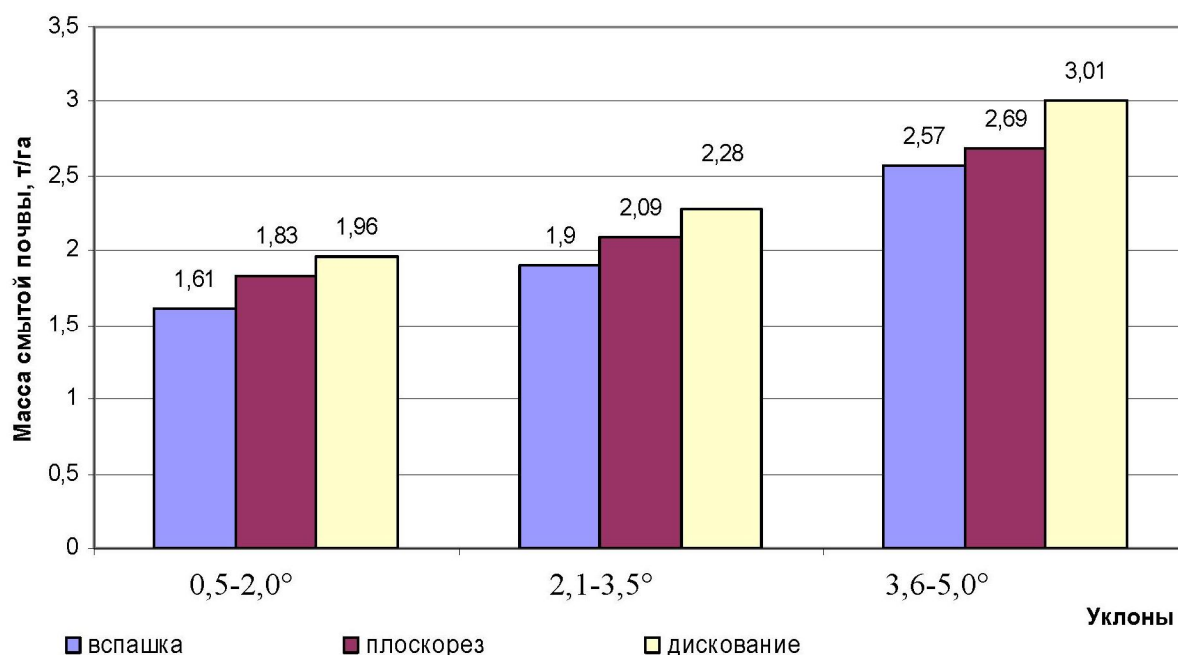
**Таблица 2 – Смыв почвы и питательных веществ талыми водами в зависимости от способа обработки почвы и уклона**

Вариант	Смыв почвы				Вынос NPK с почвой, г/га			
	мм	т/га	±Δ, т/га	%	N	P	K	сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9
уклон 0,5-2,0°								
1 Вспашка	0,15	1,61	-	-	9,7	6,4	488	504,1
2 Плоскорезная обработка	0,16	1,83	0,22	14	10,9	7,3	549	567,2
3 Дискование	0,17	1,96	0,35	22	11,8	7,8	588	607,6



Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
уклон 2,1-3,5°								
1 Вспашка	0,16	1,90	0,29	18	11,4	7,6	570	589,0
2 Плоскорезная обработка	0,18	2,09	0,48	30	12,5	8,4	627	648,9
3 Дискование	0,20	2,28	0,67	42	13,7	9,1	684	706,8
уклон 3,6-5,0°								
1 Вспашка	0,23	2,57	0,96	60	15,4	10,3	771	796,7
2 Плоскорезная обработка	0,24	2,69	1,08	67	16,1	10,8	807	834
3 Дискование	0,26	3,01	1,40	87	18,1	12,0	903	933,1



**Рисунок 3 – Масса смытой почвы при различных способах обработки почвы**

С увеличением уклона местности масса смытой почвы увеличивается на всех вариантах, но наибольшей величины – 1,4 т/га – достигает на варианте 3 – дискование – при уклонах 3,6-5,0°, что больше, чем на контроле (вариант 1) в 1,9 раза. Выносятся и большое количество азота, фосфора и калия – до 1 кг/га.

Хотя сохранившаяся стерня при поверхностных способах обработки почвы способствует снижению эрозии, однако глубокая вспашка в годы наших исследований, имея более рыхлое сложение почвы, способствовала аккумуляции талой воды в почве и уменьшению стока, и тем самым, способствовала уменьшению смыва почвы и питательных веществ.

Нами также были проведены исследования по влиянию возделываемых растений и почвенной разности на смыв почвы. Данные, полученные при проведении исследований, показывают, что посеги многолетних травосмесей оказались наиболее устойчивыми к водной эрозии по сравнению с зябью и даже целиной (пастбище). Если на участках с травосмесью и целиной масса смытой почвы не превышает на всех типах почвы 0,8 т/га, то по зяби эти показатели возросли от 1,39 т/га на луговых солончаковых почвах до 3,32 т/га на черноземах сильносолонцеватых, т.е. в 4 раза (таблица 3).

**Таблица 3 – Масса смытой почвы тальми водами при разных способах использования полей и почвенных разностях, уклон 0,5-3°, т/га**

Вариант опыта	Год			Среднее
	2002	2003	2004	
Черноземы обыкновенные, каменисто-щебенчатые				
Травосмесь, многолетние травы	0,29	0,42	0,12	0,28
Зябь	2,97	4,25	1,27	2,83
Целина	0,65	0,93	0,28	0,62
Лугово-черноземные почвы				
Травосмесь, многолетние травы	0,49	0,71	0,21	0,47
Зябь	2,85	4,07	1,22	2,71
Целина	0,79	1,13	0,34	0,75
Луговые солончаковые почвы				
Травосмесь, многолетние травы	0,56	0,79	0,24	0,53
Зябь	1,46	2,09	0,63	1,39
Целина	0,32	0,45	0,14	0,30
Аллювиальные луговые, солончаковые почвы				
Травосмесь, многолетние травы	0,37	0,53	0,16	0,35
Зябь	2,08	2,97	0,89	1,98
Целина	0,43	0,62	0,18	0,41
Черноземы сильносолонцеватые, солонцы черноземные				
Травосмесь, многолетние травы	0,82	1,17	0,35	0,78
Зябь	3,49	4,98	1,49	3,32
Целина	0,68	0,98	0,29	0,65
Черноземы обыкновенные слабосолонцеватые				
Травосмесь, многолетние травы	0,19	0,29	0,09	0,19
Зябь	2,78	3,98	1,19	2,65
Целина	0,61	0,87	0,26	0,58

Сами травосмеси на разных почвах так же оказали влияние на величину смытой почвы. Наименьшая масса смытой почвы по вариантам была: на варианте 1 – на черноземах обыкновенных слабосолонцеватых 0,19 т/га; на варианте 2 – на луговых солончаковых и ал-

лювиальных почвах 0,21-0,27 т/га, и наименьшей – 0,14 т/га – была на варианте 3 на луговых черноземных почвах (южная экспозиция).

#### **Выводы:**

1 Объем стока талых вод зависит от высоты снежного покрова, экспозиции склона и температурного режима в период таяния снега. Наблюдается обратная зависимость высоты снежного покрова и запасов воды в виде снега от уклона местности, т.е. чем меньше уклон, тем толще снежный покров. В то же время размеры стока изменяются пропорционально величине уклонов.

2 На массу смытой почвы оказывают влияние способы основной обработки почвы. При вспашке, по сравнению с вариантами поверхностных способов обработки почвы – плоскорезная обработка и дискование, водная эрозия снижается, так как большая часть воды впитывается в рыхлую почву.

3 На величину смыва почвы оказывает влияние вид возделываемых растений и почвенной разности.

УДК 631.67«5»

**С. М. Васильев, Н. И. Сафарова (ФГБНУ «РосНИИПМ»)**

### **МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЕМ ПЕРИОДИЧЕСКИ ОРОШАЕМЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ**

В статье анализируются результаты исследований влияния периодического орошения на качество почв и приводится модель оценки и управления плодородием орошаемых участков. Первостепенное значение играют такие факторы, как эрозия, гумус, уровень грунтовых вод, засоление и загрязнение при использовании удобрений.

Интенсивное развитие орошения в 1900-1913 гг. началось со строительства новых оросительных систем в пределах староорошаемых оазисов (Ташкентского, Бухарского, Хорезмского), а также с освоения Голодной степи. Площади орошения в Средней Азии в этот период увеличились с 2 до 3,2 млн га.

Дальнейшее развитие орошения было связано с освоением новых земель во всех основных регионах бассейна Аральского моря: Ферганской и Вахшской долинах, Дальверзинской степи и др. Площади орошаемых земель возросли до 4,3 млн га. Следует отметить, что указанные площади включали все ирригационно подготовленные земли, в том числе, так называемые условно поливные (периодиче-

ские), орошение которых производилось только в многоводные годы при наличии избытка воды на оросительных системах [1].

Результаты сельскохозяйственной деятельности в степной зоне демонстрируют зависимость отечественного сельского хозяйства от природно-климатических условий [2]. В результате неблагоприятных погодных условий, следствием которых явилась жестокая засуха на Европейской территории России в 2010 г., около 70 % потерь в народном хозяйстве пришлось на сельскохозяйственное производство, из них 40 % экспертами относится к потерям, которых можно было избежать.

Проблема рационального использования водных ресурсов при проведении поливов становится особо актуальной в условиях появления платной государственной услуги по подаче воды для полива, которую осуществляют подведомственные Департаменту мелиорации Минсельхоза России водохозяйственные организации – ФГБУ Управления мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения. В таких условиях осуществлять непроизводительный сброс излишков оплаченной оросительной воды, образующейся в относительно влажные годы, частный сельхозтоваропроизводитель вряд ли считает целесообразным.

В этом аспекте примечательно правило совокупного воздействия факторов, установленное известным физиологом Митчерлихом, указавшим, что урожай зависит от совокупного воздействия всех факторов. Однако это правило, как отмечают многие исследователи, было выведено при изучении действия отдельных факторов с последующим суммированием их действия. Но при этом не учитывался тот факт, что наибольшее влияние на урожайность оказывают факторы, находящиеся в минимуме в данных условиях выращивания растений, а в нашем случае для условий степной и сухостепной зон этим фактором является влагообеспеченность. Идея о том, что выносливость растений определяется самым слабым звеном в цепи его потребностей в питательных элементах, была высказана еще в 1846 г. немецким агрохимиком Либихом, однако он говорил лишь о химических веществах. Существенной проблемой сельского хозяйства в Предкавказской провинции являются систематически чередующиеся годы с недостаточной влагообеспеченностью посевов, с относительно благоприятными годами на общем фоне высокопродуктивных черноземов. Иными словами, для растения наиболее значим тот фактор, который более всего откло-

няется от оптимального значения и таким фактором является обеспеченность осадками или дефицит водного баланса (ДВБ). В этих условиях при всех прочих равных факторах агротехники (удобрения, защита растений, качество семян, обеспеченность техникой и т.д.) вступает в силу «Закон минимума в мелиорации», гласящий, что недостаток влаги сводит к минимуму влияние всех остальных факторов на формирование урожая сельскохозяйственных культур. Для таких условий одним из средств обеспечения стабильности земледелия является применение периодического орошения.

Условия применения периодического орошения отражены в следующих позициях.

1 Система периодического орошения начинает свое существование с момента, когда обеспеченность ДВБ в реальном времени будет больше обеспеченности ДВБ, на которую рассчитана традиционная оросительная система (например, обеспеченность ДВБ > 25 %).

2 Площади периодического орошения должны быть расположены в зоне возможного дополнительного функционирования стационарной оросительной системы и изменяться в зависимости от обеспеченности ДВБ.

3 В состав сельскохозяйственных культур, возделываемых при системе периодического орошения, включают культуры, способные произрастать в богарных условиях.

4 При периодическом орошении рекомендуется поливать культуры, наиболее отзывчивые на дополнительную влагу (кукуруза на зерно, сорго).

5 В случае расположения площадей системы периодического орошения выше уровня магистрального канала она должна иметь самостоятельную систему водоподачи (НС и транспортирующий трубопровод).

6 В годы с большей обеспеченностью ДВБ система периодического орошения должна минимизировать простои оросительной техники и увеличивать отбор невостребованной воды из магистрального канала.

7 Оросительная техника, применяемая в системе периодического орошения, должна быть мобильного исполнения.

Оценка эколого-экономической эффективности периодического орошения базируется на следующих принципах:

1) сопоставление конечного экономического эффекта с отдачей сельскохозяйственных угодий;

2) выявление отклонений экологического характера на орошаемых почвах.

Эколого-экономическая эффективность орошаемого земледелия рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{Эф}_{\text{э-э}} = \Delta\text{ЧД}_{\text{орош}} + \Delta\text{Э}_{\text{экол}}, \quad (1)$$

где  $\text{Эф}_{\text{э-э}}$  – эколого-экономическая эффективность орошаемого земледелия, руб.;

$\Delta\text{ЧД}_{\text{орош}}$  – изменение чистого дохода с орошаемых почв, руб.;

$\Delta\text{Э}_{\text{экол}}$  – изменение экологического эффекта с орошаемых почв, руб.

В условиях нашей модели оценки и управления почвенным плодородием орошаемых почв учитываются следующие факторы: эрозия почвы, гумус, уровень грунтовых вод, засоление, загрязнение при использовании удобрений.

Следовательно, формула для расчета эколого-экономической эффективности от  $j$ -й культуры на одном поле примет следующий вид:

$$\text{Эф}_{\text{э-э},jl} = \frac{\Delta\text{ЧД}_{\text{орош}} + \Delta\text{Э}_{\text{экол}}}{\sum_{i \in I} Z_i + Q_{\text{эроз}} + Q_{\text{УГВ}} + Q_{\text{засол}} + Q_{\text{удобр}} - Q_{\text{гум}}}, \quad (2)$$

где  $\sum_{i \in I} Z_i$  – дополнительные затраты на мероприятия  $i$ -го вида по улучшению почв, руб.;

$Q_{\text{эроз}}$  – стоимостная оценка потерь почвенного плодородия от эрозии, обусловленного мелиорацией, руб.;

$Q_{\text{УГВ}}$  – стоимостная оценка потерь почвенного плодородия от подъема УГВ, обусловленного мелиорацией, руб.;

$Q_{\text{засол}}$  – стоимостная оценка потерь почвенного плодородия от засоления, руб.;

$Q_{\text{удобр}}$  – стоимостная оценка потерь почвенного плодородия от внесения удобрений, руб.;

$Q_{\text{гум}}$  – стоимостная оценка потерь почвенного плодородия от потерь гумуса, руб.

Основным критерием является минимум приведенных затрат и величины возможного ущерба.

Функция цели примет следующий вид:

$$F(\sum_{i \in I} Z_i + Q_{\text{эроз}} + Q_{\text{УГВ}} + Q_{\text{засол}} + Q_{\text{удобр}} - Q_{\text{гум}}) \rightarrow \min \quad (3)$$

или

$$\sum_{j \in J} \sum_{l \in L} X_{jl} (\sum_{i \in I} Z_i + Q_{\text{эроз}} + Q_{\text{УГВ}} + Q_{\text{засол}} + Q_{\text{удобр}} - Q_{\text{гум}}) \rightarrow \min, \quad (4)$$

где  $X_{jl}$  – искомая площадь  $j$ -й культуры на одном поле.

Эколого-экономическая эффективность проведения мелиоративных мероприятий:

$$\sum_{j \in J} \sum_{l \in L} X_{jl} (\sum_{i \in I} (Z_i + Z_{i,\text{доп}})) \leq \Pi_m, \quad (5)$$

где  $Z_{i,\text{доп}}$  – дополнительные текущие затраты по каждому агромероприятию для получения прироста продукции, руб.;

$\Pi_m$  – средний прирост продукции на сельскохозяйственных угодьях от мелиорации, руб.

Будем учитывать имеющиеся в наличии площади культур в севообороте:  $X_{jl} \leq S_j, j \in J, l \in L$ .

Предельно допустимая деградация почвы при низком уровне состояния почв:  $\sum_{j \in J} f_{jl} X_{jl} \leq F, l \in L$  (по патенту № 2324331).

Далее в модели будем учитывать временной критерий. Примем следующее допущение:  $t_{jl} = \begin{cases} 0 / \text{культура } j - \text{отвергается} \\ 1 / \text{культура } j - \text{принимается} \end{cases}$  на  $l$ -м поле.

Критерием экономической эффективности будет являться максимум эколого-экономического эффекта от использования орошаемых почв. Необходимо найти значение переменной  $X_{jl}$ , обеспечивающей максимум целевой функции:

$$\sum_{j \in J} \sum_{l \in L} \text{Эф}_{\text{э-э},jl} X_{jl} t_{jl} \rightarrow \max.$$

В данной задаче необходимо учесть следующие ограничения:

1) по балансу гумуса в почве –

$$k_{j\mu}^n W_{j\mu} X_{jl} t_{jl} + U_{jl} k_{jl}^b k_{jl}^r X_{jl} t_{jl} + h_{j\mu} k_{j\mu}^0 X_{jl} t_{jl} - M_{jl} t_{jl} - f_{jl} t_{jl} = 0, j \in J, l \in L.$$

Запасы гумуса зависят от запасов гумуса в почве и гумификации растительных остатков и органических удобрений с учетом потерь почвы от минерализации и деградации;

2) по балансу азота в почве –

$$k_{j\mu l}^n W_{j\mu l} X_{jl} t_{jl} + k_{j\mu l}^{от} p_{j\mu l} X_{jl} t_{jl} + k_{j\mu}^0 h_{j\mu} X_{jl} t_{jl} + a_{jl} U_{jl} X_{jl} t_{jl} - b_{j\mu} J_{jl} X_{jl} t_{jl} - f_{j\mu l} X_{jl} t_{jl} - X_{jl}^0 t_{jl} = 0, j \in J, l \in L.$$

Данное ограничение учитывает использование азота из почвы, его поступление из минеральных и органических удобрений, вынос азота урожаем культур и потери от деградации почв;

3) по балансу фосфора и калия –

$$k_{j\mu l}^n W_{j\mu l} X_{jl} t_{jl} + k_{j\mu l}^{от} p_{j\mu l} X_{jl} t_{jl} + k_{j\mu}^0 h_{j\mu} X_{jl} t_{jl} - b_{j\mu} U_{jl} X_{jl} t_{jl} - f_{j\mu l} X_{jl} t_{jl} - X_{jl}^0 t_{jl} = 0, j \in J, l \in L.$$

Ограничение также учитывает использование фосфора и калия из почвы, его поступление из минеральных и органических удобрений, вынос фосфора и калия урожаем культур и потери от деградации почв;

4) по засолению почвы –

$$\sum_{j \in J} k_{jl}^{об} X_{jl} t_{jl} + \sum_{j \in J} k_{jl}^{он} X_{jl} t_{jl} - \sum_{j \in J} f_{jl} X_{jl} t_{jl} = 0, l \in L.$$

В засолении почвы важную роль играют степень пригодности вод для орошения по С. Я. Бездниной и потери от деградации почвы;

5) по величине эрозии при поливе –

$$q_{доп} - \sum_{j \in J} k_{jl}^{он} X_{jl} - \sum_{j \in J} X_{jl} t_{jl} (I - v_b)(1 + A) \geq 0, l \in L.$$

В данном уравнении учитываются твердый и жидкий стоки, рассчитываемые по методике Ю. П. Полякова [3];

6) по затратам на восстановление утраченного плодородия почвы от деградации –

$$\sum_{j \in J} f_{jl} Z_{jl} X_{jl} t_{jl} - \sum_{j \in J} W_{j\mu l} X_{jl} t_{jl} \geq 0; l \in L;$$

7) неотрицательность переменных –

$$X_{jl} \geq 0; X_{jl}^0 \geq 0; j \in J; l \in L.$$

Для записи экономико-математической модели задачи оптимизации были введены следующие обозначения:

*индексы:*  $\mu$  – виды удобрений (питательных веществ);  $l$  – посевные площади;  $j$  – сельскохозяйственной культуры;



*множества*:  $M$  – виды удобрений;  $L$  – посевной площади;  $J$  – сельскохозяйственной культуры;

$Z_{jl}$  – затраты на восстановление плодородия 1 т почвы, руб.;

$S_j$  – заданная площадь  $j$ -й культуры в севообороте, ц/га;

$k_{j\mu}^n$  – коэффициент использования  $j$ -й культурой  $\mu$ -го вида питательных веществ из пахотного слоя почвы;

$W_{j\mu l}$  – запас  $\mu$ -х питательных веществ в пахотном слое на одном поле под  $j$ -й культурой, ц/га;

$U_{jl}$  – запланированная урожайность  $j$ -й культуры на  $l$ -м поле, ц/га;

$k_{jl}^b$  – коэффициент выхода пожнивных и корневых остатков по  $j$ -й культуре, выращиваемой на одном поле;

$k_{jl}^r$  – коэффициент гумификации пожнивных и корневых остатков по  $j$ -й культуре на одном поле;

$h_{j\mu}$  – количество  $\mu$ -х питательных веществ, полученных  $j$ -й культурой из органических удобрений;

$k_{j\mu}^0$  – коэффициент использования  $j$ -й культуры питательного вещества  $\mu$ -го вида из органических удобрений;

$M_{jl}$  – минерализация гумуса под  $j$ -й культурой на одном поле, ц/га;

$f_{jl}$  – деградация гумуса под  $j$ -й культурой на одном поле;

$k_{j\mu l}^{от}$  – коэффициент использования  $j$ -й культуры питательного вещества из минеральных удобрений  $\mu$ -го вида;

$p_{j\mu}$  – рекомендуемая доза внесения минеральных удобрений  $\mu$ -го вида по  $j$ -й культуре на одном поле;

$a_{jl}$  – коэффициент биологической фиксации  $j$ -й культурой на одном поле;

$b_{j\mu}$  – коэффициент выноса  $\mu$ -го питательного вещества с гектара пахотного слоя  $j$ -й культуры;

$f_{j\mu l}$  – потери от деградации  $\mu$ -го питательного вещества под  $j$ -й культурой на одном поле;

$X_{jl}^0$  – «отраженная» переменная, корректирующая выращивание  $j$ -й культуры на одном поле;

$F$  – предельно допустимая деградация почвы в севообороте, ц;

$k_{jl}^{об}$  – коэффициент свойств оросительной воды;

$k_{jl}^{оп}$  – коэффициент свойств орошаемой почвы;

$\partial_{доп}$  – допустимая норма эрозии;

$t_{jl}$  – продолжительность полива  $j$ -й культуры на одном поле, мин.;

$I$  – интенсивность полива, мм/мин.;

$v_b$  – скорость впитывания, м/мин.;

$A$  – коэффициент, учитывающий наличие твердых частиц в жидком стоке.

Модель оценки и управления плодородием периодически орошаемых почв является иерархической моделью, представленной в виде блок-схемы (рисунок 1), содержащей как управляемые, так и неуправляемые факторы.



**Рисунок 1 – Блок-схема модели оценки и управления плодородием периодически орошаемых почв**

Как видно из рисунка 1, первостепенное значение играют такие факторы, как эрозия, гумус, уровень грунтовых вод, засоление и загрязнение при использовании удобрений. Они, в свою очередь, состоят из числа целевых (результатирующих) показателей с соответствующими весовыми коэффициентами.

### **Список использованных источников**

1 Генезис и мелиорация засоленных почв Казахстана. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1979. – 192 с.

2 Маслов, Б. С. Мелиорация и охрана природы / Б. С. Маслов, И. В. Минаев. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 271 с.

3 Поляков, Ю. П. Руководство по предупреждению и регулированию эрозии почв при поливах дождеванием / Ю. П. Поляков; НИМИ. – Новочеркасск, 1998. – 52 с.

УДК 631.6 (094):626.82.006:626.86.006

**С. М. Васильев, М. А. Субботина** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **ЕДИНЫЙ ПОНЯТИЙНО-КАТЕГОРИАЛЬНЫЙ АППАРАТ В МЕЛИОРАЦИИ – ПЕРВООСНОВА СОХРАНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ**

В статье рассматривается разработка проекта национального стандарта ГОСТ Р «Мелиоративные системы и сооружения. Термины и определения», гармонизированный с международными нормативными документами и выполненный с учетом требований современного законодательства и рекомендаций Госстандарта.

Изменение формы собственности большинства сельскохозяйственных предприятий, появление свободных рынков товаров и услуг, элементов рыночного регулирования в агропромышленной сфере, существенное ускорение в процессах обновления и создания новой продукции, необходимость участия агропредприятий в международном разделении труда, на фоне изменения всего уклада российской экономики, произошедшего в последние годы, не может обеспечиваться и поддерживаться устаревшей системой государственной стандартизации и, в первую очередь, разнобойностью, неоднозначностью и, зачастую, разночтением терминологии, применяемой в мелиоративной отрасли АПК. Все это препятствует оперативной разработке и реализации мероприятий, направленных на восстановление и сохранение почвенного плодородия.

Создание современной правовой и нормативной базы в мелиорации на основе единого понятийно-категориального аппарата обеспечит формирование высокопрофессионального кадрового потенциала АПК и защиту интересов государства, производителей и потребителей, а также повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции России на мировом рынке.

Вступление в силу Федерального закона «О техническом регулировании» перевело государственные стандарты Российской Федерации, выполнявшие функции основного инструмента государственного регулирования, в национальные стандарты, призванные на добровольной основе обеспечить повышение конкурентоспособности и безопасности продукции, работ и услуг и содействовать соблюдению обязательных требований технических регламентов.

Нами был проведен анализ фонда национальных стандартов на отдельные группы продукции с учетом предлагаемых к разработке и введению технических регламентов. Структура фонда национальных стандартов представляет следующую картину:

- основополагающие стандарты – 18 %;
- метрология – 5 %;
- методы контроля – 10 %;
- пищевая промышленность – 12 %;
- сельское хозяйство – 5 %;
- машиностроение – 11 %;
- химическая промышленность – 24 %;
- металлургия – 5 %;
- строительство – 5 %.

Вышеприведенная структура, свидетельствует о том, что лишь 40 % из них гармонизировано с международными стандартами.

Стандартизация в качестве одного из элементов технического регулирования в АПК может и должна обеспечить достойный вклад в экономическое развитие страны, повышение ее продовольственной независимости. Но при этом цели и принципы стандартизации в условиях реформирования мелиоративного сектора и агропромышленного комплекса в целом должны быть адекватны происходящим переменам, соответствовать международной практике, и основу для этого положит применение единых терминов и определений.

Нами была проанализирована роль существующей нормативно-правовой базы в области сельского хозяйства в формировании спектра проблем оросительных мелиораций.

Согласно статей 1, 19 Федерального закона от 11.06.2003 г. № 74-ФЗ «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» [1], целью создания фермерского хозяйства является производство, переработка, транспортировка, хранение и реализация сельскохозяйственной продукции. Земельные участки крестьянским хозяйствам предоставляются для сельскохозяйственного использования.

Статьями 7, 8 Федерального закона от 16.07.1998 г. № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» [2] предусмотрено, что собственники, владельцы, пользователи, в том числе, и арендаторы земельных участков обязаны осуществлять производство сельскохозяйственной продукции способами, обеспечивающими воспроизводство плодородия земель сельскохозяйственного назначения, и в этих целях имеют право проводить мелиоративные мероприятия.

Согласно статье 2 Федерального закона от 10.01.1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель» (с изменениями на 30 декабря 2008 г.) [3], мелиорация земель – это коренное улучшение земель путем проведения гидротехнических, культуртехнических, химических, противоэрозионных, агролесомелиоративных, агротехнических и других мелиоративных мероприятий.

Мелиоративные мероприятия – проектирование, строительство, эксплуатация и реконструкция мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, обводнение пастбищ, создание систем защитных лесных насаждений, проведение культуртехнических работ, работ по улучшению химических и физических свойств почв, научное и производственно-техническое обеспечение указанных работ.

Закон о мелиорации № 4-ФЗ в зависимости от характера мелиоративных мероприятий определяет следующие типы мелиорации земель: гидромелиорация, агролесомелиорация, культуртехническая мелиорация, химическая мелиорация.

Статья 6 Закона о мелиорации № 4-ФЗ предусматривает, что гидромелиорация состоит из проведения комплекса мелиоративных мероприятий, обеспечивающих коренное улучшение заболоченных,

излишне увлажненных, засушливых, эродированных, смытых и других земель, состояние которых зависит от воздействия воды. Гидромелиорация земель направлена на регулирование водного, воздушно-теплового и питательного режимов почв на мелиорируемых землях посредством осуществления мер по подъему, подаче, распределению и отводу вод с помощью мелиоративных систем, а также отдельно расположенных гидротехнических сооружений. К этому типу мелиорации земель относятся оросительная осушительная, противопаводковая, противоселевая, противооползневая и другие виды гидромелиорации земель.

Согласно ГОСТ 26967-86 «Гидромелиорация. Термины и определения» [4]: полив – однократное искусственное увлажнение почвы и (или) приземного слоя атмосферы; мелиоративные земли – земли мелиоративного фонда, на которых осуществляется мелиорация.

Отсюда следует, что орошаемые земли не относятся автоматически к мелиорируемым (мелиорированным) землям т.к. на них могут не выполняться мелиоративные мероприятия, предусмотренные ст. 2 Федерального закона от 10.01.1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель» (с изменениями на 30 декабря 2008 г.). Поэтому их следует относить к землям сельскохозяйственного назначения, о чем свидетельствует наличие ссылки в ГОСТ 26967-86 на ГОСТ 26640-85 [5] при расшифровке термина орошаемые земли.

Несогласованность терминологии, отраженной в словарях, энциклопедиях, государственных и отраслевых стандартах и других нормативных документах, в научно-технической литературе и документации, приводит к серьезным разночтениям, непониманию и ложному толкованию терминов в среде проектировщиков и эксплуатационников мелиоративных систем. Многозначность используемых терминов, наличие двух и более синонимов для обозначения одного и того же понятия, некритический подход к передаче на русский язык терминов, заимствованных из других языков, продолжают оставаться в числе главных недостатков понятийно-терминологической системы мелиоративной отрасли. Все вышесказанное предопределило направление наших исследований.

Разработанный нами национальный стандарт ГОСТ Р «Мелиоративные системы и сооружения. Термины и определения» устанавливает нормы соответствия терминов и определений основным, базовым

понятиям мелиоративной отрасли. Понятийно-терминологическая система сформирована с учетом существующих норм, практики употребления терминов и требований к содержанию и регламентам гармонизации терминологии в стандартах ИСО.

Пример формирования понятийно-категориального аппарата ГОСТ Р с учетом ст. 2 ФЗ «О мелиорации земель» (ФЗ) и действующего ГОСТ 26967-86 (ГОСТ):

- мелиорация земель – коренное улучшение земель путем проведения гидротехнических, культуртехнических, химических, противоэрозионных, агролесомелиоративных, агротехнических и других мелиоративных мероприятий (ФЗ);

- гидромелиорация – совокупность мероприятий и сооружений, обеспечивающих улучшение природных условий сельскохозяйственного использования земель путем регулирования водного режима почвогрунтов (ГОСТ).

В разрабатываемом ГОСТ Р определение «мелиорация земель» будет идентично определению применяемому в ФЗ:

- мелиоративные системы – комплексы взаимосвязанных гидротехнических и других сооружений и устройств (каналы, коллекторы, трубопроводы, водохранилища, плотины, дамбы, насосные станции, водозаборы, другие сооружения и устройства на мелиорированных землях), обеспечивающих создание оптимальных водного, воздушно-теплового и питательного режимов почв на мелиорированных землях (ФЗ);

- гидромелиоративная система – комплекс взаимодействующих сооружений и технических средств для гидромелиорации земель (ГОСТ).

В данном случае был применен аналогичный подход:

- оросительная система – гидромелиоративная система для орошения земель (ГОСТ).

Такого термина в ст. 2, гл. I настоящего ФЗ не предусмотрено. Учитывая понятийно-категориальный аппарат, используемый в ФЗ, определение оросительной системы в разрабатываемом ГОСТ Р может быть представлено следующим образом:

- оросительная система – мелиоративная система для орошения земель (ГОСТ Р).

Определение получилось напрямую увязанным с терминологией ФЗ, чем определение, изложенное в предыдущем ГОСТ.

Установленные в стандарте термины расположены в порядке, отражающем систему основных понятий области мелиорации в соответствии с выявленными между понятиями связями, в последовательности «от общего – к частному», «от определяющего – к определяемому».

Проект стандарта включает следующие разделы: «Область применения», «Нормативные ссылки», «Основные понятия», «Оросительные системы и сооружения», «Осушительные системы и сооружения», «Алфавитный указатель терминов».

Также в стандарт включены новые термины и определения, такие как паспорт мелиоративной системы, повреждения на мелиоративной системе, реконструкция мелиоративных систем, внутрихозяйственная мелиоративная сеть, открытый канал, открытая сеть и т.д.

#### **Список использованных источников**

1 О крестьянском (фермерском) хозяйстве Федеральный закон от 11 июня 2003 г. № 74-ФЗ: по состоянию на 11 июня 2003 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

2 О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения Федеральный закон от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ: по состоянию на 24 июня 2002 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

3 О мелиорации земель Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ (с изменениями на 30 декабря 2008 года): по состоянию на 30 декабря 2008 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

4 ГОСТ 26967-86. Гидромелиорация. Термины и определения. – Введ. 1987-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 10 с.

5 ГОСТ 26640-85. Земли. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 17.5.1.05-80; введ. 1987-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 6 с.



## ВЛИЯНИЕ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

В статье рассмотрены показатели, полученные на основе изучения гранулометрического, микроагрегатного и агрегатного составов почвы при капельном орошении в пленочных теплицах, такие как коэффициент дисперсности по Качинскому, степень агрегированности по Бэйверу, количество агрономически ценных агрегатов при «сухом» и «мокрым» просеиваниях, коэффициент структурности, водоустойчивость по И. В. Кузнецовой, критерий водопрочности и др.

В ходе эксплуатации сельскохозяйственных земель на почву оказываются разнообразные воздействия. При капельном орошении эти воздействия имеют значительную интенсивность. Учет исходных характеристик физических свойств почвы и отслеживание их изменений является чрезвычайно важным для сохранения экологической устойчивости черноземных почв юга России. В рамках исследований влияния капельного орошения на физические свойства почв нами изучались гранулометрический, микроагрегатный и агрегатный составы почвы.

Гранулометрический состав, выраженный в содержаниях фракций гранулометрических элементов, – важнейшая физическая характеристика почвы, одна из характеристик ее дисперсности. Он определяет все основные почвенные процессы, является одним из фундаментов почвенного плодородия, так как в зависимости от гранулометрии почв формируются те или иные сельскохозяйственные мероприятия [1].

Совместное с гранулометрическим составом определение микроагрегатного состава почв позволяет провести ряд оценок устойчивости микроструктуры. Разница в содержании ила между гранулометрическим и микроагрегатным составами будет говорить о структурообразующей роли почвенного ила. На соотношениях ила и песчаных фракций в гранулометрическом и микроагрегатном составах построены основные количественные оценки микроагрегированности почв, такие как коэффициент дисперсности по Качинскому, степень агрегированности по Бэйверу и др. [1].

Коэффициент дисперсности по Качинскому,  $K_d$ , вычисляют по следующей формуле, %:

$$K_d = \frac{I_m}{I_r} 100, \quad (1)$$

где  $I_m$  и  $I_r$  – содержание фракции ила (частицы  $< 0,001$  мм) при микроагрегатном и гранулометрическом составах. Чем выше этот коэффициент, тем более дисперсна, легче пептизируется, менее микроагрегирована почва.

Классификационные градации почвенной микроагрегированности по этому показателю следующие:

- $< 15$  – высокая микрооструктуренность;
- 15-25 – хорошая;
- 25-40 – удовлетворительная;
- 40-60 – неудовлетворительная;
- $> 60$  – весьма низкая.

Также микроагрегированность почвы можно определять с использованием степени агрегированности по Бэйверу,  $A_r$ , %:

$$A_r = \frac{P_m - P_r}{P_m} 100, \quad (2)$$

где  $P_m$  и  $P_r$  – содержание фракции  $> 0,05$  мм при микроагрегатном и гранулометрическом анализах. В зависимости от полученного показателя делают вывод о степени агрегированности:

- $> 90$  – очень высокая микроагрегированность;
- 80-90 – высокая;
- 65-80 – хорошая;
- 50-65 – удовлетворительная;
- 35-50 – слабая;
- 20-35 – весьма слабая;
- $< 20$  – низкая.

Макроструктура, или агрегатное состояние, играет очень заметную экологическую роль в жизни и растений, и животных. Обычно, естественные почвы хорошо агрегированы. Исследования показывают, что одним из главных свойств, отличающих почву от почвообразующей породы, – это гумус и структура: новообразования и агрегаты. Определение агрегатного состояния особенно важно для почв тяжелого гранулометрического состава [2]. Известно, что распыление почв до агрегатов диаметра меньше 0,5 мм сопровождается усилением явлений выдувания, особенно в пахотном горизонте [3].

В физике почв структуру почвы оценивают количественно на основании распределения содержания агрегатов (воздушно-сухих и в воде) по их размерам. Первым количественным показателем структуры является содержание воздушно-сухих агрегатов различного размера. Самые крупные агрегаты (глыбы) и самые мелкие (пылеватая часть почвы) указывают на неблагоприятное агрофизическое состояние почвенной структуры. Агрегаты размерами от 10 до 0,25 мм – самые важные, они придают почвенной структуре ее уникальный вид в виде почвенных комочков и определяют почвенное плодородие, поэтому их и называют агрономически ценными. Содержание агрономически ценных агрегатов – важнейший показатель ее состояния: чем выше их содержание, тем лучше почва [2].

Обычно пользуются следующими качественными оценками структуры на основании количества агрегатов агрономически ценного диапазона, 10-0,25 мм: > 60 % – отличное агрегатное состояние; 60-40 – хорошее; < 40 % – неудовлетворительное.

Либо используют так называемый коэффициент структурности ( $K_{стр}$ ):

$$K_{стр} = \frac{\sum (10-0,25 \text{ мм})}{\sum (> 10 \text{ мм}; < 0,25 \text{ мм})}. \quad (3)$$

Если  $K_{стр} > 1,5$  – отличное агрегатное состояние; 1,5-0,67 – хорошее; < 0,67 – неудовлетворительное.

Стабильность (устойчивость) агрегатов – способность сохранять пространственное распределение твердой фазы почвы и порового пространства при действии внешних сил. Это свойство показывает, насколько соединяющие внутриагрегатные силы способны противостоять внешним разрушающим силам. Оценку структуры почвы в отношении ее водостойчивости проводят по количеству агрегатов определенного размера, получающихся после «мокрого» просеивания. В данном случае – по количеству агрегатов > 0,25 мм. Чем больше крупных агрегатов (крупнее 0,25 мм), полученных в результате просеивания почвы в воде, тем лучше водостойчивость структуры. Для оценки структурного состояния используют также показатели определения общего количества агрегатов > 0,25 мм при «мокром» просеивании (классификация, предложенная И. В. Кузнецовой):

< 10 – водостойчивость отсутствует;

- 10-20 – неудовлетворительная;
- 20-30 – недостаточно удовлетворительная;
- 30-40 – удовлетворительная;
- 40-60 – хорошая;
- 60-75 – отличная;
- > 75 – избыточно высокая.

Также для оценки структурного состояния вычисляют критерий водопрочности агрегатов (критерий АФИ): отношение суммы агрегатов (1-0,25 мм) при «мокром» и «сухом» просеиваниях (%):

- > 800 – отличная;
- 500-800 – очень хорошая;
- 100-500 – хорошая;
- 50-100 – удовлетворительная;
- < 50 – неудовлетворительная.

Гранулометрический состав определялся по методу пипетки Качинского-Робинсона-Кёхля. Микроагрегатный состав – методом Качинского. Агрегатный состав при «сухом» и «мокром» просеивании по методу Н. И. Саввинова.

Исследования проводились нами в ст. Красюковская на участке в пленочной теплице, где капельное орошение использовалось более 4-х лет.

Отбор проб почвы проводился по методике РосНИИПМ в трех точках относительно расположения капельной линии: непосредственно под капельницей (зона О); в зоне максимального накопления солей (примерно 20 см от капельной линии) (зона М) и в середине междурядья или дорожки, в точке, наиболее удаленной от капельной линии (зона Д). Отбор проб почвы для анализов был произведен осенью по окончанию поливного сезона и весной перед посадкой рассады на постоянное место. Глубина взятия проб до 1,0 м. Слои: 0-20 см; 20-40 см; 40-60 см; 60-80 см; 80-100 см.

Почвы опытного участка в ст. Красюковская принадлежат к обыкновенным черноземам. Гранулометрический состав представлен в таблице 1.

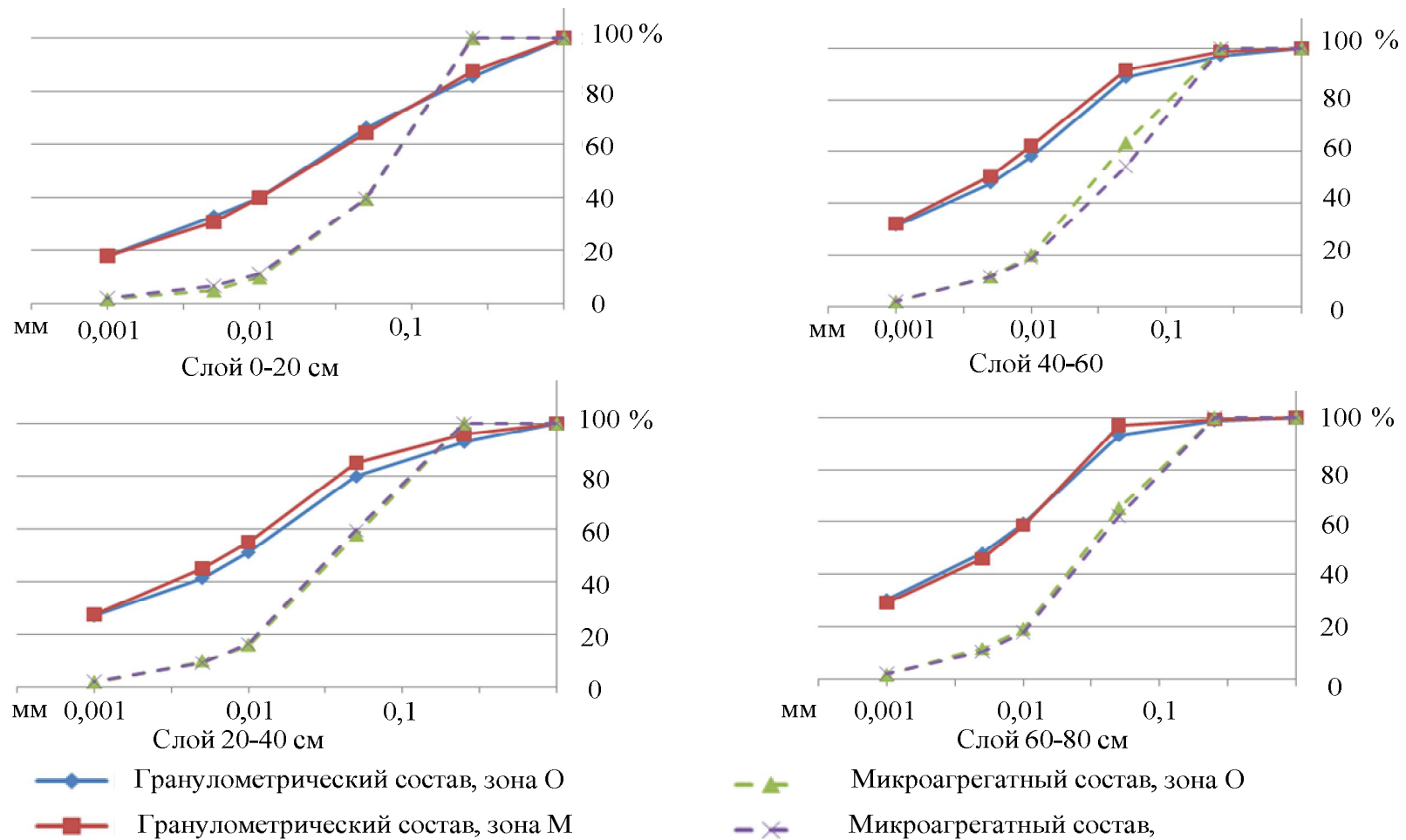
Результаты, представленные в таблице 1, указывают на то, что гранулометрический состав практически не подвержен изменению в зависимости от места взятия образца по отношению к капельной линии и в течение года. Как можно видеть, верхний слой 0-20 см ха-

рактируется самым легким гранулометрическим составом – средне-суглинистым, а слой 40-60 см в основном имеет более тяжелый состав по сравнению с остальными слоями (тяжелосуглинистыми) и характеризуется легкоглинистым гранулометрическим составом.

**Таблица 1 – Содержание фракций при определении гранулометрического состава почв опытных участков в ст. Красюковская**

Слой почвы, см	Процентное содержание фракций, размер фракций в мм						Физический песок (частицы > 0,01мм), %	Физическая глина (частицы < 0,01мм), %
	> 0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001		
Осень 2009 г., зона О								
0-20	14,62	19,33	26,11	7,35	14,52	18,07	60,06	39,94
20-40	7,14	13,08	28,83	9,73	14,38	26,84	49,05	50,95
40-60	2,79	8,55	30,35	10,33	16,3	31,68	41,69	58,31
60-80	1,14	5,65	33,7	11,56	17,45	30,5	40,49	59,51
80-100	0,67	6,01	33,7	12,08	16,95	30,99	40,38	60,02
Осень 2009 г., зона М								
0-20	12,47	23,33	24,59	9,13	12,72	17,78	60,39	39,63
20-40	4,34	10,85	29,76	10,19	17,48	27,38	44,95	55,05
40-60	1,16	7,19	29,31	11,55	18,41	32,38	37,66	62,34
60-80	0,74	2,34	38,16	12,81	16,62	29,33	41,24	58,76
80-100	0,49	8,24	32,15	11,49	16,93	30,7	40,88	59,12
Весна 2010 г., зона О								
0-20	11,38	24,31	24,67	9,51	16,34	13,79	60,36	39,64
20-40	7,83	9,32	33,88	10,8	16,31	21,86	51,03	48,97
40-60	2,37	3,34	33,8	13,3	20,41	26,78	39,51	60,49
60-80	1,21	5,15	36,28	11,66	17,56	28,14	42,64	57,36
80-100	0,58	1,12	39,51	12,27	16,22	30,3	41,21	58,79
Весна 2010 г., зона М								
0-20	11,11	19,65	28,11	8,55	17,24	15,34	58,87	41,13
20-40	6,12	12,35	29,71	10,41	17,16	24,25	48,18	51,82
40-60	1,63	5,12	32,83	10,87	19,88	29,67	39,58	60,42
60-80	2,24	8,39	33,57	11,81	18,48	25,51	44,2	55,8
80-100	0,68	3,88	37,39	10,29	17,66	30,1	41,95	58,05

При рассмотрении кумулятивных кривых гранулометрического и микроагрегатного анализов, можно заметить их несовпадение как в области тонких частиц, так и в области крупных, песчаных (рисунок 1). Различие в содержании тонких частиц, в частности, ила, указывает, какое количество ила из гранулометрии участвует в формировании микроагрегатов. Эта область агрегированного ила. Чем она больше, тем большее количество ила участвует в образовании устойчивых микроагрегатов, тем лучше почвенно-физические условия.



**Рисунок 1 – Кумулятивные (интегральные) кривые распределения гранулометрических элементов по размерам при гранулометрическом и микроагрегатном анализах почв осенью 2009 года на опытных участках в ст. Красюковская**

Согласно рисунку 1, наименьшее количество агрегированного ила отмечается в верхнем слое 0-20 см, которое с глубиной увеличивается.

Для характеристики микроагрегатной устойчивости почвы мы использовали коэффициент дисперсности по Качинскому и степень агрегированности по Бэйверу. В таблице 2 приведены эти показатели для почв опытных участков в ст. Красюковская.

**Таблица 2 – Коэффициент дисперсности (Качинского) и степень агрегированности по Бэйверу почв опытных участков в ст. Красюковская**

Слой почвы, см	Коэффициент дисперсности по Качинскому ( $K_d$ )		Степень агрегированности по Бэйверу ( $A_r$ )	
	%	классификационная градация	%	классификационная градация
Осень 2009 г., зона О				
0-20	7,3	высокая микрооструктуренность	44,1	слабая
20-40	6,3	высокая микрооструктуренность	52,2	удовлетворительная
40-60	6,7	высокая микрооструктуренность	69,0	хорошая
60-80	6,4	высокая микрооструктуренность	80,4	высокая
80-100	7,2	высокая микрооструктуренность	81,5	высокая
Осень 2009 г., зона М				
0-20	11,2	высокая микрооструктуренность	40,9	слабая
20-40	7,3	высокая микрооструктуренность	62,6	удовлетворительная
40-60	6,5	высокая микрооструктуренность	81,7	высокая
60-80	7,4	высокая микрооструктуренность	91,8	очень высокая
80-100	7,2	высокая микрооструктуренность	78,2	хорошая

Согласно классификационной градации, коэффициент дисперсности по Качинскому характеризует почвы как имеющие высокую микрооструктуренность по всем слоям как в зоне О, так и в зоне М. Все значения были меньше 15 %, однако в верхнем слое 0-20 см в зоне М значения были самыми высокими (11,2 %), что указывает на некоторое повышение дисперсности почвы в зоне максимального нако-

пления солей. Это может указывать на то, что повышенное содержание солей ухудшает микроструктуру.

Применение показателя степени агрегированности по Бэйверу показало, что верхние слои характеризовались слабой степенью агрегированности в слое 0-20 см и удовлетворительной в слое 20-40 см, в более глубоких слоях от 40 до 100 см степень агрегированности была от хорошей до очень высокой. Как и в случае с коэффициентом дисперсности по Качинскому худшие показатели были получены для слоя максимального накопления солей 0-20 см в зоне М.

Определение агрегатного состояния показало, что при «сухом» просеивании в зоне О в верхних слоях 0-20 см и 20-40 см преобладает глыбистая фракция, содержание которой доходит до 62,1 % (таблица 3). Средневзвешенный диаметр агрегатов составлял от 6,19 мм до 6,42 мм. Содержание агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм) больше в верхнем слое в зоне М, т.е. в зоне, где происходит максимальное накопление солей. Именно в этой зоне структурное состояние оценивается как отличное, в отличие от слоя 0-20 см в зоне О и слоя 20-40 см в зоне М, где структурное состояние хорошее, и от слоя 20-40 см в зоне О, где структурное состояние неудовлетворительное. Средневзвешенный диаметр агрегатов в зоне М в верхнем слое 0-20 см составил наименьшую величину – 3,57 мм.

**Таблица 3 – Агрегатное состояние при «сухом» просеивании осенью 2009 года, ст. Красюковская**

Место отбора	Процентное содержание фракций при «сухом» просеивании, размер фракций в мм									Агрономически ценных агрегатов, %	Коэффициент структурности
	> 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,25	0,5-0,25	< 0,25		
Зона О, 0-20 см	58,4	9,3	7,2	9,8	5,7	4,8	2,7	1,4	0,7	41,0	0,69
Зона О, 20-40 см	62,1	9,3	6,9	7,7	5,0	3,7	2,0	1,3	2,0	35,9	0,56
Зона М, 0-20 см	22,9	9,3	9,7	14,7	12,2	12,2	6,8	6,7	5,5	71,6	2,52
Зона М, 20-40 см	40,4	15,6	9,1	10	7,3	7,3	5,3	3,2	1,8	57,7	1,37

Структурное состояние при «мокром» просеивании характеризовалось как отличное, кроме слоя 20-40 см в зоне О, где структурное состояние хорошее (таблица 4).



**Таблица 4 – Агрегатное состояние при «мокроем» просеивании осенью 2009 года, ст. Красюковская**

Место отбора	Процентное содержание фракций при «мокроем» просеивании, размер фракций в мм								Агрономически ценных агрегатов, %
	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,25	0,5-0,25	< 0,25	
Зона О, 0-20 см	2,24	1,9	5,48	10,92	22,48	24,06	14,48	18,4	81,6
Зона О, 20-40 см	-	-	2,38	4,9	16,24	24,78	15,62	36,1	63,9
Зона М, 0-20 см	0,46	0,52	1,2	2,48	12,18	22,12	37,46	23,6	76,4
Зона М, 20-40 см	-	0,36	0,4	0,88	3,58	12,22	55,46	27,1	72,9

Оценка водоустойчивости по классификации И. В. Кузнецовой показала, что верхние слои 0-20 см в зонах О и М характеризовались избыточно высокой водоустойчивостью, а слой 20-40 см – отличной.

Вычисление критерия водопрочности показало, что наибольшие значения, указывающие на отличное структурное состояние, получены в зоне О (940 % для слоя 0-20 см и 1224 % для слоя 20-40 см), в зоне М для верхнего слоя 0-20 см – хорошее (441 %), для слоя 20-40 см – очень хорошее (796 %).

Вероятно, такое благоприятное структурное состояние объясняется преобладанием в составе накапливающихся солей соединений кальция [4, 5], которые оказывают положительное воздействие на структуру почв.

Таким образом, установлено, что почвы участка характеризуются в основном тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, в верхнем слое 0-20 см отмечен более легкий гранулометрический, а в слое 40-60 см более тяжелый. Существенных изменений гранулометрического состава в зависимости от расположения капельной линии и срока отбора не отмечено. По результатам микроагрегатного анализа коэффициент дисперсности по Качинскому не превышает 15 %, что характеризует почвы как имеющие высокую микроструктурность, в то же время в верхнем слое 0-20 см в зонах О и М степень агрегированности по Бэйверу слабая, в слое 20-40 см – удовлетворительная, а ниже 40 см хорошая и высокая. Худшие показатели были получены для слоя максимального накопления солей 0-20 см в зоне М, что может указывать на негативное влияние повышенного содержания солей на микроструктуру почв.

В зоне О, где происходит наиболее интенсивное взаимодействие поливной воды хлоридно-сульфатно-натриевого состава с почвой отмечено ухудшение структурного состояния из-за преобладания глыбистой фракции при «сухом просеивании».

Накопление солей на поверхности почвы в зоне М не повлияло отрицательным образом на макроструктуру черноземов. Структурное состояние по количеству водопрочных агрономически ценных агрегатов характеризовалось как отличное, водостойчивость – избыточно высокая, а критерий водопрочности указывал на хорошее структурное состояние.

Полученные результаты носят предварительный характер и требуют уточнения при проведении последующих исследований.

### **Список использованных источников**

1 Шеин, Е. В. Агрофизика [Электронный ресурс] / Е. В. Шеин, В. М. Гончаров. – МГУ им. Ломоносова, 2006. – Режим доступа: [http://www.pochva.com/studentu/study/books/index.php?query=%C0%E3%F0%E8%E4%E7%E8%EA%E0&by=all&format\\_search=d&n=1](http://www.pochva.com/studentu/study/books/index.php?query=%C0%E3%F0%E8%E4%E7%E8%EA%E0&by=all&format_search=d&n=1).

2 Теории и методы физики почв: коллективная монография [Электронный ресурс] / под ред. Е. В. Шеина и Л. О. Карпачевского. – М.: «Гриф и К», 2007. – Режим доступа: [http://www.pochva.com/studentu/study/books/index.php?query=%D8%E5%E8%ED&by=all&format\\_search=d&n=1](http://www.pochva.com/studentu/study/books/index.php?query=%D8%E5%E8%ED&by=all&format_search=d&n=1).

3 Ковда, В. А. Основы учения о почвах / В. А. Ковда. – М.: Наука, 1973. – Кн. 1. – 448 с.

4 Воеводина, Л. А. Влияние капельного орошения на засоление почв [Электронный ресурс] / Л. А. Воеводина, Ю. Ф. Снопич, А. Н. Чекунов // Научный журнал КубГАУ: политематический сетевой электрон. журн. / Кубанский гос. аграрн. ун-т. – Электрон. журн. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – № 64(10). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/10/pdf/20.pdf>. – Шифр Информрегистра 0421000012\0273.

5 Воеводина, Л. А. Влияние капельного орошения минерализованными водами на свойства черноземных почв [Электронный ресурс] / Л. А. Воеводина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=1&id=10>.

Л. М. Докучаева, Э. Н. Стратинская (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕГУЛЯРНОГО И ЦИКЛИЧЕСКОГО ОРОШЕНИЙ

В статье дана оценка изменения экологического состояния черноземов при регулярном и циклическом орошении на трех ключевых участках. Показано, что циклическое орошение способствует оптимизации экологической ситуации.

Начиная с перестроечного периода и по настоящее время, использование земель изменилось в сторону выращивания высокодоходных культур. Предпочтение отдается зерновым (пшенице) и техническим культурам (подсолнечнику), которые не требуют орошения. Кроме этого, из-за отсутствия поливной воды многие влаголюбивые культуры во второй половине лета не поливаются. Для поддержания почвенного плодородия высеваются сидераты в качестве зеленого удобрения, и реже – многолетние травы. Поливают, в основном, на этих полях сою, кукурузу на зерно, корнеплоды, овощи.

По нашим подсчетам, среднеежегодная оросительная норма на орошаемых полях составляет всего 1100-1300 м<sup>3</sup>/га, то есть практически водная нагрузка снижена почти вдвое.

Как показывает анализ, землепользователи на орошаемых землях, в основном, возделывают культуры по следующей схеме: два года – влаголюбивые культуры (картофель, капусту и др.), оросительные нормы которых составляют 2200-3200 м<sup>3</sup>/га, следующие два года – засухоустойчивые культуры (озимые и яровые, технические культуры) чаще всего без поливов. В среднем за четыре года оросительная норма составляет 1200 м<sup>3</sup>/га. Практически можно отметить, что сложившиеся обстоятельства с дефицитом поливной воды, удорожанием электроэнергии, отсутствием дождевальной техники заставили производителей перейти на циклический вид орошения.

В связи с этим нами на изучение поставлен вопрос: изменилась ли экологическая обстановка земель при снижении искусственной нагрузки? Для разработки этого вопроса нами выбраны три ключевых участка:

- участок в ОПХ «РООМС», где преобладают черноземы обыкновенные, на которых с 1955 по 1991 гг. осуществлялось регулярное орошение водой с минерализацией 0,5-0,7 г/дм<sup>3</sup> гидрокарбонатно-

кальциевого состава. В настоящее время они осваиваются в режиме циклического орошения со снижением водной нагрузки до 1100-1200 м<sup>3</sup>/га;

- участок в ООО «Приазовье» (Миусская ОС) Ростовской области. Черноземы обыкновенные ООО «Приазовье» регулярно орошались с 1981 до 1994 гг. водой сульфатно-натриевого состава с минерализацией 1,2-1,3 г/л. Последние 13 лет водная нагрузка значительно снижена;

- участок в ГП «Батайское» орошался такой же водой, что и земли ООО «Приазовье», более 30 лет. С 2003 года этот участок поливается в режиме циклического орошения.

На этих участках проведен сравнительный анализ свойств почв, осваиваемых в период регулярного орошения (ОПХ «РООМС», ООО «Приазовье») и в режиме циклического орошения (ГП «Батайское»).

На каждом участке образцы почв и в период регулярного орошения, и после 16 лет в ОПХ «РООМС», 13 лет в ООО «Приазовье» и 7 лет в ГП «Батайское» циклического орошения отбирались осенью по слоям 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см и далее до УГВ на физико-химические свойства в 10-кратной повторности. Результаты подвергались математической обработке по Доспехову. Изменение экологической ситуации при снижении водной нагрузки оценивалось методом сравнения показателей свойств почв: в ОПХ «РООМС» – после 30 лет регулярного орошения и после 16 лет циклического орошения, в ООО «Приазовье» соответственно после 10 и 13 лет, а в ГП «Батайское» соответственно после 30 и 7 лет.

Оценка этих земель проводилась по критериям экологической обстановки территорий [1] и по индикаторным показателям определения степени деградации почв [2].

Параметрами критериев экологической обстановки территорий (участков) являются экологическое бедствие (ЭБ), чрезвычайная экологическая ситуация (ЧЭС) и удовлетворительная ситуация (УС).

Деградация почв и земель по индикаторному показателю характеризуется пятью ступенями:

- 0 – недеградированные (ненарушенные);
- 1 – слабodeградированные;
- 2 – среднедеградированные;
- 3 – сильнодеградированные;

4 – очень сильнодеградированные (разрушенные).

В таблице 1 показаны показатели экологической оценки, согласно методике [2], из всех существующих индикаторов нами в таблицу выбраны те, которые более нам подходят.

**Таблица 1 – Определение степени деградации почв и земель [2]**

Показатели	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
Увеличение содержания обменного натрия (в % от ЕКО): - для почв, содержащих < 1 % натрия - для других почв	< 1 < 5	1-3 5-10	3-7 10-15	7-10 15-20	> 10 > 20
Увеличение щелочности (при переходе нейтрального типа засоления в щелочной), мг-экв./100 г	< 0,7	0,71-1,0	1,1-1,6	1,7-2,0	> 2,0
Увеличение равновесной плотности сложения пахотного слоя почвы, в % от исходного*	< 10	11-20	21-30	31-40	> 40
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А + В), % от исходного*	< 10	11-20	21-40	41-80	> 80
* За исходное принимается состояние недеградированного аналога (нулевая степень деградации).					

Критерии индикаторных показателей этой методики практически такие же, как и критерии экологической обстановки территорий, но только в последней разброс сделан не по пяти ступеням, а для трех ситуаций.

Анализ результатов свойств почв при регулярном и циклическом орошении показал, что наиболее значимыми показателями-индикаторами для изучаемых ключевых участков являются щелочность и солонцеватость почв, плотность сложения почв, потери гумуса.

Если исходить из этого, то черноземы обыкновенные на всех ключевых участках при регулярном орошении относились к среднедеградированным почвам, а участки характеризовались чрезвычайной экологической ситуацией. Такой деградации черноземы достигли под воздействием поливной воды плохого качества. В ОПХ «РООМС» деградационные процессы развивались гораздо слабее, благодаря более высокому качеству поливной воды. В результате этого почвы по основным индикаторным показателям при регулярном орошении характеризовались как слабодеградированные, а участок относился к территории с ЧЭС (таблица 2).

**Таблица 2 – Экологические показатели черноземов обыкновенных при регулярном и циклическом орошениях**

Ключевые участки	Щелочность, мг-экв./100 г	Оценка		Солонцеватость, Na % от Σ ЕКО	Оценка		Потери гумуса в пахотном слое, %	Оценка		Плотность сложения пахотного слоя, т/м <sup>3</sup>	Оценка		
		1*	2*		1	2		1	2		1	2	
ОПХ «РООМС» Багаевского района Ростовской области	регулярное орошение пресной водой (0,6 г/дм <sup>3</sup> )												
	1,0	-	1	3	ЧЭС	2	15	ЧЭС	1	1,25	ЧЭС	1	
	после 16 лет циклического орошения												
	0,68	-	0	2	УС	1	нет	УС	0	1,20	УС	0	
ООО «Приазовье» Неклиновского района	регулярное орошение слабоминерализованной водой (1,7-1,9 г/дм <sup>3</sup> ) сульфатно-натриевого состава												
	1,3	-	2	6	ЧЭС	2	16	ЧЭС	1	1,32	ЧЭС	2	
	после 13 лет циклического орошения												
	0,69	-	0	3	УС	1	1	УС	0	1,25	УС	1	
ГП «Батайское» Аксайского района Ростовской области	регулярное орошение слабоминерализованной водой (1,6-1,8 г/дм <sup>3</sup> ) сульфатно-натриевого состава												
	1,36	-	2	7	ЧЭС	2	6	ЧЭС	1	1,34	ЧЭС	2	
	после 6 лет циклического орошения												
	1,08	-	1	3	УС	1	нет	УС	0	1,28	УС	1	
Примечание: 1* – Оценка земель по критериям экологической обстановки территорий; 2* – Оценка земель по индикаторным показателям.													

После пребывания земель в режиме циклического орошения ЧЭС изменилась на всех ключевых участках на удовлетворительную ситуацию. Это подтверждают и показатели деградации почв, которые стали относиться к 1, а по некоторым индикаторам и к 0 ступеням, то есть стали либо слабо, либо недеградированными. При этом на участках, орошаемых пресной водой, индикаторные показатели были, в основном нулевыми, а на участках поливаемых пресной водой – слабодеградированными [1].

#### **Список использованных источников**

1 Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – М., 1992. – 12 с.

2 Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель. – М., 1994. – 15 с.

---

---

**РАЗДЕЛ IV**  
**ЭФФЕКТИВНОЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЕ**  
**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**  
**НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЮГА РОССИИ**

---

---

УДК 633.85:631.526.32:631.587

**А. Н. Бабичев** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

**СОРТА ТЕХНИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ОРОШАЕМЫХ  
ЗЕМЕЛЬ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

В статье приводятся результаты полевых исследований по выявлению наиболее перспективных сортов и гибридов сои и подсолнечника для орошаемых земель Предгорной зоны Ставропольского края.

Общеизвестно, что сорта и гибриды одного вида имеют различное отношение к свету, теплу, питательным веществам, почвенной и атмосферной влаге, что и определяет выбор сроков и способов посева, природно-климатической зоны возделывания, уровня минерального питания и оптимального режима орошения.

Почвенный покров района исследований представлен черноземами выщелоченными и типичными, среднемоощными, среднегумусными, тяжелосуглинистыми, сформировавшимися на галечниках.

Плотность пахотного горизонта находится в пределах 1,05-1,12 г/см<sup>3</sup>, что является оптимальным для возделывания большинства сельскохозяйственных культур [1].

Влажность устойчивого завядания растений для слоя 0-60 см составляет 17,1-18,4 %, или 1100-1180 м<sup>3</sup>/га. Плотность твердой фазы почвы в слое 0-60 см находится в интервале 2,64-2,72 г/см<sup>3</sup>. Пористость этого слоя составляет 50-56 %.

Мощность гумусового горизонта составляет 50-65 см, содержание гумуса высокое – до 6,3 %, запасы гумуса в метровой толще в среднем равны 475 т/га. Валовое содержание азота в слое 0-20 см находится в пределах 0,36-0,40 %, или 7,9-8,7 т/га. Валовое содержание фосфора равно 0,17 %, или 3,7 т/га, калия – 2,00-2,05 %, или 44,0-44,7 т/га рН составляет 7,48, по степени щелочности почвы можно отнести к слабощелочным [1, 2].



По своим климатическим условиям Предгорная зона Ставропольского края расположена в зоне недостаточного увлажнения. По среднемноголетним данным, годовое количество осадков составляет 538 мм, причем большая часть их выпадает в теплый период (май – июнь), зачастую в виде обильных ливней. Относительная влажность воздуха, в среднем, за год составляет 76 %, дефицит влажности воздуха составляет 4,9 мб, испаряемость – 926 мм в год.

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.

Агротехника поддерживалась согласно зональным систем земледелия. Для выявления наиболее адаптивных сортов сои в условиях предгорной зоны Ставропольского края схемой опыта предусматривалось изучение особенностей роста и развития 6 сортов данной культуры: Вилана, Эльдorado, Дон 21, Дива, Селекта 201 и Селекта 301. Посев в год исследования проводился во 2 декаду мая. Выживаемость различных сортов растений сои представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Выживаемость растений сои, 2010 г., ст. Суворовская Предгорного района Ставропольского края**

№ п/п	Сорт	Количество растений, м <sup>2</sup>		Выживаемость растений, %
		во время всходов	к моменту уборки	
1	Дон 21	42,7	39	91,3
2	Дива	39,1	38	97,1
3	Селекта 301	38,4	38	98,9
4	Селекта 201	36,5	36	98,7
5	Вилана	36,8	35	95,0
6	Эльдorado	37,8	37	98,0
	Дата отбора	25.05	05.09	

Из приведенных данных видно, что выживаемость растений сои в предгорной зоне Ставропольского края близка к оптимальным значениям. Наиболее высокие показатели у сортов Селекта 201 и Эльдorado – 98,0-98,9 %, несколько ниже у Виланы и Дивы – 95,0-97,1 %, а самый низкий показатель отмечен на сорте Дон 21 – 91,3 %. Таким

образом, испытываемые сорта показали хорошую адаптивность к местным условиям.

Продолжительность фаз вегетации разных сортов сои отличалась незначительно, изменяясь в пределах 112-115 суток (таблица 2).

**Таблица 2 – Продолжительность фаз вегетации сои, 2010 г., ст. Суворовская Предгорного района Ставропольского края**

№ п/п	Сорт	Фаза вегетации					Вегетационный период, сут.
		ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов	полная спелость	
1	Дон 21	16	32	3	7	56	114
2	Дива	15	27	5	10	55	112
3	Селекта 201	18	26	9	8	54	115
4	Селекта 301	17	28	5	7	55	112
5	Вилана	19	25	6	10	55	115
6	Эльдорадо	19	25	7	9	55	115

Наибольшие отличия в продолжительности фаз вегетации отмечены у растений сои на стадии цветения и образования бобов. Так, самым коротким этот период был у сорта Дон 21 и в сумме составил 10 суток, а самый продолжительный – у Селекты 201 – 17 суток. Продолжительность остальных фаз у разных сортов сои отличалась незначительно (обычно на 1-3 суток), лишь у сорта Дон 21 период бутонизации оказался на 4-7 суток длиннее, чем у других сортов данной культуры. Практически одинаковой у разных растений сои оказалась длина периода полной спелости. В целом, отличия в длительности отдельных фаз вегетации у разных сортов сои были незначительными, все испытываемые сорта развивались динамично, что говорит о благоприятных условиях для роста и развития растений в местных условиях.

Отличия сортовых особенностей сои, разная степень их адаптивности к местным условиям нашли свое отражение в показателях урожайности (таблица 3).

Структурный анализ урожая показал, что наибольшая продуктивность сформировалась на сорте Спектра 301, за счет больших высоты, массы растений и количества бобов. Урожайность зерна составила при этом 270 г/м<sup>2</sup> (2,7 т/га). Несколько ниже данный показатель был у Виланы, Эльдорадо и Селекты 201, соответственно, 2,40, 2,25 и 2,10 т/га, сорта которых характеризовались самой высокой густотой

стояния растений. Наименьшая урожайность зерна получена при выращивании сортов Дон 21 – 1,8 т/га и Дива – 2,0 т/га.

**Таблица 3 – Урожайность и структура урожая сои, 2010 г.,  
ст. Суворовская Предгорного района Ставропольского  
края**

Сорт	Высота растений, см	Урожайность, т/га	Количество		Вес, г		
			растений	бо-бов	бо-бов	зерна	створок
Эльдорадо	95	2,25	39	1482	346	225	121
Вилана	92	2,4	38	1520	369	240	129
Селекта 201	90	2,1	38	1482	323	210	113
Селекта 301	97	2,7	36	1512	415	270	145
Дива	91	2,0	35	1330	308	200	108
Дон 21	78	1,8	37	1369	277	180	97

В опыте по выявлению наиболее перспективных сортов и гибридов подсолнечника для условий Предгорного района Ставропольского края изучались: Флагман, Партнер, Престиж, Призер, Гарант, Колорадо. Посев проводился во вторую декаду мая. Выживаемость изучаемых сортов была неодинаковой и представлена в таблице 4.

**Таблица 4 – Выживаемость растений подсолнечника, 2010 г.,  
ст. Суворовская Предгорного района Ставропольского  
края**

№ п/п	Сорт	Количество растений, м <sup>2</sup>		Выживаемость растений, %
		во время всходов	к моменту уборки	
1	Флагман	5,0	4,9	98,0
2	Партнер	4,5	4,1	91,0
3	Престиж	4,6	4,2	91,0
4	Призер	4,7	4,5	95,7
5	Гарант	4,8	4,4	91,6
6	Колорадо	4,5	4,3	95,5
	Дата отбора	25.05	07.09	

Наиболее высокая выживаемость растений отмечена у сорта Флагман – 98 %. Самым низким этот показатель оказался у сортов Партнер, Престиж и Гарант – 91,0-91,6 %, а промежуточные значения отмечены у Колорадо и Призера – 95,5-95,7 %. В целом, следует отметить, что к местным условиям изучаемые сорта оказались хорошо адаптированными.

Продолжительность вегетационного периода разных сортов подсолнечника изменялась в пределах 112-121 суток (таблица 5).

**Таблица 5 – Продолжительность фаз вегетации подсолнечника, 2010 г., ст. Суворовская Предгорного района Ставропольского края**

№ п/п	Гибрид/сорт	Фаза вегетации						Вегетационный период, сут.
		3-5 лист	образование корзинок	начало цветения корзинок	массовое цветение корзинок	молочно-восковая спелость	полная спелость	
1	Партнер	6	26	18	6	10	48	114
2	Колорадо	6	27	17	5	13	48	116
3	Гарант	6	31	18	5	16	45	121
4	Призер	6	30	22	3	11	40	112
5	Престиж	6	28	19	2	13	49	117
6	Флагман	5	31	22	6	9	42	115

Наиболее длинным он оказался у Гаранта, самым коротким – у Призера. Отклонения в продолжительности фаз вегетации начинаются у разных сортов подсолнечника в период образования розетки, достигая наибольших значений во время молочно-восковой спелости и полной спелости, когда максимальные отклонения длины фазы равнялись, соответственно, 7 и 9 суток.

Однако адаптивность сортов к местным условиям оказалась неодинаковой, что нашло отражение в показателях урожайности (таблица 6).

**Таблица 6 – Урожайность подсолнечника, 2010 г., ст. Суворовская Предгорного района Ставропольского края**

Подсолнечник	Общий вес корзинок, г	Урожайность, т/га
Флагман	500	2,70
Партнер	520	2,70
Престиж	600	3,40
Призер	420	2,35
Гарант	500	2,88
Колорадо	380	2,35

Наибольшая продуктивность культуры получена при выращивании сорта Престиж, где имели место самые высокие общий вес корзинок, урожайность чистого зерна – 3,4 т/га. Существенно ниже данный показатель был у Гаранта (2,88 т/га), Флагмана и Партнера (по 2,7 т/га). Самая низкая урожайность (по 2,35 т/га) отмечена на сортах Призер и Колорадо. Следует отметить, что показатель выживаемости растений разных сортов подсолнечника не оказал существенного влияния на урожайность зерна.

Таким образом, практически все изучаемые сорта подсолнечника способствовали получению относительно высокой урожайности. Однако наиболее адаптивным для условий Предгорного района Ставропольского края следует признать сорт Престиж. Перспективными являются также сорта Гарант, Флагман и Партнер.

Из сортов сои наиболее адаптивным следует признать сорт Селекта 301, который характеризовался самой высокой выживаемостью растений, наибольшими высокорослостью и массой растений, обусловившие его наибольшую урожайность. Также перспективными для названных условий следует признать сорта Вилана, Эльдорадо и Селекта 201.

#### **Список использованных источников**

1 Куприченков, М. Т. Почвы Ставрополья: учеб. пособие / М. Т. Куприченков. – Ставрополь: Ставропольская краевая типография, 2005. – 424 с.

2 Агроклиматические ресурсы Ставропольского края: справочник / З. М. Русеева [и др.]; под ред. З. М. Русеевой. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 240 с.

УДК 631.459:631.559

**Н. И. Балакай** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

### **ВЛИЯНИЕ ЭРОДИРОВАННОСТИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

В статье представлены результаты исследований влияния эродированности почвы на урожайность сельскохозяйственных культур. Полученные данные показывают, что в среднем на слабоэродированных почвах недобор урожая составляет 10-20 %, на среднеэродированных – 40-60 %, а сильноэродированных – 80 % и более.

В настоящее время водная эрозия почвы наблюдается повсеместно и является одним из самых негативных процессов, сопутствующих сельскохозяйственному производству. В результате эрозии почвы ежегодно из оборота выбывает 6-7 млн га пахотных земель. Ежегодные невосполнимые потери почвы под действием эрозии достигают в России 1,5 млрд т. Вместе с почвой теряется и гумус.

Так, по данным научной литературы за последние двадцать лет, содержание гумуса в почвах снизилось на 20 %. В результате водной эрозии в России почти полностью исчезли уникальные черноземы

с содержанием гумуса 14-16 %, а площадь земель с содержанием гумуса в 10-13 % сократилась в пять раз [1].

По данным исследователей, в разных почвенно-экологических условиях для черноземных почв ежегодный вынос гумуса с жидким и твердым стоком может колебаться от 5-10 до 450-480 кг/га и более. Среднегодовалые потери гумуса и биофильных элементов в результате эрозии на черноземных почвах составляют в среднем на пашне и многолетних насаждениях 0,5-0,6 т/га гумуса, 27-29 кг азота, 11-12 кг фосфора, 260-290 кг/га калия и других элементов [2].

Если принять количество гумуса в незэродированных почвах за 100 %, то в слабоэродированных оно составляет в среднем около 80 %, в среднеэродированных – 60 %, в сильноэродированных – 45 %. Такие огромные потери гумуса и питательных элементов привели к снижению естественного плодородия почвы.

В результате эрозии запасы гумуса уменьшаются, ухудшаются физико-химические, механические, водно-физические и биологические свойства почвы, что, в конечном счете, приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Уменьшение содержания гумуса в почве в связи с эрозией является интегральным показателем уровня снижения плодородия почв.

С увеличением степени эродированности почв содержание гумуса, общего азота, подвижных форм фосфора и калия снижается (таблицы 1, 2) [3].

**Таблица 1 – Запасы гумуса в слое почвы 0-50 см разной степени смывости, тыс. га**

Почва	Степень смывости			
	несмытая	слабая	средняя	сильная
Темно-серая	153,7	134,9	88,8	65,4
Чернозем обыкновенный	249,0	225,0	117,0	83,0
Чернозем южный	246,6	196,9	168,3	123,3
Каштановая	220,0	178,0	125,0	55,0
Бурая лесная	144,0	117,0	-	69,0

**Таблица 2 – Основные агрохимические показатели эродированных черноземов**

Показатели	Чернозем обыкновенный эродированный		
	слабо	средне	сильно
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (по Мачигину), мг на 100 г почвы	1,50	0,99	1,13
K <sub>2</sub> O (по Масловой), на 100 г почвы	30,96	13,06	18,0
Гумус, %	3,22	3,07	2,82
Общий азот, %	0,27	0,23	0,93

С усилением степени эродированности ухудшаются условия жизни растений. На эродированных почвах уже в ранней стадии вегетации отмечается их заметное отставание в росте; наступление фаз развития отстает на 3-5 дней.

В результате на эродированных почвах снижается урожайность сельскохозяйственных культур и ухудшается качество получаемой продукции. Потери урожайности при прочих равных условиях зависят от степени эродированности почвы. Подсчитано, что в среднем на слабоэродированных почвах недобор урожая составляет 10-20 %, на среднеэродированных – 40-60 %, а сильноэродированных – 80 % и более [4].

Также отмечается, что разные культуры неодинаково реагируют на степень эродированности почвы. В большей мере реагируют наиболее ценные культуры, такие как зерновые, технические и масличные. В меньшей мере – кормовые однолетние и многолетние травы. Для черноземных почв урожайность зерновых культур на сильноэродированных почвах снижается на 50-60 %. Общий по стране недобор продукции растениеводства за счет эрозии почв составляет примерно 20 %.

По своему защитному действию против эрозии сельскохозяйственные культуры распределяются в следующей последовательности: чистый пар – пропашные – яровые колосовые – зернобобовые – озимые колосовые – однолетние травы – многолетние травы.

Урожайность сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от степени эродированности почвенного покрова (таблица 3) [5].

**Таблица 3 – Урожайность сельскохозяйственных культур на почвах разной степени эродированности, % к несмытой почве**

Культура	Урожайность в зависимости от степени эродированности почвы		
	слабая	средняя	сильная
1	2	3	4
Озимая рожь	85-90	55-65	35-40
Яровая пшеница	70-80	40-50	15-20
Ячмень (яровой)	80-85	45-55	30-40
Овес	80-85	55-60	30-45
Кукуруза	80-85	60-70	15-25
Горох, вика	85-95	60-70	50-60

### Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
Сахарная свекла, картофель	80-90	30-40	10-15
Подсолнечник	70-80	40-50	20-30
Вика + овес	85-90	65-70	35-45
Суданка	80-90	55-60	30-40
Многолетние травы	90-95	85-90	75-80

По результатам исследований ряда научных учреждений страны, приводятся следующие данные о влиянии степени эродированности почв на урожайность культур: высокотребовательные к условиям произрастания сахарная свекла, овощи, бахчевые, подсолнечник, картофель, табак, махорка, конопля, кориандр, озимая и яровая пшеница, просо, кукуруза; снижают урожайность на слабо-, средне- и сильно-смытых почвах соответственно на 10-30 %, 30-70 % и 35-90 %; средне-требовательные – ячмень, гречиха, сорго, зернобобовые, однолетние травы – соответственно на 5-15 %, 22-55 % и 40-70 % и малотребовательные овес, озимая рожь, многолетние травы – на 5-10 %, 15-40 % и 25-55 % [5].

Выведены поправочные коэффициенты, отражающие снижение урожайности зерновых и технических культур на смытых почвах европейской части РФ (таблица 4) [6].

**Таблица 4 – Коэффициент уровня урожайности на смытых почвах**

Почва	Поправочные коэффициенты на почвах			
	несмытых	слабосмытых	среднесмытых	сильносмытых
Дерново-подзолистая	1,0	0,7	0,5	0,4
Серая лесная	1,0	0,8	0,6	0,4
Чернозем выщелоченный	1,0	0,6	0,5	0,4
Чернозем обыкновенный	1,0	0,8	0,6	0,3
Темно-серая лесная	1,0	0,7	0,5	0,3
Темно-серая удобряемая	1,0	0,8	0,6	0,5

При разработке севооборотов необходимо учитывать адаптивную способность культур, их почвозащитную и средообразующую роль, в том числе, влияние на режим органического вещества почвы, снижение эрозионных процессов, улучшение фитосанитарного состояния посевов, экологической ситуации в агроландшафтах.

У разных сельскохозяйственных культур различная противоэрозионная устойчивость. Так, если коэффициент эрозионной опасности чистого пара принять за единицу, то для других культур, создающих на поверхности пашни растительный покров, он будет ниже: для ку-



курузы на зерно и сахарной свеклы – 0,85; кукурузы на силос, картофеля и подсолнечника – 0,75; яровых зерновых – 0,50; зернобобовых – 0,35; озимых – 0,30 и для многолетних трав – 0,08-0,01.

В общей системе мероприятий по повышению плодородия эродированных почв и урожайности сельскохозяйственных культур важным приемом является применение минеральных удобрений (таблица 5).

**Таблица 5 – Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы на эродированных черноземах**

Вариант опыта	Степень эродированности								
	слабая			средняя			сильная		
	урожай, ц/га	прибавка урожа		урожай, ц/га	прибавка урожа		урожай, ц/га	прибавка урожа	
ц/га		%	ц/га		%	ц/га		%	
Контроль (без удобрений)	23,3	-	-	21,3	-	-	17,4	-	-
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	29,6	6,3	27,0	27,9	6,6	31,0	25,6	8,2	47,1
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub>	29,0	5,7	24,5	27,8	6,5	30,5	26,4	9,0	51,7
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	29,7	6,4	27,5	28,1	6,8	31,9	26,0	8,6	49,4
N <sub>120</sub> P <sub>140</sub> K <sub>70</sub>	29,5	6,2	26,6	28,1	6,8	31,9	25,7	8,3	47,7
N <sub>120</sub> P <sub>360</sub> K <sub>180</sub>	31,3	8,0	34,7	27,8	6,5	30,5	24,7	7,3	42,0
N <sub>60</sub> P <sub>200</sub> K <sub>70</sub>	30,1	6,8	29,2	28,7	7,4	34,7	26,3	8,9	51,1
НСР <sub>05</sub> , ц/га	3,76	-	-	3,01	-	-	5,54	-	-

Применение минеральных удобрений способствует более продуктивному использованию влаги почвы, поэтому даже при более низких ее запасах прирост урожая на средне- и сильноэродированных почвах был более высокий, чем на слабоэродированных.

Целесообразно введение промежуточных культур в севооборот, они увеличивают их продуктивность на 6-11 %. Наибольшую продуктивность 18-20 т/га обеспечивала горчица белая при возделывании в поукосных посевах, в пожнивных несколько меньше – 15-19 т/га. Промежуточные культуры, оставляя до 10-17 т абсолютно сухого вещества растительных остатков на 1 га, увеличивают их поступление в почву по сравнению с одной основной культурой на 24-48 %. Промежуточные культуры способствуют увеличению урожайности зерновых – от 4 % до 16 %, картофеля – до 10 %.

Для почвозащитных севооборотов подбирают культуры с наибольшей почвозащитной эффективностью: многолетние травы, озимые зерновые культуры, зернобобовые культуры и однолетние травы, яровые зерновые и крупяные культуры. Наименьшей почвозащитной эффективностью обладают пропашные культуры: подсолнечник, кар-

тофель, кукуруза, свекла. Набор культур в севообороте зависит от природной зоны и специализации хозяйства.

Целесообразно использование узкорядных посевов, т.к. они более устойчивы к эрозии почв. Их применение приводит к уменьшению стока на 20-30 %, смыву почвы – на 25-50 % и увеличению урожайности зерновых культур на 1,5-2,0 ц/га.

Оценка экономического ущерба сельскохозяйственному производству от водной эрозии на типичных и выщелоченных черноземах разной степени эродированности представлена в таблице (таблица 6).

**Таблица 6 – Влияние эродированности почвы на экономическую продуктивность производства зерна**

Показатели	Эродированность почвы			
	нет	слабая	средняя	сильная
Урожайность, т/га	2,32	2,09	1,74	1,39
Стоимость продукции, руб. с 1 га	1422,2	1281,2	1066,6	852,1
Себестоимость 1 т зерна, руб.	337	361	408	462
Условный чистый доход (руб.) в расчете:				
на 1 т	276	252	205	151
на 1 га	640,3	526,7	356,7	209,9
Уровень рентабельности, %	81,9	69,8	50,2	32,7

По мере увеличения эродированности почвы экономическая эффективность производства зерна снижается: стоимость валовой продукции, уровни чистого дохода и рентабельности уменьшаются.

#### **Выводы:**

1 В зависимости от степени эродированности почвы урожайность сельскохозяйственных культур снижается и ухудшается качество получаемой продукции.

2 Недобор урожая сельскохозяйственных культур в среднем на слабоэродированных почвах составляет 10-20 %, на среднеэродированных – 40-60 %, а сильноэродированных – 80 %.

3 При применении минеральных удобрений прирост урожая на средне- и сильноэродированных почвах отмечается более высокий, чем на слабоэродированных.

#### **Список использованных источников**

1 Кирюхина, З. П. Эрозионная деградация почвенного покрова России / З. П. Кирюхина, З. В. Пацукевич // Почвоведение. – 2004. – № 6. – С. 752-758.

2 Смытые почвы: современное состояние и прогноз изменений / З. П. Кирюхина [и др.] // Почвоведение. – 1991. – № 5. – С. 100-110.

3 Мильчевская, Л. Я. Ветровая эрозия и плодородие почв / Л. Я. Мильчевская, Л. В. Курулюк, В. И. Полупан. – М.: Колос, 1976. – С. 217-225.

4 Ванин, Д. Е. Расчетный метод определения урожайности сельскохозяйственных культур на почвах разной степени смытости / Д. Е. Ванин // Защита почв от эрозии: науч.-техн. бюлл. – Курск: Изд-во Курского облисполкома, 1979. – Вып. 1(20). – С. 21-24.

5 Ванин, Д. Е. Проблемы земледелия и пути их решения / Д. Е. Ванин. – Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1985. – С. 135.

6 Кочетов, И. С. Агроландшафтное земледелие и эрозия почв в Центральном Нечерноземье / И. С. Кочетов. – М.: Колос, 1999. – 224 с.

УДК 631.67

**Л. А. Воеводина** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСА ВОДНОГО СТРЕССА РАСТЕНИЯ (*CWSI*) ДЛЯ СОБЛЮДЕНИЯ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ**

В статье рассмотрены порядок определения и использования эмпирического индекса водного стресса растений (*CWSI*) для соблюдения режимов орошения, приборы, необходимые для получения данных, используемых в вычислении.

Одной из проблем, имеющейся в настоящее время в орошаемом земледелии, является соблюдение режима орошения. Для того, чтобы получать точную и оперативную информацию по назначению поливов, разрабатываются различные методы с использованием разнообразных физических принципов и приборов. Одним из методов с использованием инфракрасной термометрии является метод определения индекса водного стресса растений или Индекса критического содержания воды в посевах, обычно обозначаемый как *CWSI* (*Crop Water Stress Index*).

Метод был предложен Идсо и Джексон для диагностики состояния посевов и определения графика полива полей [1]. Индекс основан на измерении дневной температуры растительного покрова, которая

может быть показателем интенсивности транспирации и индикатором стресса растений.

Наиболее часто применяют два метода расчета этого показателя: эмпирический и теоретический. Эмпирический метод требует наличия таких данных, как температура растительного покрова, температура окружающего воздуха, относительная влажность воздуха. Для теоретического метода, кроме вышеперечисленных величин, необходимы еще данные по высоте растений, приходу солнечной радиации и скорости ветра.

Расчет эмпирического *CWSI* производится на основе формулы, предложенной Идсо [1]:

$$CWSI = \frac{(t_c - t_a) - D_2}{D_1 - D_2},$$

где  $t_c$  – температура растительного покрова, °С;

$t_a$  – температура воздуха, °С;

$D_1$  – верхняя линия разницы между температурой растительного покрова и температурой воздуха (водный стресс), °С;

$D_2$  – нижняя линия разницы между температурой растительного покрова и температурой воздуха (культура оптимально обеспечена влагой), °С.

Нижняя линия разницы между температурой растительного покрова и температурой воздуха вычисляется с использованием формулы:

$$D_2 = A + B \times VPD,$$

где  $A$  (пересечение) и  $B$  (наклон) – коэффициенты линейной регрессии нижней линии разницы температур растительного покрова и температуры воздуха при данном значении дефицита водного пара;

$VPD$  – дефицит влажности воздуха, кПа..

Верхняя линия вычисляется с использованием формулы:

$$D_1 = A + B \times (VP_{t_a} - VP_{(t_a+A)}),$$

где  $VP_{t_a}$  – давление насыщенного пара при температуре воздуха  $t_a$ , кПа;

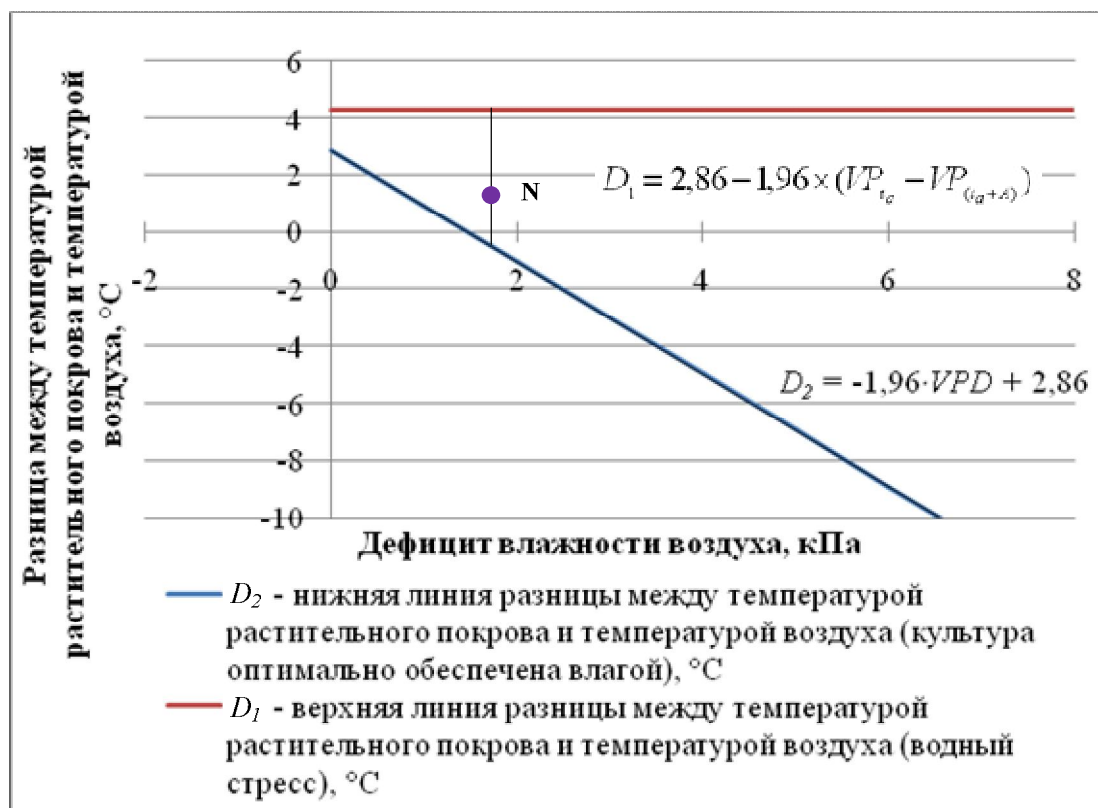
$VP_{(t_a+A)}$  – давление насыщенного пара при температуре  $(t_a + A)$ , кПа.

Усредненные коэффициенты  $A$  и  $B$  для различных культур были получены Идсо [2], они показаны в таблице 1.

**Таблица 1 – Основные параметры для различных культур**

Культура	A (пересечение)	B (наклон)
Люцерна	0,51	– 1,92
Ячмень (до колошения)	2,01	– 2,25
Ячмень (после колошения)	1,72	– 1,23
Бобы	2,91	– 2,35
Свекла	5,16	– 2,30
Кукуруза (без початков)	3,11	– 1,97
Вигна	1,32	– 1,84
Огурец	4,88	– 2,52
Латук (листовой)	4,18	– 2,96
Картофель	1,17	– 1,83
Соя	1,44	– 1,34
Томаты	2,86	– 1,96
Пшеница (до колошения)	3,38	– 3,25
Пшеница (после колошения)	2,88	– 2,11

На рисунке 1 показан пример верхней и нижней линии для томатов при температуре 30 °С, полученный с использованием коэффициентов из таблицы 1.



**Рисунок 1 – Верхняя и нижняя линии разницы между температурой растительного покрова и температурой воздуха для томата при температуре 30 °С**

По данным Анконелли и др., томаты, выращиваемые на переработку, могут выдерживать снижение *CWSI* до 0,35 без существенного снижения продуктивности и качества урожая [3]. Например, при дефиците влажности воздуха, равном 1,9 кПа (при температуре 30 °С это соответствует относительной влажности воздуха 55 %), при температуре растительного покрова 31,2 °С, *CWSI* составляет 0,35, и, следовательно, требуется проведение полива.

Для вычисления *CWSI* необходимы данные по температурам растительного покрова и окружающего воздуха и относительной влажности воздуха. Эти данные должны быть получены с точностью, представленной в таблице 2 [4].

**Таблица 2 – Требования по точности измерений**

Показатель	При ясной солнечной погоде	При облачной прохладной погоде
Относительная влажность воздуха, %	±9	±4
Температура растительного покрова, °С	±1	±0,2
Температура окружающего воздуха, °С	±2	±0,2

Приборами, удовлетворяющими таким требованиям, являются сенсоры для измерения температуры растительного покрова и окружающего воздуха [4], портативные инфракрасные термометры, как например, модель 6110.4ZL AGRI-TERM II [5], а также тепловизоры, например компании FLIR.

Индекс водного стресса растений (*CWSI*) возможно использовать для установления времени начала полива, планировании урожайности и т.п.

Инфракрасная термометрия широко применяется для энергомониторинга зданий, для обнаружения мест утечек из каналов и т.п.

### **Список использованных источников**

1 Thermal crop water stress indices [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.plantstress.com/articles/drought\\_i/drought\\_i\\_files/CWSI\\_phoenix.pdf](http://www.plantstress.com/articles/drought_i/drought_i_files/CWSI_phoenix.pdf).

2 Idso, S. B. Non-water-stress baselines: a key to measuring and interpreting plant water stress [Электронный ресурс] / S. B. Idso. – Режим доступа: <http://www.uswcl.ars.ag.gov/pdf/uswclpubs/wclpub-0855-Idso.pdf>.

3 Anconelli, S. CWSI and baseline studies to increase quality of processing tomatoes [Электронный ресурс] / S. Anconelli, P. Mannini, A. Battilani. – Режим доступа: [http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=376\\_40](http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=376_40).

4 Blonquist, M. Measuring crop water stress index: empirical versus theoretical approaches [Электронный ресурс] / M. Blonquist, B. Bugbee. – Режим доступа: <https://www.apogeeinstruments.com/files/CWSI.pdf>.

5 A grower guide to plant based sensing for irrigation scheduling [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ncea.org.au/images/stories/pdfs/PlantBasedSensingForIrrigationScheduling\\_280508.pdf](http://www.ncea.org.au/images/stories/pdfs/PlantBasedSensingForIrrigationScheduling_280508.pdf).

УДК 631.53.03:631.445.41:631.458

**Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

**О. Ю. Шалашова** (ФГБОУ ВПО «НГМА»)

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ ДЕГРАДИРОВАННЫХ**

В статье предложены для химической мелиорации черноземов обыкновенных деградированных удобрительно-мелиорирующие компосты, при однократном внесении которых улучшаются физические, физико-химические, агрохимические свойства почв, что способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. Годовой экономический эффект на мелиорированных вариантах возрастает в 2-3 раза.

В процессе разработки способов химической мелиорации нами было выявлено, что почвы для восстановления плодородия требуют не только обогащения их кальцием, с целью вытеснения натрия из почвенного поглощающего комплекса (ППК), но и создания условий для накопления органики и оптимизации питательного режима. С этих позиций возникла идея создания удобрительно-мелиорирующих средств, при одновременном внесении которых решались бы эти задачи.

Одним из мелиорантов, обладающим мелиорирующей (92-95 % гипса) и удобрительной ( $P_2O_5$  – 0,5-3,5 %) основами является фосфогипс (Ф).

Но поскольку фосфогипс для Ростовской области является затратным мелиорантом из-за его доставки, нами в исследованиях для сравнения использован местный мелиорант – глауконит (Гл.)

с мелиорирующей основой (65-75 % гипса). Глауконит, в отличие от фосфогипса не содержит фосфора, но в его состав входит калий.

Для того чтобы средства обладали не только мелиорирующей, но и удобрительной основами, нами в определенных соотношениях смешивались мелиоранты (Ф и Гл.) с органикой с последующим компостированием. В качестве органики использован птичий помет (Пп), как наиболее распространенное на данный момент органическое удобрение.

Характеристика мелиорантов и компостов в оптимальных соотношениях, с которыми был заложен полевой опыт, представлена в таблице 1

**Таблица 1 – Мелиорирующая и питательные основы мелиорантов и компостов**

№ п/п	Средства	Мелиорированная основа в пересчете на гипс, %	Питательная основа, %		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Птичий помет	5	1,5	1,4	1,60
2	Фосфогипс	92	0	1,80	0
3	Глауконит	73	0	0,41	3,60
4	Пп + Ф	49	0,73	1,60	0,80
5	Пп + Гл.	38	0,73	0,91	2,60
6	Пп + Ф + Гл.	57	0,53	1,20	1,73

Мелиорация удобрительно-мелиорирующими компостами (УМК) была проведена на черноземе обыкновенном деградированном, в результате длительного орошения слабоминерализованной водой (1,7-1,9 г/дм<sup>3</sup>) сульфатно-натриевого состава. Деградация проявилась в образовании щелочности (на момент закладки опыта чернозем в слое 0-40 см был среднещелочным, глубже – сильнощелочным), наличии солонцеватости (содержание обменного натрия в слое 0-40 см составляло 7 %, глубже – 9-11 % Na от состава ППК). Кроме этого, почвы были уплотнены, водопрочность агрегатов отсутствовала.

Опыт заложен в ГП «Батайское» Ростовской области на Азовской оросительной системе по следующей схеме:

- 1) контроль (без мелиорантов);
- 2) птичий помет – 16 т/га;
- 3) фосфогипс – 10 т/га;
- 4) глауконит – 13 т/га;
- 5) компост (Пп + Ф) – 19 т/га;
- 6) компост (Пп + Гл.) – 25 т/га;
- 7) компост (Пп + Ф + Гл.) – 17 т/га.

Повторность опыта – трехкратная. Чередование культур по годам следующее: картофель, озимая пшеница, капуста, ячмень, подсолнеч-



ник, картофель поздний. Агротехника – общепринятая для Ростовской области. Влажность почв на посевах сельскохозяйственных культур поддерживались на уровне 75-80 % наименьшей влагоемкости (НВ). Поливы осуществлялись поливальной машиной ДДА-100МА. Образцы почвы отбирались строго на постоянных площадках по вариантам опыта осенью каждого года по слоям 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см. Грунтовые воды на участке располагались глубже 2,5 м и не оказывали влияния на почвенные процессы.

Мелиоранты и удобрительно-мелиорирующие компосты вносились один раз осенью 2004 года. Поскольку они имели разное содержание кальция, вытесняющего натрий из ППК, дозы по всем вариантам были разные. В последующие годы изучалось их последствие на свойства почв, а минеральные удобрения вносились в дозах, рассчитанных на планируемый урожай с учетом запасов питательных веществ в почве и поступивших с удобрительно-мелиорирующими компостами, птичьим пометом (Пп), фосфогипсом (Ф), глауконитом (Гл.).

Результаты изучения влияния мелиорантов и УМК на свойства чернозема показали, что фосфогипсодержащие компосты в наибольшей степени способствовали оптимизации физических и физико-химических свойств почв. Они являются быстородействующими мелиорантами и свое положительное воздействие на почвы стали проявлять с первого года последствия. Глауконитодержащие компосты – медленнодействующие мелиоранты. Их влияние на щелочность, солонцеватость и накопление кальция в ППК обнаруживается, в основном, с третьего года [1]. Изменение физико-химических свойств оказало влияние и на урожайность сельскохозяйственных культур (таблица 2).

Она с первых лет последствия мелиорирующих средств определялась их воздействием на негативные свойства почв (щелочность, солонцеватость, уплотнение и т.д.), поскольку питательный фон на всех вариантах был одинаков и рассчитан на получение планируемых урожаев возделываемых культур.

В связи с этим в первый год наибольшие урожаи картофеля были получены на вариантах с компостами из Пп + Ф и Пп + Ф + Гл. Прибавки соответственно составили 11,6 и 10,8 т/га. Это объясняется тем, что фосфогипсодержащие компосты и фосфогипс уже в первый год устранили щелочность, снизили солонцеватость, что сразу же сказалось на развитии растений.

**Таблица 2 – Урожайность сельскохозяйственных культур при мелиорации черноземов обыкновенных (ГП «Батайское»), т/га**

Варианты опыта	Картофель 2005 г.		Озимая пшеница 2006 г.		Капуста среднепоздняя 2007 г.		Яровой ячмень + горчица 2008 г.		Подсолнечник 2009 г.		Картофель 2010 г.	
	Урожайность	Прибавка	Урожайность	Прибавка	Урожайность	Прибавка	Урожайность	Прибавка	Урожайность	Прибавка	Урожайность	Прибавка
Контроль	26,9	-	2,35	-	17,8	-	2,6	-	2,15	-	25,4	-
Птичий помет	32	5,1	2,77	0,48	20,3	2,5	2,91	0,31	2,32	0,17	27,9	2,5
Фосфогипс	34,4	7,5	3,03	0,68	24,6	6,8	3,64	1,04	3,11	0,96	36,1	10,7
Глауконит	31,7	4,8	2,90	0,56	23,1	5,3	3,51	0,91	2,97	0,82	34,5	9,1
Пп + Ф	38,5	11,6	3,38	1,03	24,9	7,1	3,75	1,15	3,05	0,90	35,6	10,2
Пп + Гл.	33,0	6,1	3,17	0,79	24,6	6,8	3,61	1,01	3,03	0,88	35,6	10,2
Пп + Ф + Гл.	37,7	10,8	3,37	1,02	25,5	7,7	3,77	1,17	3,16	1,01	37,6	12,2
НСР <sub>05</sub>		1,95		0,20		2,8		0,83		1,28		9,3

На варианте с фосфогипсом урожай картофеля на 40-30 % меньше, чем с лучшими вариантами, несмотря на то, что минеральные удобрения вносились на планируемый урожай. Птичий помет, являющийся компонентом вышеназванных компостов, содержит дополнительно органические вещества и микроэлементы, которые, вероятно, благоприятно влияют как на развитие растений, так и на формирование урожая. Это наглядно видно из варианта с Пп, в котором негативные свойства чернозема практически сохранились, а за счет лучшей аэрации и питательного режима урожайность картофеля на этом варианте по сравнению с контролем увеличилась на 19 %. Глауконитосодержащие компосты и Гл. в первый год последствий в малой степени повлияли на улучшение основных свойств почв, поэтому прибавки урожая картофеля были незначительными от 18 % на варианте с Гл. до 23 % на варианте с компостом из Пп + Гл. по сравнению с контролем.

В последующие годы эффективность мелиорантов и УМК возрастала. С третьего года последствий уже стали проявлять свое мелиорирующее воздействие Гл. и глауконитосодержащий компост. Прибавки урожая капусты на этих вариантах уже соответственно составляли 30 % и 38 %, вместо 18-23 % в первый год.

К пятому году исследований, когда свойства по всем мелиорированным вариантам практически сравнялись, разница в урожае подсолнечника практически не просматривалась, но это видимо связано еще с тем, что подсолнечник является соле- и солонцеустойчивой культурой.

К концу исследований значимые прибавки урожая картофеля оставались на вариантах с компостами из Пп + Ф, Пп + Гл., Пп + Ф + Гл. Они составили соответственно 40, 40 и 48 %, но достичь планируемого урожая картофеля – 40 т/га так и не удалось.

Если рассматривать прибавки урожая возделываемых культур в среднем за 6 лет, то наибольшие они получены по сравнению с контролем на вариантах с компостами из Пп + Ф – 43 % и на варианте с компостом из Пп + Ф + Гл. – 44 %, а на варианте с Пп + Гл. прибавка составила только 36 %.

Экономическая эффективность применения мелиорантов в чистом виде и удобрительно-мелиорирующих компостов определялась расчетом годового экономического эффекта по формуле [2]:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E}_i - E \cdot K, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_r$  – годовой экономический эффект в расчете на 1 га, тыс. руб./га;

$\mathcal{E}_i$  – стоимость дополнительной продукции, тыс. руб./га;

$E$  – нормативный коэффициент, равный 0,15, обратный сроку окупаемости;

$K$  – капитальные затраты, руб.

В таблице 3 представлены затраты при химической мелиорации черноземов обыкновенных деградированных, относящиеся к капитальным. Они свидетельствуют о том, что большая доля затрат приходится на стоимость мелиоранта, а главное на его доставку. Как отмечалось выше, фосфогипс для опытных делянок в Ростовскую область завозился из г. Белореченска Краснодарского края, а глауконит – местная минеральная залежь (Родионово-Несветайский район), поэтому такая существенная разница в стоимости средств с доставкой на вариантах с фосфогипсосодержащим (например, Пп + Ф = 17,7 тыс. руб.) и глауконитосодержащим (7,0 тыс. руб.) компостом.

**Таблица 3 – Затраты при химической мелиорации**

Элементы технологии	Контроль	Пп 16 т/га	Ф 10 т/га	Гл. 13 т/га	Пп + Ф 19 т/га	Пп + Гл. 25 т/га	Пп + Ф + Гл. 17 т/га
Стоимость средства с доставкой	0	1728	18000	5928	17668	7025	13178
Эксплуатационная планировка	0	268	268	268	268	268	268
Приготовление и внесение средства	0	1173	730	950	1387	1825	1241
Полив дождеванием	0	800	800	800	800	800	800
Вспашка обычная	0	400	400	400	400	400	400
Итого	0	4369	20198	8346	20523	10318	15887

Затраты на приготовление и внесение средств определялись их дозами. В целом, из таблицы видно, что наибольшие общие затраты на химическую мелиорацию получились на варианте, где применялся фосфогипс и на варианте с компостом из Пп + Ф.

Расчеты экономической эффективности применения УМК для химической мелиорации проведены по выше представленной формуле 1 и показаны в таблице 4. Стоимость продукции возделываемых культур взята на сайте Agrogri.com на 2011 г.

Из таблицы видно, что в среднем за шесть лет наибольшая стоимость дополнительной продукции была на вариантах с компостами из Пп + Ф + Гл. (72,4 тыс. руб./га) и из Пп + Ф (68,4 тыс. руб./га).

**Таблица 4 – Экономическая эффективность применения удобрительно-мелиорирующих компостов для химической мелиорации чернозема обыкновенного**

Варианты опыта	Дозы, т/га	Затраты на мелиорацию в год, тыс. руб./га	Стоимость дополнительной продукции, тыс. руб./га							в среднем за 6 лет	Годовой экономический эффект, тыс. руб./га	Окупаемость капитальных затрат, лет
			картофель	озимая пшеница	капуста	яровой ячмень	подсолнечник	картофель				
Контроль	0	0										
Птичий помет	16	4,37	76,5	4,2	20,0	2,48	1,36	37,5	23,7	23,04	0,2	
Фосфогипс	10	20,20	112,5	6,8	54,4	8,32	7,68	160,5	58,4	55,4	0,4	
Глауконит	13	8,35	72,0	5,6	42,4	7,28	6,56	136,5	46,4	45,1	0,2	
Пп + Ф	19	20,52	174,0	10,3	56,8	9,20	7,2	153,0	68,4	65,3	0,3	
Пп + Гл.	25	10,32	91,5	7,9	54,4	8,10	7,04	153,0	53,7	52,2	0,2	
Пп + Ф + Гл.	17	15,89	162,0	10,2	61,6	9,36	8,08	183,0	72,4	70,0	0,2	

На этих вариантах соответственно и больший экономический эффект – 70 и 65,3 тыс. руб./га, несмотря на то, что затраты при внесении компоста из Пп + Ф составляют 20,52 тыс. руб./га, а из Пп + Ф + Гл. – 15,89 тыс. руб./га.

Окупаемость капитальных затрат определяется набором сельскохозяйственных культур в севообороте. При наличии двух-трех высокопродуктивных культур, как в нашем полевом опыте – картофеля и капусты, окупаемость не превышает 0,5 года при наличии зерновых культур и многолетних трав – до 3-4-х лет [3].

Таким образом, химическая мелиорация черноземов обыкновенных деградированных удобрительно-мелиорирующими компостами является эффективным приемом не только улучшения свойств почв, но и получения дополнительной продукции с определенным годовым экономическим эффектом.

### **Список использованных источников**

1 Долина, Е. В. Приемы воспроизводства плодородия орошаемых земель на базе местных сырьевых ресурсов / Е. В. Долина, Р. Е. Юркова, О. Ю. Шалашова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: Геликон, 2009. – Вып. 41. – С. 54-61.

2 Справочник по планированию и экономике сельскохозяйственного производства. – М.: Россельхозиздат, 1987. – Ч. 1. – 52 с.

3 Мелиорация солонцовых почв в условиях орошения / Н. С. Скуратов [и др.]. – Новочеркасск, 2005. – 180 с.

УДК 635.21:631.587:631.445.41

**М. В. Евтухов** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ОРОШЕНИЯ НА ЧЕРНОЗЕМАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье приводятся данные по влиянию режима орошения, в частности – глубин промачивания почвы на продуктивность картофеля. Дается анализ эффективности использования оросительной воды на формирование единицы урожая картофеля при различных режимах орошения.

Картофель – важная продовольственная культура, имеющая в народном хозяйстве особую ценность, в виду высокой калорийности и доступности для населения, что обуславливает актуальность разви-

тия картофелеводства. Клубни картофеля ценны и тем, что наряду с необходимыми для человека витаминами и минеральными солями, имеют в составе белков ряд незаменимых аминокислот. Все это позволяет по праву относить картофель к основным продуктам питания современного человека.

В силу биологических особенностей, картофель является влаголюбивой культурой, плохо переносящей недостаток почвенной влаги и воздушные засухи. Что особенно актуально в критические периоды вегетации. В южных и юго-восточных районах Ростовской области, где данные периоды развития культуры совпадает по срокам с жарким периодом лета, высокая температура воздуха и почвы оказывают резко отрицательное воздействие на растения. Недостаток влаги приводит к значительному снижению урожайности до уровня экономической нецелесообразности возделывания культуры. В данных условиях орошение является надежным средством стабилизации сельскохозяйственного производства, позволяя повысить его эффективность. При этом орошение является одной из наиболее дорогостоящих составляющих технологии возделывания картофеля на орошаемых землях [1, 2].

Для оптимизации режима орошения картофеля в 2006-2008 гг. были заложены полевые опыты. Исследования проводились на территории ЗАО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области. Почвы представлены обыкновенными черноземами с содержанием гумуса в слое 0,6 м – 3,10 %, плотностью сложения – 1,22 г/см<sup>3</sup>, наименьшей влагоемкостью в слое 0-60 см – 27,15 %.

Климатические условия местности характеризуются избытком тепловых ресурсов и недостаточным увлажнением. Температура в летний период достигает 38,5 °С. Среднегодовое количество осадков составляет 420-500 мм, в весенне-летний период 200-280 мм [3].

Цель исследований – определение оптимального режима орошения продовольственного картофеля. Сроки и нормы поливов устанавливали с условием поддержания установленной влажности и глубин промачивания почвы. Изучались четыре варианта режимов орошения при поддержании влажности почвы 80 % НВ: вариант 1 – в слое 0,6 м; вариант 2 – в слое 0,5 м; вариант 3 – в слое 0,4 м; вариант 4 – в слое 0,3 м. Вариант 5 – без применения орошения. Для полива использовались дождевальные машины ДДА-100ВХ. На опытных участках общим фоном вносились расчетные дозы минеральных удобрений под

планируемую урожайность 30 т/га клубней ( $N_{120}P_{88,5}K_{88,5}$  кг/га д.в.). Применялся районированный сорт отечественной селекции – Удача.

Число поливов определялось с учетом количества выпавших атмосферных осадков по каждому году. В средневлажном 2006 году на вариантах опытов было проведено 4-10 поливов оросительной нормой 1600-1900 м<sup>3</sup>/га. В среднесухом 2007 году было проведено 7-17 поливов нормой орошения 2800-3230 м<sup>3</sup>/га. В средневлажном 2008 году – 6-16 поливов, с оросительной нормой 2267-2723 м<sup>3</sup>/га.

Исследования показали, что на фоне поддержания влажности почвы не ниже 80 % НВ, уменьшение глубины промачивания почвы не оказало значительного влияния на рост и развитие вегетативной массы картофеля. Однако оно повлияло на урожайность, возросшую в сравнении с вариантом 1 (30,4 т/га) на вариантах 2 и 3 до 34,2 т/га и 37,6 т/га соответственно. При дальнейшем уменьшении глубины промачивания до 0,3 м тенденция повышения урожайности сменяется на снижение до 35,8 т/га (вариант 4). На варианте без орошения наблюдалось резкое снижение урожайности в сравнении с вариантом 1 до уровня 8,6 т/га, что составляет 28,3 %.

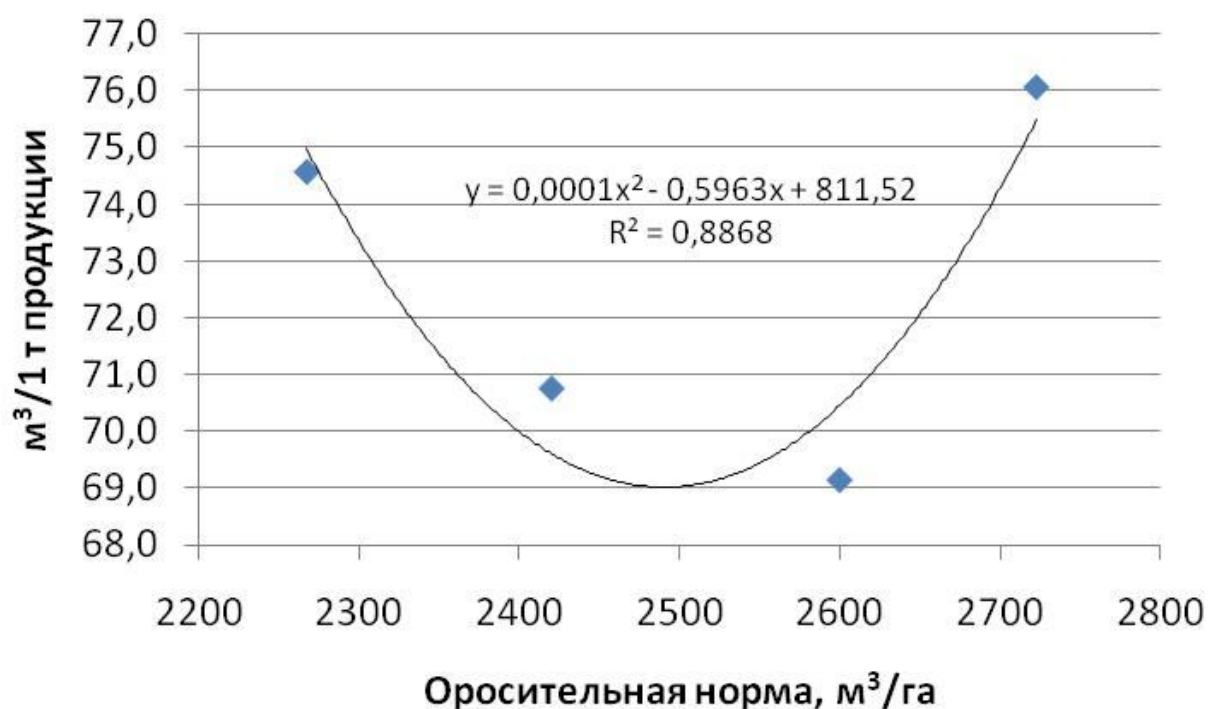
Эффективность орошения выражена показателем расхода оросительной воды на единицу прибавки урожая. Средняя прибавка урожая от применения орошения на вариантах опыта варьировала в пределах 21,8-29,0 т/га. Оросительная норма составила в среднем от 2267 м<sup>3</sup>/га до 2723 м<sup>3</sup>/га. Согласно проведенным расчетам, расход оросительной воды варьировал от 69,1 до 76,1 м<sup>3</sup> на тонну прибавки урожая. Наиболее эффективно вода использована при увлажнении слоя почвы 0,4 м (вариант 3), и наименее эффективно – при промачивании слоя 0,3 м, где было проведено наибольшее среди вариантов опыта число поливов (вариант 4). Данные об эффективности режимов орошения и их количественная оценка представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Как наглядно видно, на рисунке 1 наименьший расход оросительной воды на формирование 1 т клубней приходится на оросительную норму в 2500 м<sup>3</sup>/га, т.е. близкую к фактической оросительной норме сложившейся на 3 варианте – 2600 м<sup>3</sup>/га. Увеличение или снижение слоя промачивания почвы приводило к увеличению расхода воды на единицу продукции от 74,6 м<sup>3</sup>/т на варианте 1 (0,6 м) до 76,1 м<sup>3</sup>/т на варианте 4 (0,3 м).



**Таблица 1 – Эффективность режимов орошения картофеля, ООО «Аксайская Нива», 2006-2008 гг.**

Вариант (глубина промачивания почвы)	Урожайность, т/га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Прибавка урожая от орошения, т/га	Эффективность орошения	
				м <sup>3</sup> /т	кг продукции/м <sup>3</sup>
Вар. 1. 0,6 м	30,4	2267	21,8	74,6	13,4
Вар. 2. 0,5 м	34,2	2420	25,6	70,8	14,1
Вар. 3. 0,4 м	37,6	2600	29,0	69,1	14,5
Вар. 4. 0,3 м	35,8	2723	27,2	76,1	13,1
Вар. 5. Без орошения	8,6	-	-	-	-



**Рисунок 1 – Эффективность использования оросительной воды при формировании единицы урожая**

По результатам исследований установлено, что при расчетной дозе минеральных удобрений под планируемую урожайность  $N_{120}P_{88,5}K_{88,5}$  кг/га д.в. и поддержании влажности почвы 80 % НВ, максимальная урожайность отмечается на варианте 3 (0,4 м). При данной глубине промачивания почвы в среднем за 2006-2008 гг., урожайность клубней картофеля составила 37,6 т/га, что составляет прибавку 23,7 % в сравнении с общепринятым вариантом 0,6 м. На этом же варианте отмечен наименьший расход воды на формирования одной тонны продукции – 69,1 м<sup>3</sup>/га.

## **Список использованных источников**

1 Система ведения сельского хозяйства Ростовской области / сост. Р. С. Савенко. – Ростов-н/Д: Ростовское книжное издательство, 1969. – Т. 1. – Растениеводство. – С. 266-270.

2 Зональные системы орошаемого земледелия Ростовской области / под ред. Г. А. Сенчукова, А. С. Михайлина. – Ростов-н/Д: Ростовское книжное издательство, 1987. – 128 с.

3 Агроклиматические ресурсы Ростовской области / под ред. З. М. Русеева, Е. Г. Роговской. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 252 с.

УДК 631.67:633:636.006.15

**О. В. Егорова** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

### **ТРАВОСМЕСИ С ФЕСТУЛОЛИУМОМ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

В статье рассматривается влияние состава компонентов на продуктивность травосмесей, возделываемых на орошаемых черноземных почвах Предгорной зоны Ставропольского края. Травосмеси из двух бобовых компонентов и фестулолиума за три укоса позволяют получить 10,1-11,5 т/га сена или 92,0-10,7 ГДж обменной энергии, 1,40-1,51 т переваримого протеина, 6,78-8,66 тыс. к.е.

Увеличить производство высококачественных кормов для крупного рогатого скота с наименьшими затратами, повысить продуктивность орошаемого гектара можно за счет расширения посевов многолетних трав на орошаемых землях [1].

Перспективны для выращивания на орошаемых землях многолетние травосмеси с участием фестулолиума, в которых в качестве бобового компонента используются люцерна, эспарцет, козлятник восточный, клевер луговой.

В Ставропольском филиале ФГБНУ «РосНИИПМ» в полевом опыте изучается влияние состава компонентов бобово-злаковых травосмесей на их продуктивность. Сравниваются травосмеси из бобовых трав и фестулолиума в различных сочетаниях с одновидовым посевом люцерны, принятым за контроль. Минеральные удобрения вносятся на планируемую урожайность 15,0 т/га сена. Поливы проводятся дождевальными машинами «Ладога» при снижении влажности почвы в слое 0,6 м до 80 % НВ. Агротехнические приемы возделывания приняты в соответствии с зональными рекомендациями [2].

При составлении травосмесей были использованы фестулолиум Викнел, люцерна посевная Кевсала, эспарцет Песчаный 1251, козлятник восточный ВНИИОК 1, клевер луговой Наследник.

Наблюдения в полевых исследованиях проводятся с использованием утвержденных методик и рекомендаций Б. А. Доспехова, ВНИИкормов и др.

Почвы опытного участка представляют собой чернозем обыкновенный среднемощный, незасоленный, тяжелосуглинистый. За период вегетации травосмесей в 2010 году сумма активных температур составила 3639,3 °С, осадков выпало 515 мм, ГТК по Селянинову – 1,42.

Питательность кормов для крупного рогатого скота характеризуется большим количеством показателей, но главным для оценки их качества является содержание сухого вещества, протеина, обменной энергии.

Проведенный полный зоотехнический анализ растительных образцов травосмесей по вариантам опыта показал высокое содержание в них обменной энергии (ОЭ), переваримого протеина (ПП) и кормовых единиц (таблица 1). Содержание обменной энергии и кормовых единиц рассчитывалось по ГОСТ 4808-87 [3].

**Таблица 1 – Питательная ценность травосмесей с участием фестулолиума, ОАО «Агрофирма «Село Ворошилова», 2010 г.**

Культура, травосмесь	Содержание в 1 кг сена		
	ОЭ, МДж	ПП, г	к.е.
1 Люцерна (К)	9,36	139	0,71
2 Клевер	9,23	142	0,69
3 Фестулолиум	9,04	79	0,66
4 Люцерна + фестулолиум	9,19	114	0,68
5 Люцерна + клевер + фестулолиум	9,30	131	0,70
6 Люцерна + эспарцет + фестулолиум	9,14	134	0,68
7 Люцерна + козлятник + фестулолиум	9,10	138	0,66

Сено бобовых культур и бобово-злаковых травосмесей, полученное на опытном участке, согласно ГОСТ 4808-87, можно отнести к I-II классу качества. Сено злакового травостоя (фестулолиума) по содержанию обменной энергии и кормовых единиц относится к I классу качества, но имеет недостаточное количество протеина [3].

Наблюдения за формированием урожая в 2010 году показали, что при поливах дождеванием на черноземных почвах урожайность травосмесей с участием фестулолиума была значительно выше, чем одновидовых посевов. За период вегетации было получено 5,08 т/га сена люцерны, 5,67 т/га клевера, 9,35 т/га фестулолиума. Трехкомпонентные смеси с участием фестулолиума за три укоса обеспечили получение 10,11-11,49 т/га сена (таблица 2).

**Таблица 2 – Продуктивность травосмесей с участием фестулолиума, ОАО «Агрофирма «Село Ворошилова», 2010 г.**

Культура, травосмесь	Урожайность сена за вегетацию, т/га	Выход с 1 га посева		
		ОЭ, ГДж/га	тыс. к.е./га	ПП, т/га
1 Люцерна (К)	5,08	48,0	3,60	0,71
2 Клевер	5,67	52,0	3,91	0,80
3 Фестулолиум	9,35	85,0	6,19	0,74
4 Люцерна + фестулолиум	10,86	100,0	7,44	1,24
5 Люцерна + клевер + фестулолиум	11,49	107,0	8,06	1,51
6 Люцерна + эспарцет + фестулолиум	10,88	99,0	7,36	1,46
7 Люцерна + козлятник + фестулолиум	10,11	92,0	6,78	1,40

Оценка вариантов травосмесей по продуктивности показала, что в условиях орошения наибольший выход обменной энергии, кормовых единиц и переваримого протеина с гектара посева был получен у трехкомпонентной травосмеси люцерна + клевер + фестулолиум. Добавление к люцерне в качестве второго бобового компонента эспарцета и козлятника не дало ожидаемого повышения урожайности в сравнении с двухкомпонентной смесью, но при этом, на вариантах 6 и 7 все же увеличился выход обменной энергии и переваримого протеина.

На вариантах с бобовыми травами было получено 48,0-52,0 ГДж/га обменной энергии, 3,6-3,91 тыс. к.е., 0,71-0,80 т/га переваримого протеина.

На варианте с чистым посевом фестулолиума была получена большая урожайность, выход обменной энергии и кормовых единиц, чем на вариантах с люцерной и клевером, а по выходу переваримого протеина они не имели значимого отличия.

Таким образом, посеvy травосмесей бобовых культур с фестулолиумом на орошаемых землях могут являться гарантированным ис-

точником получения урожаев энергетически насыщенных кормов, обеспечивая животноводство района качественными кормами.

### **Список использованных источников**

1 Доклад первого заместителя министра сельского хозяйства Ставропольского края А. В. Ялового на краевом семинаре-совещании по кормопроизводству 01.06.2010 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mshsk.ru/officials/texts/1675>.

2 Егорова, О. В. Поливидовые посевы многолетних трав на орошаемых землях Предгорного района Ставропольского края [Электронный ресурс] / О. В. Егорова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. период. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. – № 1(01). – 13 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=1&id=18>.

3 ГОСТ 4808-87 Сено. Технические условия. – Введ. 1988-05-01. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru), 2011.

УДК 631.874:631.587

**В. А. Монастырский** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СИДЕРАТОВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье приведены данные об особенностях роста и развития таких культур как горчица, гречиха, горох, рапс, люпин. Дано обоснование выбора для использования этих культур в качестве сидератов в Ростовской области. Выявлена культура, способная после весеннего сева до фазы цветения нарастить наибольшую зеленую массу.

Сохранение и повышение почвенного плодородия было и остается главной проблемой земледелия. Одно из основных средств решения – использование сидерации. Дешевые, доступные и достаточно эффективные зеленые удобрения могут быть неисчерпаемым, постоянно возобновляемым источником органического вещества [1].

Для выбора наиболее эффективной сидеральной культуры для возделывания на орошаемых землях Ростовской области, были проведены исследования в ЗАО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области. В качестве сидератов использовались такие культуры, как горох, гречиха, горчица, рапс и люпин.

Обоснование выбора культур:

- люпин и горох (растения из семейства бобовые) – обладая высокой способностью фиксировать атмосферный азот, бобовые обеспечивают этим элементом не только себя, но и следующую за ними культуру; при этом обладают ценными кормовыми качествами.

- горчица и рапс (семейство крестоцветные) – важно их фитосанитарное воздействие; после посадки снижается заболеваемость растений такими болезнями, как фитофтороз, ризоктониоз, парша клубней, фузариозные гнили. Эти крестоцветные быстро всходят и быстро растут, что влияет на развитие сорняков.

- гречиха (семейство гречишные) – обогащает почву органическими веществами; усваивает труднорастворимые фосфаты, и после заделки они становятся доступными для культур, следующих за ней; улучшает структуру почв.

Результатом исследований роста и развития культур-сидератов весеннего сева стало получение данных о нарастании биомассы по фазам развития растений (таблица 1).

**Таблица 1 – Нарастание биомассы по фазам развития растений**

№ п/п	Характеристика	Фазы развития растений				
		3-5 листа	6-7 листьев	8-9 листьев	бутони- зация	начало цветения
1	2	3	4	5	6	7
<b>Гречиха</b>						
1	Высота, см	8,4	21,6	34,2	41,7	55,4
2	Урожайность зеленой массы, т/га	4,1	10,6	15,2	18,4	20,5
3	Масса сухих растений, т/га	0,8	2,01	2,77	3,4	4,2
<b>Люпин</b>						
4	Высота, см	7,2	19,3	24,5	29,4	33,2
5	Урожайность зеленой массы, т/га	3,1	6,42	9,8	12,1	13,6
6	Масса сухих растений, т/га	0,65	1,45	2,1	2,86	3,35
<b>Горчица</b>						
7	Высота, см	8,7	22,5	54,6	79,8	107,5
8	Урожайность зеленой массы, т/га	4,0	10,3	23,1	31,1	34,9
9	Масса сухих растений, т/га	0,77	2,07	4,23	6,52	7,13
<b>Рапс</b>						
10	Высота, см	8,4	15	32,3	48,5	67,6
11	Урожайность зеленой массы, т/га	3,9	9,6	17,1	22,8	25

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
12	Масса сухих растений, т/га	0,73	1,97	3,76	4,6	5,2
Горох						
13	Высота, см	7,6	24,9	33,4	38,7	41
14	Урожайность зеленой массы, т/га	3,3	7,8	12,2	15,4	17,6
15	Масса сухих растений, т/га	0,7	1,56	2,31	2,97	22,84

Биомасса у сидеральных культур в период исследования нарастала неодинаково, что связано с биологическими особенностями культур и погодными условиями. В начальных стадиях развития быстрый рост и накопление биомассы наблюдалось у гороха. На стадии 6-7 листьев высота растений горчицы и гречихи составляла 22,5 см, 21,6 см, что, соответственно, на 10 % и 13 % меньше высоты гороха. Расхождение по массе составляло 22-27 %, но с учетом нормы высева общее нарастание зеленой массы на гектар было больше у гречихи и составляло 10,6 т/га, немного меньше у горчицы – 10,3 т/га. Самые маленькие показатели были у рапса, высота которого составляла 15 см, средняя масса одного растения 5 г, это на 25 % меньше, чем люпина.

В итоге, перед заделкой сидератов, наибольшая зеленая масса была получена при выращивании горчицы, она составляла 34,9 т/га. При запашке рапса и гречихи в почву поступило 25 и 20,5 т/га зеленой массы. Наименьшие показатели были у бобовых. Горох нарастил 17,6 т/га, а с люпином поступило в почву 13,6 т/га зеленой массы.

Использование промежуточных культур на зеленое удобрение и корм – важный показатель интенсификации земледелия. Применение промежуточных культур в севооборотах позволяет более полно использовать природные факторы. 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.

#### Список использованных источников

1 Довбан, К. И. Зеленое удобрение/ К. И. Довбан. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.

**О. А. Олейник** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **МЕЛИОРАТИВНАЯ ОБСТАНОВКА НА МАНЫЧСКОЙ РИСОВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ**

Статья содержит общую оценку мелиоративного состояния земель на Манычской рисовой оросительной системе Ростовской области. Представлены показатели поглощенных оснований и гумуса пахотных и подпахотных горизонтов в ООО «Белозерное». Приведена урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от засоления и осолонцевания почвы.

Ростовская область является самым северным регионом северокавказского рисосеяния. Основные массивы риса размещены на малопродуктивных солонцовых и засоленных землях, приуроченных к I и II надпойменными террасам Западного Маныча (Пролетарская и Манычская рисовые оросительные системы), в пойме и на отдельных участках I надпойменной террасы Дона.

ФГБНУ «РосНИИПМ» (ГУ «ЮжНИИГиМ») в направлении рисоводства проводит научные исследования с 1960 года. Нами разработаны рекомендации, методические указания, проведено множество научных исследований по улучшению мелиоративного состояния земель на рисовых оросительных системах, разрабатываются новые технологии возделывания риса, позволяющие увеличить его урожайность.

В ФГБНУ «РосНИИПМ» с 2009 года начаты исследования по мелиоративному состоянию рисовых систем в Ростовской области. Мелиоративные показатели определялись путем отбора образцов почвы и грунта на водную вытяжку, поглощенных оснований, рН, обеспечение элементами питания (NPK), гумус, содержание микроэлементов в почве. Точки отбора привязывали к точкам, заложенным при исследовании прошлых лет. Одновременно в этих же точках, а также по стационарным скважинам опытных участков отбирались пробы воды на химический анализ. Это позволило оценить изменение мелиоративного состояния земель в рисовых севооборотах за продолжительный период.

Территория Манычской оросительной системы расположена вдоль левого берега Веселовского водохранилища. По климатическим условиям район исследования относится к зоне недостаточного ув-



лажнения. Осадки крайне неустойчивы. Лето жаркое, сухое. Зима обычно малоснежная с частыми оттепелями.

Территория Манычской ОС приурочена к Манычской долине. В распределении почв долины наблюдается закономерная смена их от водораздела к низким террасам. Карбонатно-мицелярные террасовые черноземы, занимающие склон Приманычской возвышенности, постепенно сменяются южными террасовыми солонцеватыми черноземами и темно-каштановыми солонцеватыми почвами в комплексе с солонцами и луговыми почвами.

Наиболее распространение на территории системы получили черноземы южные террасовые, солонцы и луговые почвы. Поэтому объектом исследования в 2009-2010 году, за изменением физико-химических свойств почв, явились вышеуказанные разновидности почв, характеристика которых дается ниже.

Черноземы южные террасовые распространены в основном на 1 и 2 надпойменных террасах реки Маныч. Эти черноземы отражают все основные признаки каштанового типа почвообразования: небольшая мощность гумусового горизонта, повышенное уплотнение горизонта «В» и неглубокое залегание карбонатного горизонта «С». Эти черноземы являются как бы стыковыми почвами, и поэтому их можно рассматривать как первую стадию превращения каштановых почв в черноземы.

Механический состав легкоглинистый, но часто встречаются тяжелосуглинистые в пределах пахотного горизонта. Преобладающей фракцией является ил (частиц  $< 0,001$  мм). Объемный вес в основном изменяется в соответствии с содержанием гумуса, уплотненности горизонтов и механического состава. Минимальный объемный вес отмечен в гумусовых горизонтах (1,06-1,20 г/см<sup>3</sup>). С глубиной объемный вес возрастает. Удельный вес по профилю изменяется от 2,54 до 2,80 г/см<sup>3</sup>. Аэрация верхних горизонтов почв – хорошая, 36,2 %, с глубиной она резко уменьшается.

Структура, по нашим данным, характеризуется большим содержанием (до 77 %) агрономически ценных агрегатов. Но эти агрегаты крайне неустойчивы размывающему действию воды, что в условиях орошения приводит к отрицательным явлениям. Естественная влажность низкая. С глубиной увлажнения заметно понижается, что связано с близким залеганием грунтовых вод.

Содержание гумуса в пахотном горизонте от 2,24 до 3,95. Резко уменьшение отмечено в горизонте «В» и «ВС».

Содержание гумуса в пахотном и подпахотном горизонтах на Манычской рисовой оросительной системе на примере хозяйства ООО «Белозерное» в 2009 году представлено в таблице 1.

**Таблица 1 – Содержание гумуса в пахотном и подпахотном горизонтах почвы на Манычской оросительной системе, данные за 2009 год**

Место отбора	Гумус, %	
	в слое 0-20 см	в слое 20-60 см
РС 1 поле 2 карта 9 чек 1	2,24	1,65
РС 4 поле 3 карта 18 чек 5	2,94	1,85
РС 4 поле 2 карта 13 чек 1	3,29	1,86
РС 5 поле 5 карта 21 чек 1	3,16	1,68
РС 5 поле 4 карта 14 чек 1	3,95	3,15
Богара	3,39	2,02

Анализируя гумусный показатель, в целом, эти почвы относятся к низко обеспеченным, вследствие чего получают низкие урожаи сельскохозяйственных культур. Гумус является показателем повышенного плодородия, поэтому поддержание бездефицитного баланса гумуса – одна из основных задач в системе мероприятий по плодородию почв.

С целью поддержания запасов гумуса на достаточно высоком уровне, необходимо использовать все способы, увеличивающие поступление органического вещества в почву: повышение урожайности; применение научно обоснованных норм навоза; компостов, полное возвращение в почву растительных остатков, в том числе соломы; возделывание промежуточных культур; снижение интенсивности и частоты обработки почвы; защита от ветровой и водной эрозии и другие меры.

В таблице 2 представлены показатели поглощенных оснований пахотных, подпахотных горизонтов почвы.

Исследования, проводимые на Манычской рисовой оросительной системе, показали, что на всех исследуемых ключевых участках в основном преобладает магниевое осолонцевание почвы ( $Mg > 30\%$ ), низкое содержание Са ( $Ca < 80\%$ ), а в отдельных случаях на рисовом севообороте 5 существует натриевое засоление ( $Na > 5\%$ ).

**Таблица 2 – Показатели поглощенных оснований в пахотном и подпахотном горизонтах почвы на Манычской оросительной системе, данные за 2009 год**

Место отбора	Слой, см	Na	Ca	Mg	сумма ППК	% Na	% Ca	% Mg
РС 1 поле 2 карта 9 чек 1	0-20	0,65	19,92	9,88	24,45	3	57	40
	20-60	1,49	14,17	7,68	23,34	6	61	33
РС 4 поле 3 карта 18 чек 5	0-20	0,94	15,72	8,48	25,14	4	63	34
	20-60	1,59	16,48	7,24	25,31	6	65	29
РС 4 поле 2 карта 13 чек 1	0-20	1,78	14,00	9,60	25,38	7	55	38
	20-60	1,77	14,01	8,58	24,37	7	58	35
РС 5 поле 5 карта 21 чек 1	0-20	1,57	15,16	8,74	25,47	6	60	34
	20-60	1,29	15,69	7,80	24,79	5	63	31
РС 5 поле 4 карта 14 чек 1	0-20	2,61	12,10	10,90	25,61	10	47	43
	20-60	2,45	13,37	9,72	25,55	10	52	38
Богара	0-20	0,36	17,24	6,56	24,16	1	71	27
	20-60	0,37	16,31	6,99	23,67	2	69	30

При одновременном натриевом и магниевом засолении почвы резко падает урожайность риса, это видно из таблицы 3.

**Таблица 3 – Урожайность с/х культур в 2009 году**

Место отбора	Культура	Урожайность, т/га
РС 1 поле 2 карта 9 чек 1	подсолнечник	0,9
РС 4 поле 3 карта 18 чек 5	рис	4,4
РС 4 поле 2 карта 13 чек 1	рис	3,0
РС 5 поле 5 карта 21 чек 1	рис	4,0
РС 5 поле 4 карта 14 чек 1	рис	2,7

При анализе поглощенных оснований выяснилось, что сумма поглощенных оснований составляет от 27-28 мг-экв. на 100 г, что означает высокую поглотительную способность почвы.

Однако анализ водных вытяжек из почвы показал, что почвы не засолены водорастворимыми солями и имеют содово-сульфатный и хлоридно-сульфатный тип засоления, а также щелочную реакцию почвы.

Получается, что достигнутое улучшение мелиоративного состояния до 1990 года утрачивается, начали восстанавливаться в почве процессы и показатели, имевшие место до начала освоения этих земель под рисовые оросительные системы.

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 удобрений не смогут увеличить урожайность риса, пока мы не займемся улучшением мелиоративного состояния земель.

При отсутствии в пахотном слое солонцеватых почв естественных запасов кальция и при наличии в нем высоких концентраций щелочности и поглощенного натрия необходимо применение химических мелиорантов. Выбор мелиоранта зависит от химизма засоления и степени солонцеватости почвы.

На сегодняшний день основными химмелиорантами являются отходы промышленности: фосфогипс, электролиты травления стали (отработанная серная кислота) в смеси с различными компостами.

УДК 631.582:631.67

**С. А. Селицкий** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫЕ ЗВЕНЬЯ ОРОШАЕМЫХ СЕВООБОРОТОВ**

В статье приводятся результаты полевых исследований, проводимых в Предгорном районе Ставропольского края, по выявлению наиболее продуктивных звеньев севооборота.

Основой рационального использования пашни являются научно обоснованные севообороты, в которых чередование культур во времени и пространстве позволяет с большей отдачей использовать осадки и плодородие почвы, эффективнее бороться с сорной растительностью, вредителями и болезнями, защищать почву от эрозионных процессов.

На протяжении десятилетий при совершенствовании зональных систем земледелия их фундаментом служили научно обоснованные севообороты. И ранее, и в настоящее время это оставалось и остается в силе, так как правильное чередование культур, не требуя дополнительных затрат, обеспечивает рост урожайности и плодородия почвы,

окупаемость удобрений и других средств химизации играет важную роль в борьбе с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных растений.

В Южных регионах страны полевые севообороты конструируются в соответствии с двумя приоритетными направлениями. Первое направление специализации полевых севооборотов – производство зерна, прежде всего продовольственного зерна озимой пшеницы. Второе приоритетное направление – производство ценных технических культур – подсолнечника, сахарной свеклы, рапса, сои. Значительная часть площади в полевых севооборотах отводится для производства кормовых культур, которые в основном, являются неплохими предшественниками для зерновых [1]. В связи с этим научный интерес представляет изучение, оценка масличных, технических и кормовых культур и определение их роли как предшествующей культуры.

Кормовые севообороты направлены на получение кормов, поэтому они отличаются от полевых большим удельным весом различных культур кормового назначения и незначительным посевом или полным отсутствием зерновых культур, выращиваемых на зерно.

Агроклиматические и почвенные условия являются одними из наиболее важных факторов для возделывания сельскохозяйственных культур, внедряемых в высокопродуктивные кормовые севообороты Предгорной зоны.

По климатическим условиям Предгорная зона Ставропольского края расположена в зоне недостаточного увлажнения. По многолетним данным метеостанции Минеральные Воды, среднегодовое количество осадков составляет 538 мм, причем большая часть их выпадает в теплый период, зачастую в виде обильных ливней. Относительная влажность воздуха в среднем за год составляет 76 %, дефицит влажности воздуха составляет 4,9 мб, испаряемость 926 мм в год.

Опыт по подбору культур для звеньев орошаемого кормового севооборота проводился в ОАО «Агрофирма «Село Ворошилова» Предгорного района Ставропольского края в 2010 году.

Схема исследований по подбору звеньев севооборота включала 3 варианта:

а) звено 1: люцерна – люцерна – люцерна (1 укос) + многокомпонентная кормосмесь;

б) звено 2: люцерна – люцерна – люцерна (1 укос) + кукуруза на зеленую массу;

в) звено 3: люцерна – люцерна – люцерна (1 укос) + сорго на зеленую массу.

Укос люцерны проводился в фазу бутонизации, многокомпонентную кормосмесь, кукурузу и сорго высевали после разделки пласта люцерны и подготовки почвы под посев. Продуктивность звеньев севооборота приведена в таблице 1.

**Таблица 1 – Продуктивность звеньев севооборота**

Культура	Сбор с 1 га			Продуктивность звена	
	зеленой массы, т/га	кормовых единиц, т	переваримого протеина, кг	кормовых единиц, т	переваримого протеина, кг
1 звено:				32,13	5544
люцерна – люцерна – люцерна (1 укос) + многокомпонентная кормосмесь	120,0 55,4	21,6 10,53	4176 1368		
2 звено:				31,28	4866
люцерна – люцерна – люцерна (1 укос) + кукуруза на зеленую массу	120,0 42,1	21,6 9,68	4176 690		
3 звено:				33,67	5197
люцерна – люцерна – люцерна (1 укос) + сорго на зеленую массу	120,0 46,4	21,6 12,07	4176 1021		

Сбор с 1 га зеленой массы люцерны составил 120,0 т, что обеспечило получение 21,6 т кормовых единиц 4176 кг переваримого протеина. В 1 звене урожайность многокомпонентной смеси, включающей кукурузу, сою, подсолнечник и сорго-суданковый гибрид составила 55,4 т/га, что обеспечило получение 10,53 т кормовых единиц и 1368 кг переваримого протеина. Продуктивность 1 звена составила 32,13 т кормовых единиц и 5544 кг переваримого протеина.

Продуктивность 2 звена составила 31,28 т кормовых единиц и 4866 кг переваримого протеина, а 3 звена – 33,67 т и 5197 кг соответственно.

Таким образом, в результате полевых исследований было установлено, что наиболее продуктивным является звено севооборота, включающего люцерна – люцерна – люцерна (1 укос) + многокомпо-

нентная кормосмесь. Общая продуктивность этого звена составила 32,13 т к.е. и 5544 кг переваримого протеина.

### **Список использованных источников**

1 Индустриальная технология выращивания кормовых культур на орошаемых землях Северного Кавказа: рекомендации / В. Г. Бурдюгов [и др.]; под ред. Ю. Ф. Миронова, В. Г. Гребенникова. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 45 с.

УДК 633.2/.3:631.587

**С. А. Селицкий** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ ПРЕДГОРНОГО РАЙОНА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

В статье приводятся результаты полевых исследований по выявлению наиболее перспективных сортов и гибридов кормовых культур для условий Предгорного района Ставропольского края.

Подбор наиболее продуктивных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, адаптированных к местным условиям, является одним из важнейших элементов технологии возделывания, позволяющим получить оптимум продукции.

Полевые исследования в 2010 году проводились в ОАО «Агрофирма «Село Ворошилова» Предгорного района Ставропольского края. Для этого района характерен почвенный покров, представленный черноземами выщелоченными и типичными, среднемощными, среднегумусными, тяжелосуглинистыми, сформировавшимися на галечниках. По агрохимическим показателям, почвы исследуемого участка, на котором в слое 0-30 см почвы содержится 4,05 мг/кг нитратного азота, 19,81 мг/кг подвижного фосфора и 301,8 мг/кг обменного калия. Согласно оценке агрохимических показателей свойств почв [1], в почве опытного участка содержание азота нитратного и фосфора подвижного – среднее, калия обменного – повышенное. В слое 0-30 см рН составляет 7,48, по степени щелочности почвы можно отнести к слабощелочным [2]. Почвы опытного участка при соблюдении зональной агротехники благоприятны для возделывания зерновых, технических, однолетних и многолетних кормовых культур.

Метеорологические условия в 2010 году складывались следующим образом: за вегетационный период (апрель – октябрь) осадков

выпало 515 мм, испаряемость при этом составила 758 мм, что больше суммы осадков в 1,6 раз. Сумма активных температур за этот период составила 3639,3 °С, ГТК Селянинова – 1,42. Средняя за теплый период относительная влажность воздуха равна 66,4 %, дефицит влажности воздуха – 8,4 мб.

Полевые исследования 2010 года были направлены на выявление наиболее продуктивных сортов и гибридов кормовых культур, адаптированных к условиям Предгорной зоны Ставропольского края.

Были исследованы сорта и гибриды кукурузы, сорговых культур, сои при использовании на зеленый корм, а также многокомпонентных смесей на зеленую массу.

Нами были изучены 16 гибридов кукурузы различных групп спелости. Из них раннеспелые – Машук 170 МВ, К 80 СВ, среднеспелые – Корн 280 МВ, Ньютон, РИК 340 МВ, Машук 350 МВ, Машук 355 МВ, Машук 360 МВ, Машук 390 МВ, Зерноградский 251 МВ, Зерноградский 282 МВ, Зерноградский 292 МВ, Зерноградский 330 МВ, Зерноградский 354 МВ, среднепоздние – Зерноградский 401 АМВ, Машук 480 МВ.

В результате анализа учета продуктивности изучаемых гибридов кукурузы на различие соответствующих данных повлияли биологические особенности культуры (таблица 1).

**Таблица 1 – Продуктивность сортов кукурузы**

Гибрид	Сбор с 1 га		
	зеленой массы, т	кормовых единиц	переваримого протеина, т
1 Корн 280 МВ	25,1	45,2	3,26
2 К 80 СВ	27,8	50,0	3,61
3 Ньютон	32,3	58,1	4,20
4 РИК 340 МВ	24,6	44,3	3,20
5 Машук 170 МВ	15,9	28,6	2,07
6 Машук 350 МВ	22,6	40,7	2,94
7 Машук 355 МВ	35,2	63,4	4,58
8 Машук 360 МВ	35,2	63,4	4,58
9 Машук 390 МВ	42,1	75,8	5,47
10 Машук 480 МВ	26,2	47,2	3,41
11 Зерноградский 251 МВ	21,7	39,1	2,82
12 Зерноградский 282 МВ	20,4	36,7	2,65
13 Зерноградский 292 МВ	34,2	61,6	4,45
14 Зерноградский 330 МВ	29,0	52,2	3,77
15 Зерноградский 354 МВ	27,3	49,1	3,55
16 Зерноградский 401 МВ	30,4	54,7	3,95



Анализ продуктивности кукурузы показал, что наибольшая урожайность зеленой массы и сбор кормовых единиц, переваримого протеина получены у среднеспелого гибрида Машук 390 МВ – 42,1 т/га, 75,8 к.е. и 5,47 т соответственно.

На основании проведенных наблюдений, наиболее перспективными для возделывания кукурузы на зеленую массу в условиях Предгорного района Ставропольского края являются гибриды Машук 390 МВ, Машук 355 МВ, Машук 360 МВ, Ньютон, Зерноградский 401 МВ.

Для выявления наиболее адаптивных сортов сои в условиях Предгорной зоны Ставропольского края схемой опыта предусматривалось изучение особенностей роста и развития 6 сортов данной культуры: раннеспелого – Селекта 201, среднеранних – Дон 21, Дива, Селекта 301, Вилана, Эльдорадо.

Проведенные учеты урожайности сои на зерно и зеленую массу выявили наиболее продуктивные сорта сои (таблица 2).

**Таблица 2 – Урожайность зеленой массы и зерна сои в зависимости от сорта**

Сорт	Урожайность, т/га	
	зеленой массы	зерна
1 Дон 21	9,16	1,22
2 Дива	7,66	1,84
3 Селекта 201	8,06	2,10
4 Селекта 301	14,79	2,40
5 Вилана	6,61	1,91
6 Эльдорадо	4,62	1,40

Анализ урожайности показал, что наибольшую величину как зеленой массы, так и зерна, получен у сои сорта Селекта 301. Наименьший урожай зерна получен у сорта Дон 21 и Эльдорадо – 1,22 и 1,4 т/га соответственно, а зеленой массы у сортов Дива и Эльдорадо – 7,66 и 4,62 т/га соответственно.

Схемой исследований было запланировано изучение 12 сортов сорговых культур, из них 3 – сорго-суданкового гибрида, 4 – сорго сахарного, 3 – сорго зернового, 2 – суданской травы.

Наблюдения за ростом и развитием сорговых культур позволили определить биометрические показатели растений, выявить наиболее продуктивные.

В таблице 3 представлены показатели структурного анализа и продуктивности сорговых культур.

В результате исследований установлено, что урожайность сорговых культур изменялась от 38,2 до 46,4 т/га зеленой массы.

**Таблица 3 – Показатели структурного анализа и продуктивности сорговых культур**

Культура	Сорт	Высота растений, см	Количество листьев	Масса растений на 1 м <sup>2</sup> , кг
1 Сорго-суданковый гибрид	Сордан 216	231	11,2	4,64
2 Сорго-суданковый гибрид	Сабантуй	211	11,2	4,03
3 Сорго-суданковый гибрид	Навигатор	200	11,6	3,97
4 Сорго сахарное	Сажень	157	13,4	4,18
5 Сорго сахарное	Ларец	160	13,2	4,15
6 Суданская трава	Черноморка	221	11,1	4,44
7 Суданская трава	Александрина	193	12,3	4,53
8 Сорго зерновое	Зерноградское 53	144	11,2	4,02
9 Сорго зерновое	Орловское	110	11,3	3,87
10 Сорго сахарное	Дебют	206	9,9	4,87
11 Сорго зерновое	Хазине 28	127	11,2	3,82
12 Сорго сахарное	Лучистое	134	10,5	3,87

В 2010 году изучалось влияние соотношения компонентов на рост, развитие и продуктивность кормосмесей. Были изучены 5 видов кормосмесей, включающих следующие культуры – кукуруза, подсолнечник, соя, сорго-суданковые гибриды, сахарное сорго (таблица 4). Предшественником многокомпонентных кормосмесей были сорговые культуры. Продуктивность изучаемых многокомпонентных кормосмесей приведена в таблице 4.

**Таблица 4 – Урожайность зеленой массы кормосмесей**

Вариант	% от нормы посева в чистом посеве	Сорт, гибрид	Урожайность зеленой массы, т/га
1	2	3	4
1 Кукуруза + соя	50 50	Зерноградский 251 МВ Гринфи	38,0
2 Кукуруза + подсолнечник + соя + ССГ	30 20 50 50	Зерноградский 354 МВ Гарант Дива Навигатор	54,3
3 Кукуруза + подсолнечник + соя + ССГ	40 20 50 50	Зерноградский 354 МВ Гарант Дива Сабантуй	55,4

## Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
4 Кукуруза + подсолнечник + соя + суданская трава	30 20 75 50	Зерноградский 330 МВ Флагман Дива Александрина	52,2
5 Кукуруза + подсолнечник + соя + сорго сахарное	30 20 75 50	Зерноградский 330 МВ Флагман Дива Дебют	51,0

Наибольшая урожайность зеленой массы получена у кормосмеси, включающей следующие компоненты – кукуруза 40 % + подсолнечник 20 % + соя 50 % + ССГ 50 % – 55,4 т/га.

Таким образом, в результате проведенных исследований, определены наиболее перспективные, адаптированные к местным условиям сорта и гибриды кормовых культур, которые в дальнейшем можно рекомендовать для внедрения сельхозпроизводителям.

### **Список использованных источников**

1 Методика по организации и ведению мониторинга орошаемых земель / Н. С. Скуратов [и др.]; под ред. Н. С. Скуратова. – Новочеркасск: НГМА, 2000. – 52 с.

2 Куприченков, М. Т. Почвы Ставрополя: учебное пособие / М. Т. Куприченков. – Ставрополь: Ставропольская краевая типография, 2005. – 424 с.

УДК 631.67 «5»:631.425

**Э. Н. Стратинская** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

### **ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧЕСКОГО ОРОШЕНИЯ**

Показано изменение физических свойств черноземов обыкновенных при влиянии различных соотношений орошаемой и неорошаемой фаз циклического орошения и изменение физических свойств почв при снижении водной нагрузки.

Эколого-экономическая оценка целесообразности мелиорации почв, адаптация способов мелиорации к почвенному покрову конкретного ландшафта в каждой природной зоне, экологическая защита элементов от деградации, выбор наиболее щадящих систем использо-

вания мелиорированных земель являются наиболее актуальными проблемами мелиорации почв [1].

Многолетний опыт применения регулярного орошения в регионе выявил ряд негативных факторов. Несовершенство оросительной техники и периодические длительные или кратковременные переполивывы приводят к возникновению неблагоприятных процессов в орошаемых почвах. Следствием этого, в первую очередь, является потеря агрономически ценной комковатой зернистой структуры, уплотнение, слитизация, ощелачивание, осолонцевание, а также еще образование токсичных соединений. В бездренажных условиях наблюдается поднятие уровня грунтовых вод, которые зачастую являются минерализованными. Эти негативные явления проявляются при орошении пресными водами, но еще более усугубляются и ускоряются при поливах слабоминерализованными водами сульфатно-натриевого состава [2]. При этом отмечено, чем более высоким плодородием обладает почва, тем быстрее теряет его при негативном стечении обстоятельств [3]. В последнее время высказывается мнение, что восстановить плодородие почв возможно путем снижения водной нагрузки.

Исследования проводились на ключевых участках и в полевом опыте в 2005-2009 гг. с использованием стандартных методик полевых и лабораторных исследований.

Полевой опыт проводился ГП «Батайское» Ростовской области. Почвенный покров был представлен черноземами обыкновенными тяжелосуглинистого состава, находящимися в режиме длительного регулярного орошения. Черноземы орошались водой с минерализацией  $1,7 \text{ г/дм}^3$  сульфатно-натриевого состава, поэтому приобрели ряд неблагоприятных свойств, а именно: повышенную щелочность ( $1,5 \text{ мг-экв./100 г}$ ), солонцеватость (10 %), уплотненность ( $1,34 \text{ т/м}^3$ ) и низкое содержание гумуса.

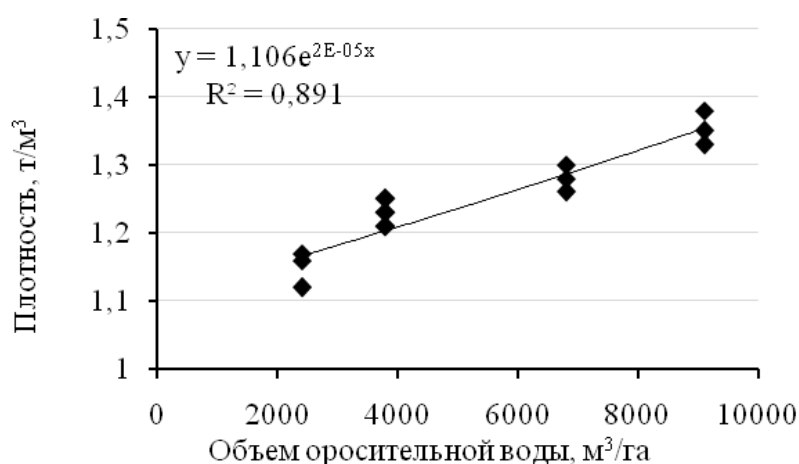
Схема опыта включала четыре варианта, в которых чередовались орошаемые и неорошаемые фазы, то есть на варианте 1 участок орошался четыре года (Ор = 100 %), на варианте 2 – три года орошался и один год не орошался (Ор : Неор = 75:25 %), на варианте 3 – два года орошался и два года не орошался (Ор : Неор = 50:50 %), на варианте 4 – один год орошался и три года не орошался (Ор : Неор = 25:75 %). Суммарный объем оросительной воды за 4 года исследований соста-

вил соответственно: на варианте 1 – 9400 м<sup>3</sup>/га, на варианте 2 – 6800 м<sup>3</sup>/га, на варианте 3 – 3800 м<sup>3</sup>/га, на варианте 4 – 2400 м<sup>3</sup>/га.

Исследуемые черноземы в исходном состоянии (до проведения опыта) были сильно уплотнены, в целом в сорокасантиметровом слое плотность почвы составляла 1,34 т/м<sup>3</sup>. Соответственно, и порозность, и водопрочность почвы были неудовлетворительными (таблица 1, рисунок 1).

**Таблица 1 – Изменение физических свойств черноземов при различном соотношении орошаемой и неорошаемой фаз**

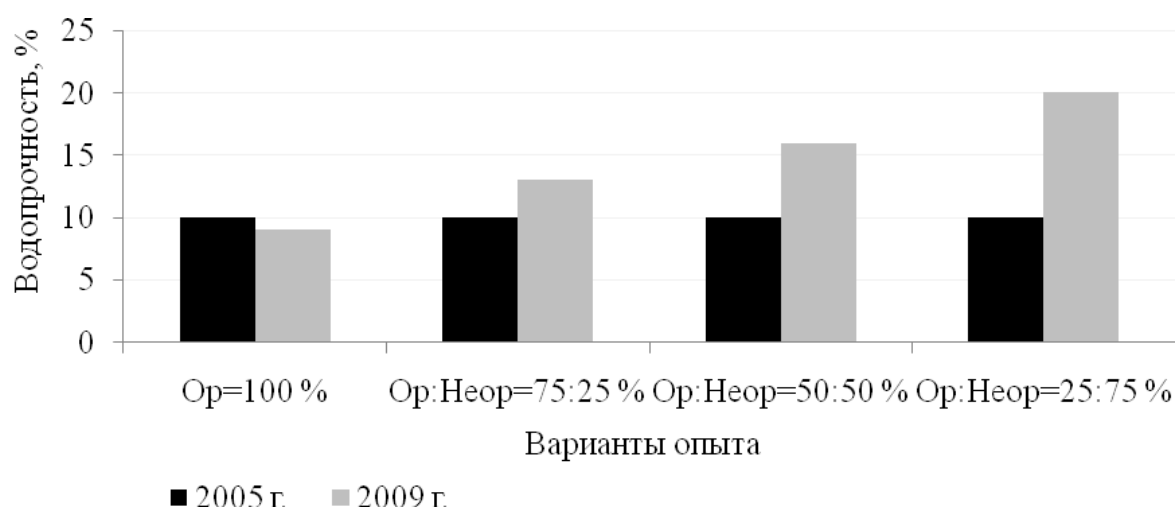
Вариант опыта	Слой почвы, см	Плотность почвы, т/м <sup>3</sup>	Порозность, %	Структурное состояние (мокрое просеивание), %	Водопрочность, %	Коэффициент дисперсности
2005 г.						
Исходное состояние	0-20	1,31	48	47	11	14
	20-40	1,34	46	45	10	16
2009 г.						
1 Контроль Ор = 100 %	0-20	1,36	43	42	10	16
	20-40	1,39	42	41	9	18
2 Ор : Неор = 75:25 %	0-20	1,28	52	51	14	12
	20-40	1,32	48	48	13	14
3 Ор : Неор = 50:50 %	0-20	1,23	54	56	18	10
	20-40	1,28	50	51	16	12
4 Ор : Неор = 25:75 %	0-20	1,15	56	59	22	10
	20-40	1,24	52	53	20	12
НСР <sub>05</sub>	0-20	0,04		4	4,5	
НСР <sub>05</sub>	20-40	0,05		5	4,4	



**Рисунок 1 – Зависимость плотности почвы в слое 0-20 см от объема оросительной воды за 2006-2009 гг.**

После четырех лет освоения чернозема в режиме различной нагрузки физические свойства по вариантам опыта изменились. На контроле под влиянием регулярного орошения физические свойства, по сравнению с исходными данными, продолжали ухудшаться (таблица 1, рисунок 1), а именно в слое 0-20 см чернозема плотность почвы возросла на 0,5 при  $НСР_{05} = 0,04$  и в слое 0-40 см – также на 0,5. Ухудшились порозность и структурное состояние и, согласно классификации, почвы по этим показателям оставались в неудовлетворительном состоянии. Достоверное уменьшение плотности почвы отмечено в варианте с соотношением  $Ор : Неор = 50:50 \%$  и  $Ор : Неор = 25:75 \%$ . Это подтверждает зависимость, установленная между плотностью почв и оросительной нормой, показывающая тесную связь между этими показателями (рисунок 1). С увеличением водной нагрузки почвы уплотнялись.

Структурное состояние на этих вариантах (3, 4) в слое 0-20 см стало характеризоваться как хорошее, а в варианте с соотношением  $Ор : Неор = 75:25 \%$  – как удовлетворительное, на контроле при регулярном орошении ( $Ор = 100 \%$ ) – ближе к неудовлетворительному. Об улучшении физических свойств чернозема свидетельствуют также показатели водопрочности и коэффициента дисперсности (Кд). Содержание водопрочных агрегатов соответственно возросло на 60-100% (рисунок 2). Периодичность увлажнения и высушивания почвы способствует образованию ее структуры. Это подтверждается исследованиями В. А. Ковды [4].



**Рисунок 2 – Водопрочность агрегатов в слое почвы 0-40 см в зависимости от соотношений орошаемой и неорошаемой фаз**

Таким образом, результаты полевого опыта показали, что при чередовании орошаемой и неорошаемой фаз на почвы и пополнения почвы органикой в виде сидератов можно улучшить физические свойства: почвы разуплотняются, улучшается структурное состояние, в том числе становится больше водопрочных агрегатов.

В целях изучения влияния снижения водной нагрузки на свойства почв были выбраны два ключевых участка:

- в ОПХ «РООМС» на черноземах обыкновенных, регулярно орошаемых с 1955 по 1991 г. водой с минерализацией 0,5-0,7 г/дм<sup>3</sup> гидрокарбонатно-кальциевого состава, которые в настоящее время осваиваются в режиме циклического орошения со снижением водной нагрузки до 1100-1200 м<sup>3</sup>/га;

- в ООО «Луговой» в пойме Нижнего Дона. Участок обвалован, почвы лугово-темноцветные. Орошаются такой же водой, что и земли ОПХ «РООМС», более 30 лет. С 1993 года участок перестал поливаться, находится в залежном состоянии.

На этих двух участках проведен сравнительный анализ физических свойств почв период регулярного орошения, в режиме циклического орошения (ОПХ «РООМС») и в условиях богары в залежном состоянии (ООО «Луговой»).

За период циклического орошения (1986-2007 гг.) улучшение физико-химических свойств почв сопровождалось оптимизацией их структурного состояния. Об этом свидетельствуют результаты, представленные в таблице 2. Почвы не уплотнялись. Структурное состояние стало хорошим, а водопрочность агрегатов удовлетворительная.

**Таблица 2 – Изменение физических свойств чернозема обыкновенного (ОПХ «РООМС»)**

Слой почвы, см	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Коэффициент дисперсности	Структурное состояние (мокрое просеивание), %	Водопрочность, $\Sigma > 0,25$ мм, %
Регулярное орошение (1986 г.)				
0-20	1,25	10	45	28
20-40	1,20	10	43	30
40-60	1,24	9	40	37
0-40	1,22	10	44	29
Циклическое орошение (2007 г.)				
0-20	1,20	8	62	35
20-40	1,20	8	65	33
40-60	1,24	9	53	39
0-40	1,20	8	63	34

В условиях залежного состояния и постепенном задернении участка многолетними травами некоторые свойства почв изменились. Улучшились физические показатели луговых темноцветных почв (таблица 3). Если в период регулярного орошения слой 0-40 см характеризовался как сильно уплотненный, а в период залежного состояния – как уплотненный.

**Таблица 3 – Изменение физических свойств лугово-темноцветных свойств почв (ООО «Луговой»)**

Слой почвы, см	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Коэффициент дисперсности	Структурное состояние, мокрое просеивание, %	Водопрочность, %
Регулярное орошение (1988 г.)				
0-20	1,27	9	45	35
20-40	1,42	14	37	12
40-60	1,49	16	32	10
0-40	1,35	11	41	24
Залежное состояние (2007 г.)				
0-20	1,17	5	55	47
20-40	1,22	9	42	32
40-60	1,48	13	37	21
0-40	1,20	7	49	40

Коэффициент дисперсности, структурное состояние свидетельствуют о хорошей структуре почв. Увеличилось содержание водопрочных агрегатов в слое 0-40 см в 1,7 раз.

Таким образом, результаты показывают, что при снижении водной нагрузки некоторые негативные свойства почв, приобретенные в результате регулярного орошения с нарушением технологий, устраняются, а именно: почвы разуплотняются, улучшается структурное состояние, в том числе становится больше водопрочных агрегатов.

#### **Список использованных источников**

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

2 Мелиорация солонцовых почв в условиях орошения / Н. С. Скуратов [и др.]. – Новочеркасск, 2005. – 180 с.

3 Скуратов Н. С. Использование и охрана орошаемых черноземов / Н. С. Скуратов, Л. М. Докучаева, О. Ю. Шалашова – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2001. – 246 с.

4 Ковда, В. А. Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса / В. А. Ковда. – Кн. 2. – М.: Наука, 1973.



---

---

**РАЗДЕЛ V**

**КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И  
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

---

---

УДК 626.81:681.3.066

**В. Д. Гостищев, С. М. Гаврилюк, Р. Ю. Сахаров**

(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА  
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

В статье приведены задачи системы государственного мониторинга, отражены проблемы и причины ее функционирования в настоящее время. Предложена схема оптимизации процесса мониторинга, рекомендуется комплекс мероприятий по координации ведения работ.

Государственный мониторинг водных объектов является частью государственного мониторинга окружающей среды. Для того чтобы рационально использовать природные ресурсы и осуществлять природоохранные мероприятия на той или иной территории, необходимо иметь достоверную информацию о том, что мы охраняем и каковы результаты воздействия человека на состояние окружающей среды. Только при наличии полного объема информации можно рассчитывать на оптимизацию природопользования и, в конечном счете – на экологически безопасное развитие территории.

Порядок осуществления государственного мониторинга водных объектов устанавливается на основе методик, утвержденных и приведенных в приказах Правительства Российской Федерации и Министерства природных ресурсов и экологии РФ [1-5].

В задачи системы мониторинга входит:

- получение достоверной и оперативной информации о современной ситуации водопользования в бассейне;
- выявление источников поступления загрязняющих веществ и их оценка, определение степени их воздействия на водные экосистемы;
- прогноз изменения состояния водных экосистем и качественного состояния водных объектов под влиянием внешних воздействий;

- установление фактов аварийного загрязнения водных объектов и иных чрезвычайных ситуаций, оценка их экологических последствий, оповещение об угрозе и ухудшении состояния водных объектов.

Однако для реализации поставленных задач возник ряд проблем:

- слабо развитая сеть мониторинга;
- работы по сбору информации проводятся в недостаточном объеме и бессистемно;
- плохое техническое оснащение сети мониторинга и не достаточное применение современных методов;
- нет согласованности в работе служб мониторинга различных ведомств;
- не скоординировано размещение сети мониторинга.

В качестве причин ненадлежащего функционирования системы мониторинга можно выделить следующие:

- не проводится организационная часть работ;
- не создана наблюдательная сеть;
- отсутствует единая методическая база по заполнению водопользователями форм представления информации;
- отсутствуют единые программы обеспечения этих работ.

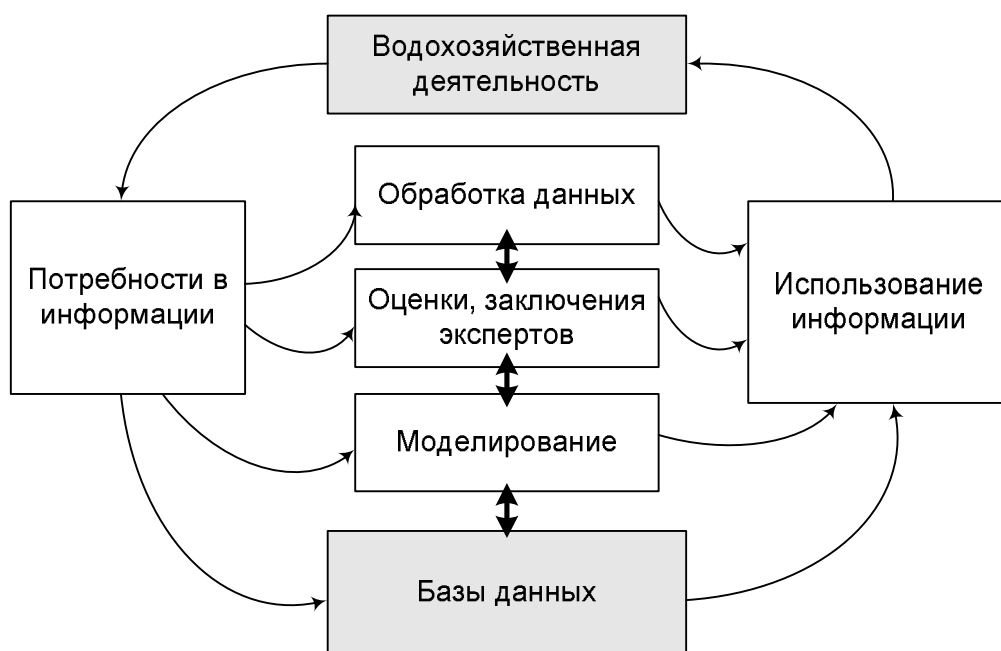
Широкое изучение данного вопроса на основе выполнения научно-исследовательских работ в ФГБНУ «РосНИИПМ» по теме «Провести исследования и разработать МУ по проведению мониторинга водных объектов» выполняемой по заданию Минсельхоза РФ, позволило сформировать следующие взгляды на сложившуюся ситуацию.

Процесс мониторинга и оценки следует рассматривать главным образом как последовательность взаимосвязанных операций – от определения информационных потребностей до использования информационного продукта. Предложенный процесс отображен на схеме (рисунок 1).

Решение этих вопросов может быть достигнуто путем формирования системы мониторинга на основе следующих позиций:

- четкое определение информационных потребностей;
- разработка стратегии и программы мониторинга с учетом современных технических и технологических достижений;
- расширение и модернизация сети мониторинга;

- увеличение финансирования системы мониторинга (как стратегического направления, обеспечивающего устойчивый рост экономики РФ);
- комплексный подход и использование единых методик;
- непрерывность мониторинга в пространстве и во времени;
- система должна быть открытой для практической увязки с другими системами мониторинга (земля, воздух и т.д.);
- улучшение координации между службами и ведомствами, ведущими различные виды мониторинга;
- ориентированность на компьютерные технологии по сбору, хранению и обработке данных;
- организация системы мониторинга на основе геоинформационных систем.



**Рисунок 1 – Схема оптимизации мониторинга**

Развитие системы мониторинга и повышение его эффективности возможно осуществить путем принятия следующих мер.

1 Следует обеспечить учет информационных потребностей учреждений, отвечающих за контроль водохозяйственных объектов. При этом сначала необходимо определить информационные потребности и на их основе адаптировать программу, а не наоборот.

2 Следует четко установить и привлечь в полном объеме в процесс мониторинга поставщиков информации (водопользователей и водопотребителей).

3 Учреждения, отвечающие за охрану и использование водных ресурсов, должны участвовать в процессе конкретизации информационных потребностей и осуществлять тесное сотрудничество в ходе выполнения мониторинга.

4 Следует разграничить информацию, используемую для долгосрочных прогнозов, и информацию, используемую в ходе оперативного управления водохозяйственной деятельностью.

5 С учетом информационных потребностей необходимо обеспечить тщательный выбор параметров, типа проб, периодичности отбора проб и местонахождения пунктов наблюдения.

6 Мониторинг качества водной среды необходимо увязать с соответствующим гидрологическим мониторингом.

7 Качество данных необходимо проверять на регулярной основе посредством осуществления внутреннего и внешнего контроля.

8 Необходимо разработать всеобъемлющую и оперативную схему обработки данных.

В заключение следует отметить, что информационные потребности эволюционируют по мере развития хозяйственной деятельности, в связи с чем необходимо на периодической основе осуществлять корректировку системы мониторинга, особенно в случае изменения общего положения или какого-либо конкретного вида воздействия на окружающую среду в результате естественных изменений и мер, принимаемых в бассейнах рек.

Вместе с тем не следует игнорировать необходимость обеспечения непрерывности временных рядов данных измерений. Такая непрерывность необходима для обнаружения существенно важных и устойчивых тенденций измерения характеристик речного бассейна.

Полученные данные мониторинга следует передавать в распоряжение федерального агентства водных ресурсов не только в форме перечня параметров и их значений, но и сопровождать их оценками и рекомендациями специалистов.

### **Список использованных источников**

1 Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ: по состоянию на 19 июля 2011 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

2 Водный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ: по состоянию на 21 июля 2011 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

3 Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов: Постановление Правительства РФ от 10 апреля 2007 г. № 219: по состоянию на 13 июля 2011 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

4 Об утверждении форм и порядка представления сведений, полученных в результате наблюдений за водными объектами, заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, собственниками водных объектов и водопользователями: Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 6 февраля 2008 г. № 30 // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

5 Об утверждении Порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества: Приказ Минприроды России от 8 июля 2009 г. № 205 // Гарант Эксперт 2010 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2010.

УДК 633.2/.3:631.675

**О. В. Егорова** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ТРАВΟΣМЕСЕЙ С УЧАСТИЕМ ФЕСТУЛОЛИУМА В ПРЕДГОРНОМ РАЙОНЕ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

Исследования, проведенные в 2010 году, показали, что травосмесь из люцерны, клевера, фестулолиума при различных режимах орошения обеспечила урожайность 8,62-11,67 т/га сена за вегетацию. При расчетном режиме орошения с гектара посева было получено 107,0 МДж обменной энергии, 8,06 т кормовых единиц, 1,51 т переваримого протеина. Исходя из условий влагообеспеченности года потребовалось проведение трех поливов. При различных режимах орошения поливные нормы изменялись от 180 до 450 м<sup>3</sup>/га, расход оросительной воды на единицу урожая изменялся от 72 до 139 м<sup>3</sup>/т, на каждые 100 м<sup>3</sup> оросительной воды прибавка урожая составила 0,19-0,40 т.

Расширение посевов многолетних трав на орошаемых землях позволит с наименьшими затратами увеличить производство высоко-

качественных кормов для крупного рогатого скота и повысить продуктивность орошаемого гектара [1].

Перспективна для выращивания на орошаемых землях многолетняя травосмесь с участием фестулолиума, в которой в качестве бобового компонента используются люцерна и клевер луговой.

В Ставропольском филиале ФГБНУ «РосНИИПМ» в 2010 году в полевом опыте изучалось влияние различных режимов орошения на продуктивность бобово-злаковой травосмеси. Поливы проводились дождевальными машинами «Ладога». На контрольном варианте полив проводился при снижении влажности почвы в слое 0,6 м до 80 % НВ. Поливные нормы на остальных вариантах изменялись в процентном отношении от расчетной нормы полива на контрольном варианте. На варианте 1,2 т поливные нормы увеличивались на 20 % от расчетной, на вариантах 0,8 т и 0,6 т – снижались на 20 % и 40 % соответственно. На варианте БО травосмесь не поливалась.

Посев травосмеси был проведен в 2009 году. Травосмесь включала следующие компоненты: фестулолиум сорта Викнел, люцерну посевную сорта Кевсала, клевер луговой сорта Наследник. Минеральные удобрения вносились на планируемую урожайность 15,0 т/га сена. Агротехнические приемы возделывания принимались в соответствии с зональными рекомендациями [2].

Наблюдения в полевых исследованиях проводились по методикам и рекомендациям Б. А. Доспехова, ВНИИкормов и др. [3, 4, 5].

Почвы опытного участка представляют собой чернозем обыкновенный среднесиловый, незасоленный, тяжелосуглинистый.

Метеорологические данные 2010 года приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Метеорологические данные 2010 года, метеостанция Минеральные Воды**

Год	Месяц						Сумма / среднее
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
1	2	3	4	5	6	7	8
Температура воздуха, °С							
2010 год	10,0	16,6	23,1	24,8	24,8	19,5	19,8
Средне многолетние	9,0	15,4	19,7	22,7	21,9	16,2	17,5
Сумма атмосферных осадков, мм							
2010 год	32	199	144	95	38	7	515
Средне многолетние	44	62	83	74	54	50	367
Относительная влажность воздуха, %							
2010 год	72	70	68	66	55	68	66

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Среднегодовое	71	69	67	62	62	71	67
Дефицит влажности воздуха, мб							
2010 год	3,4	5,7	9,1	10,7	14,2	7,3	8,4
Среднегодовое	4,5	6,7	9,5	12,0	11,7	6,7	8,5
Сумма испаряемости за месяц (по Н. Н. Иванову), мм							
2010 год	62	95	134	152	202	114	758
Среднегодовое	85	122	152	167	151	101	778

За период вегетации травосмесей (апрель – октябрь) в 2010 году сумма активных температур составила 3639,3 °С. Средняя относительная влажность воздуха была равна 66 %, дефицит влажности воздуха – 8,4 мб. Осадков выпало 515 мм, ГТК по Селянинову – 1,42. По обеспеченности дефицита водного баланса вегетационный период травосмеси можно охарактеризовать как влажный.

В мае – июле 2010 года сумма выпавших осадков значительно превосходила среднегодовое значения, поэтому в этот период поливов не проводилось. Для обеспечения запроектированных режимов орошения потребовалось проведение двух поливов в августе и одного в первой декаде сентября. Оросительная норма колебалась от 1620 м<sup>3</sup>/га на варианте 1,2 м, до 540 на варианте 0,6 м (таблица 2).

**Таблица 2 – Режим орошения травосмеси люцерна + клевер + фестулолиум, ОАО «Агрофирма «Село Ворошилова», 2010 год**

Вариант	Поливная норма, м <sup>3</sup> /т	Количество поливов, шт.	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /т
1) 1,2 м	540	3	1620
2) 1,0 м (К)	420	3	1260
3) 0,8 м	300	3	900
4) 0,6 м	180	3	540

Изменение влагообеспеченности оказало значительное влияние на урожайность травосмеси (таблица 3).

**Таблица 3 – Урожайность травосмеси люцерна + клевер + фестулолиум в зависимости от режима орошения, ОАО «Агрофирма «Село Ворошилова», 2010 год**

Вариант	Урожайность сена, т/га	Прибавка от орошения		Отклонение от контроля	
		± Δ, т/га	%	± Δ, т/га	%
1	2	3	4	5	6
1) 1,2 м	11,67	5,25	182	0,18	3,6

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
2) 1,0 m (К)	11,49	5,07	179	-	-
3) 0,8 m	9,84	3,42	153	-1,65	14,4
4) 0,6 m	7,46	1,04	116	-4,03	35,1
5) БО	6,42	-	-	-5,07	44,1
НСР <sub>05</sub> , т	0,21	-	-	-	-

Анализ данных показал, что снижение поливной нормы на 20 % приводило к уменьшению урожайности травосмеси на 14,4 %. Снижение поливной нормы на 40 % приводило к потере урожая на 4,03 т/га сена, или на 35 %. Перерасход оросительной воды на варианте 1,2 m не дал значимого повышения урожайности и составил всего 3,6 %.

Вариант без орошения был введен в схему опыта для определения прибавок урожая от орошения. Прибавка урожая от орошения составила на варианте 1,2 m 5,25 т/га сена или 182 %, на варианте 1 m – 5,07 т/га, или 179 %, на вариантах 0,8 m и 0,6 m – 3,42 и 1,04 т/га сена или 153 и 116 %.

Расход оросительной воды на получение единицы урожая и окупаемость оросительной воды прибавкой урожая при различных оросительных нормах приведены в таблице 4.

**Таблица 4 – Окупаемость орошения урожаем, травосмесь люцерна + клевер + фестулолиум, ОАО «Агрофирма «Село Ворошилова», 2010 год**

Вариант	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /т	Урожайность, т/га	Прибавка урожая от орошения		Расход оросительной воды на единицу урожая, м <sup>3</sup> /т	Окупаемость оросительной воды прибавкой урожая, т/100 м <sup>3</sup>
			т/га	%		
1) 1,2 m	1620	11,67	5,25	182	139	0,32
2) 1,0 m (К)	1260	11,49	5,07	179	110	0,40
3) 0,8 m	900	9,84	3,42	153	91	0,38
4) 0,6 m	540	7,46	1,04	116	72	0,19

На контрольном варианте с расчетным режимом орошения (1,0 m) на получение одной тонны сена израсходовано 110 м<sup>3</sup> оросительной воды и на каждые 100 м<sup>3</sup> оросительной воды было получено 0,4 т сена.

На варианте 1,2 m наблюдался наибольший расход воды 139 м<sup>3</sup>/т, что на 27 % выше, чем на контроле. Окупаемость оросительной воды прибавкой урожая была на 19 % ниже, чем на контроле –



0,32 т/100 м<sup>3</sup>. На варианте 0,8 т расход оросительной воды на единицу урожая был ниже на 17 %, чем на контрольном варианте и составлял 91 м<sup>3</sup>/т, а снижение прибавки урожая на 100 м<sup>3</sup> оросительной воды было наименьшим (6 %). На варианте 0,6 т расход оросительной воды на единицу урожая был на 34 % выше, чем на контроле и составлял 72 м<sup>3</sup>/т, а окупаемость оросительной воды прибавкой урожая на 52 % меньше чем на контроле.

Наблюдения за формированием урожая в 2010 году показали, что при поливах дождеванием на черноземных почвах трехкомпонентная травосмесь с участием фестулолиума за три укоса при расчетном режиме орошения обеспечила получение 11,49 т/га сена. При оросительной норме 1260 м<sup>3</sup>/га на каждые 100 м<sup>3</sup> оросительной воды было получено 0,4 т сена. Снижение водной нагрузки на 20 % обеспечило получение 9,84 т/га сена, а на каждые 100 м<sup>3</sup> оросительной воды было получено 0,38 т сена.

Проведенный зоотехнический анализ растительных образцов показал, что в 1 кг сена содержалось 9,30 МДж обменной энергии, 131 г переваримого протеина, 0,70 кормовых единиц. Содержание обменной энергии и кормовых единиц рассчитывалось по ГОСТ 4808-87 [6], согласно которому полученное сено можно отнести к I-II классу качества.

Таким образом, травосмесь с фестулолиумом на орошении при расчетном режиме орошения и при снижении водной нагрузки на 20 % позволяет получить урожай сена с высоким содержанием энергии и переваримого протеина, обеспечивая животноводство района качественными кормами.

### **Список использованных источников**

1 Доклад первого заместителя Министра сельского хозяйства Ставропольского края А. В. Ялового на краевом семинаре-совещании по кормопроизводству 1.06.2010 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mshsk.ru/officials/texts/1675>, 2011.

2 Егорова, О. В. Поливидовые посевы многолетних трав на орошаемых землях Предгорного района Ставропольского края [Электронный ресурс] / О. В. Егорова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. период. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. – № 1(01). – 13 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=1&id=18>.

3 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

4 Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю. К. Новоселов [и др.]; под ред. Ю. К. Новоселова, Г. Д. Харькова, Н. С. Шеховцовой. – М.: Подразделение оперативной полиграфии ВИК, 1987. – 200 с.

5 Горянский, М. М. Методика полевых опытов на орошаемых землях / М. М. Горянский. – Киев: Урожай, 1970. – 84 с.

6 ГОСТ 4808-87 Сено. Технические условия. – Введ. 1988-05-01. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru), 2011.

УДК 551.583

**А. И. Литовченко** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **СОВРЕМЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ОРОШЕНИЕ**

В статье приведены результаты анализа динамических рядов данных наблюдения метеопараметров на метеостанциях, расположенных в слабозасушливой и сухой зоне увлажнения России, за период с 1944 по 2010 год. Получена зависимость урожайности сельскохозяйственных культур (при возделывании без орошения) от гидротермического коэффициента территории. С учетом установленной высокой корреляции сделан вывод об усиливающейся роли орошения как фактора стабилизации урожайности сельскохозяйственных культур.

Вопросы изменения климата получили широкое освещение в России. Так, Е. С. Рубинштейн, Л. Г. Полозова, Г. В. Груза, М. И. Будыко, К. Я. Винников и другие отмечали наличие неоднородного изменения климата России. Было выделено потепление 1910-1945 годов, слабое похолодание 1946-1975 годов и интенсивное потепление после 1976 года [1]. В исследованиях ФГБНУ «РосНИИПМ» и ФГБНУ ВНИИ «Радуга» была установлена изменчивость коэффициента увлажнения и смещение его изолиний в последние годы на юге России, Урале и в Западной Сибири [2, 3].

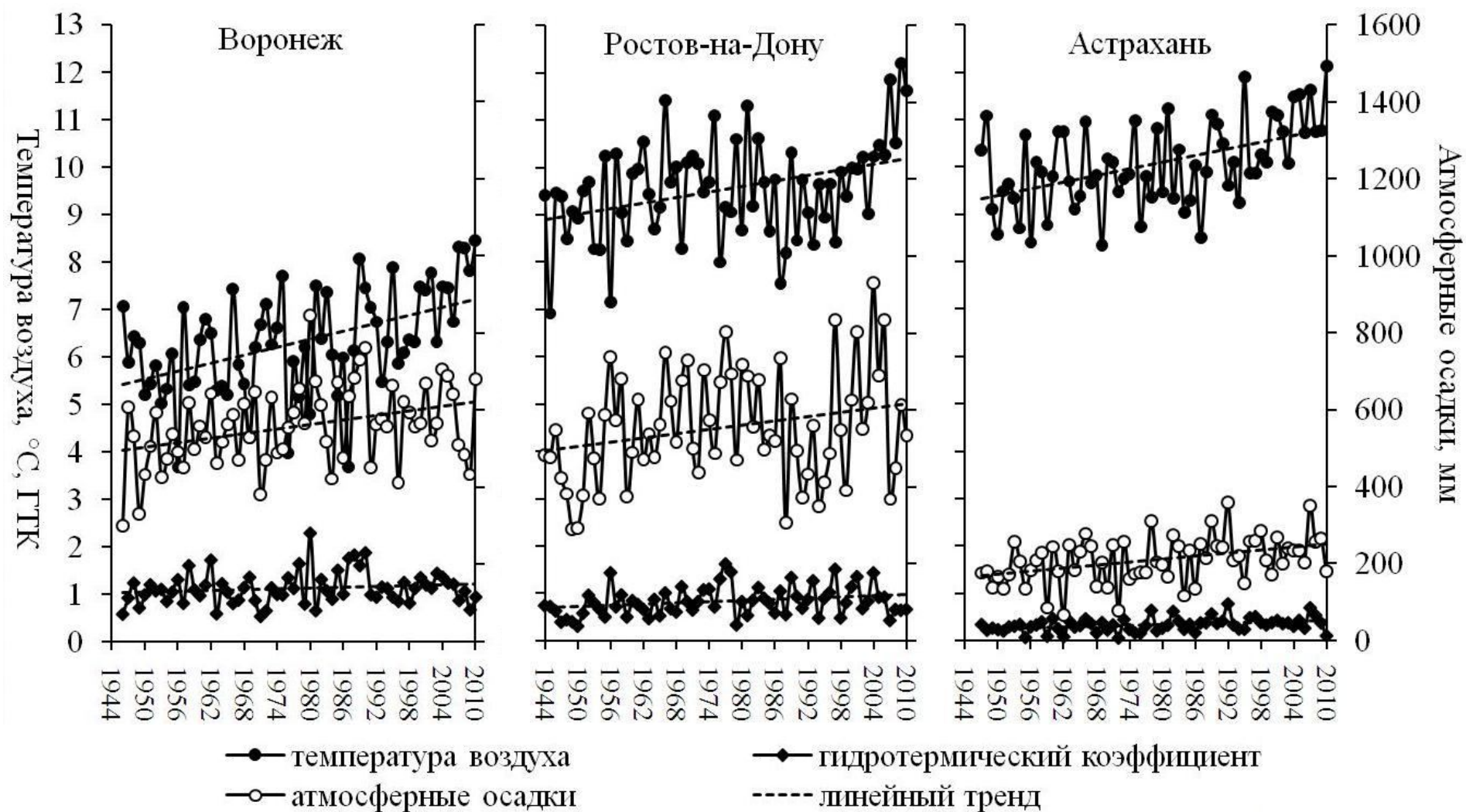
Некоторые трудности при анализе изменчивости климата создает недостаточная доступность данных за последние годы, однако, использование баз данных [4, 5, 6] позволило провести анализ изменчивости показателей климата последних лет для выявления тенденций, неблагоприятных для сельского хозяйства. В настоящей работе проводился анализ динамических рядов данных наблюдения метеопара-

метров на трех метеостанциях (Воронеж, Ростов-на-Дону, Астрахань) за период с 1944 по 2010 год.

Метеостанции, для которых проводился анализ метеопараметров, расположены в слабозасушливой (Воронеж, Ростов-на-Дону) и сухой (Астрахань) зонах увлажнения. Климат Воронежа – умеренно-континентальный. Зима морозная, с устойчивым снежным покровом и частыми оттепелями. Лето теплое, часто – дождливое, но возможна и засуха. Средняя за рассматриваемой промежуток времени годовая температура воздуха составляет 6,3 °С, годовая сумма атмосферных осадков – 558 мм. Климат Ростова-на-Дону – умеренно-континентальный, с прохладной зимой и жарким летом. Малое количество осадков в сочетании с высокими температурами определяет сухость воздуха и почвы и большую повторяемость засух и суховеев. Засухи и суховеи различной интенсивности наблюдаются ежегодно и являются здесь типичным явлением. Средняя годовая температура воздуха за промежуток с 1944 по 2010 год составляет 9,5 °С, сумма атмосферных осадков – 556 мм. Климат Астрахани также умеренно-континентальный. Зимой редкие осадки выпадают в виде дождя или снега. Преобладающие восточные ветры определяют сухость и запыленность воздуха летом и сравнительно невысокие температуры зимой. Для данного региона свойственны значительные годовые и суточные колебания температуры воздуха и сравнительно небольшое количество осадков. Средняя годовая температура составляет 10,1 °С, сумма атмосферных осадков – 209 мм [7, 8, 9].

По имеющимся фактическим данным (температура, осадки) и расчетным значениям (гидротермический коэффициент) были построены линейные тренды (рисунок 1). В целом, за промежуток с 1944 по 2010 год по всем метеостанциям наблюдалось возрастание температур воздуха, атмосферных осадков и гидротермического коэффициента Г. Т. Селянинова. Из рисунка 1 видно, что в Воронеже и Ростове-на-Дону после 2006 года имело место значительное увеличение температур воздуха и снижение сумм атмосферных осадков.

Осреднение годовых и сезонных метеопараметров и показателей увлажнения за десятилетние периоды дает сходную картину (таблицы 1, 2). Было выявлено некоторое снижение температуры и значительное увеличение осадков и гидротермического коэффициента в 1980-1989 годы.



**Рисунок 1 – Многолетняя изменчивость годовой температуры воздуха, годовых сумм атмосферных осадков и годового гидротермического коэффициента Г. Т. Селянинова**

**Таблица 1 – Осредненные за десятилетние периоды годовые показатели климата**

Период	Годовая температура воздуха, °С			Годовая сумма атмосферных осадков, мм			Гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова		
	Воронеж	Ростов н/Д	Астрахань	Воронеж	Ростов н/Д	Астрахань	Воронеж	Ростов н/Д	Астрахань
1944-1949 гг.	6,4	8,8	10,2	443	434	164	0,86	0,56	0,27
1950-1959 гг.	5,4	9,0	9,3	503	506	174	1,10	0,74	0,24
1960-1969 гг.	5,9	9,7	9,8	548	573	202	1,09	0,76	0,32
1970-1979 гг.	6,2	9,8	9,9	549	607	192	1,00	0,99	0,28
1980-1989 гг.	6,1	9,4	9,8	627	586	214	1,39	0,86	0,37
1990-1999 гг.	6,6	9,2	10,3	581	488	252	1,10	0,89	0,43
2000-2010 гг.	7,6	10,6	11,1	588	638	237	1,13	0,88	0,39

**Таблица 2 – Осредненные за десятилетние периоды сезонные показатели климата**

Период	Весна			Лето			Осень			Зима		
	Воронеж	Ростов н/Д	Астрахань	Воронеж	Ростов н/Д	Астрахань	Воронеж	Ростов н/Д	Астрахань	Воронеж	Ростов н/Д	Астрахань
Температура воздуха, °С												
1944-1949 гг.	6,2	8,3	10,3	20,1	22,0	24,7	6,3	8,9	10,2	-6,9	-4,1	-3,9
1950-1959 гг.	5,5	8,8	9,3	19,1	22,4	24,4	5,4	8,8	9,1	-8,3	-4,1	-5,8
1960-1969 гг.	6,1	9,4	9,9	18,8	22,4	23,7	6,4	10,2	9,8	-7,9	-3,1	-4,1
1970-1979 гг.	7,2	10,5	10,6	18,7	22,0	23,7	6,2	9,8	10,1	-7,5	-3,2	-4,7
1980-1989 гг.	6,5	9,2	9,7	18,9	21,8	23,7	5,9	9,5	9,8	-6,8	-2,9	-3,8
1990-1999 гг.	7,4	8,9	10,4	19,0	21,7	23,9	5,9	9,2	10,6	-5,9	-3,1	-3,9
2000-2010 гг.	8,0	10,3	11,0	20,0	22,8	24,7	7,7	10,7	11,3	-5,4	-1,9	-2,5
Сумма атмосферных осадков, мм												
1944-1949 гг.	74	106	24	173	111	38	102	121	78	94	96	25
1950-1959 гг.	117	100	56	176	148	44	119	118	35	91	142	39
1960-1969 гг.	122	115	44	173	146	54	129	121	60	124	191	44
1970-1979 гг.	110	151	55	170	176	42	142	136	54	127	145	41
1980-1989 гг.	109	150	65	249	153	62	145	101	52	125	182	36
1990-1999 гг.	121	125	58	151	139	95	204	122	44	106	102	54
2000-2010 гг.	119	154	79	186	170	57	150	138	58	132	176	42

Более детальному анализу был подвергнут промежуток времени после 1976 года, когда изменение климата происходило наиболее интенсивно. Были установлены коэффициенты линейных трендов ( $b$ ) и суммарные изменения ( $\Delta$ ), соответствующие линейным трендам (таблицы 3, 4).

**Таблица 3 – Оценка линейных трендов годовых и сезонных аномалий температуры и осадков**

Метеостанция	1944-2010 гг.		1976-2010 гг.									
			год		весна		лето		осень		зима	
	$b$	$\Delta$	$b$	$\Delta$	$b$	$\Delta$	$b$	$\Delta$	$b$	$\Delta$	$b$	$\Delta$
Температура воздуха, °С												
Воронеж	0,29	1,86	0,74	2,59	0,58	2,03	0,82	2,86	0,78	2,72	0,79	2,75
Ростов н/Д	0,19	1,27	0,53	1,84	0,26	0,90	0,63	2,22	0,56	1,97	0,46	1,60
Астрахань	0,24	1,54	0,54	1,89	0,28	0,98	0,61	2,12	0,69	2,43	0,58	2,03
Месячная сумма атмосферных осадков, мм												
Воронеж	1,6	10,6	-1,2	-4,3	1,0	3,5	-6,9	-24,3	1,3	4,6	-0,3	-1,0
Ростов н/Д	1,5	10,2	-0,5	-1,7	-1,1	-3,9	-2,0	-7,1	2,8	9,7	-1,6	-5,7
Астрахань	1,1	7,0	0,9	3,2	2,2	7,7	0,7	2,4	0,0	-0,1	0,9	3,0

**Таблица 4 – Оценка линейных трендов гидротермического коэффициента Г. Т. Селянинова**

Метеостанция	1944-2010 гг.		1976-2010 гг.							
			год		весна		лето		осень	
	$b$	$\Delta$	$b$	$\Delta$	$b$	$\Delta$	$b$	$\Delta$	$b$	$\Delta$
В абсолютных величинах										
Воронеж	0,028	0,18	-0,100	-0,35	-0,003	-0,01	-0,190	-0,67	0,028	0,10
Ростов н/Д	0,041	0,27	-0,063	-0,22	-0,147	-0,51	-0,051	-0,18	0,003	0,01
Астрахань	0,029	0,19	0,015	0,05	0,051	0,18	-0,001	-0,004	-0,003	-0,01
В относительных величинах (в процентах от нормы)										
Воронеж	2,5	16,0	-8,9	-31,2	1,6	5,8	-15,6	-54,5	4,5	15,8
Ростов н/Д	5,0	33,5	-7,6	-26,5	-14,2	-49,7	-6,6	-23,2	0,3	1,2
Астрахань	8,6	54,8	4,5	15,9	13,0	45,5	1,5	5,2	0,6	2,1

Исходя из расчетов линейных трендов, за промежуток с 1944 по 2010 год на рассматриваемой территории интенсивность потепления составила 0,19-0,29 °С/10 лет. Наибольшее увеличение годовых температур воздуха наблюдалось в последние 35 лет – 0,53-0,74 °С/10 лет. В разрезе сезонов года наибольшие изменения происходили в летний период – 0,61-0,82 °С/10 лет.

Несмотря на положительную динамику атмосферных осадков в целом за последние 67 лет, на промежутке с 1976 по 2010 год в слабозасушливой зоне увлажнения (Воронеж, Ростов-на-Дону) наблюдалось снижение месячных сумм осадков в годовом разрезе, летом и

зимой. Количество весенних и осенних осадков за последние 35 лет в Воронеже снизилось на 3,5-4,6 мм/мес., в Ростове-на-Дону – на 9,7 мм/мес. В сухой зоне увлажнения (Астрахань) за последние 35 лет количество атмосферных осадков увеличилось в годовом разрезе на 3,2 мм/мес. Наиболее значимым было увеличение весенних осадков (7,7 мм/мес.), осенние осадки уменьшились на 0,1 мм/мес.

Сходная картина наблюдалась и в динамике гидротермического коэффициента Г. Т. Селянинова. В слабозасушливой зоне (Воронеж, Ростов-на-Дону) произошло снижение гидротермического коэффициента на 26,5-31,2 % за последние 35 лет. В Воронеже во внутригодовом разрезе снижение годового гидротермического коэффициента произошло за счет летнего сезона (на 54,5 %), весной и осенью наблюдалось возрастание на 5,8-15,8 %. В Ростове-на-Дону гидротермический коэффициент снижался в весенний и летний периоды (на 23,2-49,7 %), осенью же происходило незначительное возрастание (на 1,2 %). В сухой зоне увлажнения (Астрахань) изменчивость гидротермического коэффициента имела положительную динамику, климат стал более увлажненным, наиболее интенсивный прирост был весной (45,5 %).

По имеющимся статистическим данным [10] была проанализирована связь между многолетней динамикой урожайности сельскохозяйственных культур (при возделывании без орошения) и динамикой гидротермического коэффициента в эти же годы. Наиболее высокие значения корреляции были получены для овощей (0,97-0,99), зерновых и зернобобовых культур (0,67-0,98). Другими словами, дальнейшее усиление засушливости климата в слабозасушливой зоне России приведет к снижению урожайности овощных, зерновых и зернобобовых культур.

### **Выводы:**

1 На основании анализа метеопараметров и показателей увлажнения получены количественные значения изменения климата в слабозасушливой и сухой зоне России за последние 67 лет. Выявлено наиболее существенное изменение климата за предшествующие 35 лет.

2 В слабозасушливой зоне (Воронеж, Ростов-на-Дону) интенсивность потепления составила 0,53-0,74 °С/10 лет, интенсивность снижения месячных сумм атмосферных осадков – 0,5-1,2 мм/мес./10 лет,

интенсивность уменьшения гидротермического коэффициента (а также усиления засушливости климата) – 7,6-8,9 %/10 лет.

3 В сухой зоне (Астрахань) наряду с потеплением (интенсивность 0,54 °С/10 лет) наблюдалось увеличение месячных сумм атмосферных осадков (0,9 мм/мес./10 лет), что приводило к повышению гидротермического коэффициента (4,5 %/10 лет), а значит климат становился более увлажненным.

4 В слабозасушливой зоне (Воронеж, Ростов-на-Дону) роль орошения как средства стабилизации урожайности сельскохозяйственных культур будет усиливаться, а в сухой зоне (Астрахань) – уменьшаться.

### **Список использованных источников**

1 Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Том 1. Изменения климата / О. А. Анисимов [и др.]. – М.: НИЦ «Планета», 2008. – 227 с.

2 Ильинская, И. Н. Нормирование орошения и продуктивности агроэкосистем на Северном Кавказе / И. Н. Ильинская. – Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2005. – 112 с.

3 Оценка современного почвенно-климатического потенциала агроэкосистем и его трансформации под влиянием природных и технологических факторов с целью регулирования и оптимизации водного и пищевого режима почв на орошаемых землях Уральского ФО / Г. В. Ольгаренко [и др.]; под ред. Г. В. Ольгаренко. – Коломна: Инлайт, 2008. – 87 с.

4 Термограф: архивные данные температуры воздуха и количества осадков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://thermograph.ru>, 2011.

5 Метеоцентр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteocenter.net>, 2011.

6 Погода и климат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pogoda.ru.net>, 2011.

7 Федотов, В. И. Земля Воронежская – России черноземный край [Электронный ресурс] / В. И. Федотов [и др.]. – Режим доступа: <http://www.govrn.ru>, 2011.

8 Агроклиматические ресурсы Ростовской области / З. М. Русеева [и др.]; под ред. З. М. Русеевой. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 252 с.



9 Агроклиматические ресурсы Астраханской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 134 с.

10 Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>, 2011.

УДК 631.67«5»:631.347

**С. М. Васильев, Е. В. Павелко (ФГБНУ «РосНИИПМ»)**

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДБОРА ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПОЛЯХ ЦИКЛИЧЕСКОГО ОРОШЕНИЯ**

Приводится уточненная программа для ЭВМ по подбору дождевальных машин для циклического (и регулярного) орошения. С учетом уровня состояния почв на орошаемом поле. Даются примеры расчетов и общие сведения для пользования.

В настоящее время эксплуатация оросительных систем, несмотря на очевидную выгоду, является дорогостоящим мероприятием. Если в недавнем прошлом все затраты, как правило, несло государство, то на сегодняшний день бремя расходов лежит на плечах сельхозпроизводителей. Как известно, дождевальные машины являются низовым звеном в иерархичной структуре мелиоративной системы, но стоимость даже отечественных моделей зачастую превышает несколько миллионов рублей. Правильно и своевременно подобрать дождевальную машину для конкретного орошаемого участка задача ответственная и, в некоторой степени, трудоемкая.

Актуальность наших исследований заключается в том, что сейчас весьма мало автоматизированных программ для подбора дождевальных машин, учитывающих мелиоративное состояние орошаемых полей, на которых эти устройства будут применяться. Ко всему прочему, существующие программы не имеют баз данных, и информацию о параметрах дождевальных машин необходимо подставлять вручную.

Данную проблему мы попытались решить в аспекте реализации технологии циклического орошения.

Для реализации решения поставленной проблемы нами была разработана и предложена программа для ЭВМ по подбору наиболее выгодного комплекта дождевальных машин (ДМ) без проектирования оросительной сети. Данная программа имеет базу данных, которые содержат информацию о параметрах и характеристиках восьмидесяти семи ДМ, что делает возможным производить все вычисления авто-

матически, имея в качестве исходных данных информацию последующим позициям: режим орошения, севооборот, характеристика проектируемого участка местности. Программа позволяет без проектирования оросительной сети определить наиболее выгодный вариант или, хотя бы, сузить список подходящих ДМ до минимума.

В случае применения циклического орошения на деградированных почвах специалистами РосНИИПМ предлагается система показателей, оценивающих уровни состояния деградации почв для черноземов первой и второй надпойменных террас [1].

Для упрощения определения уровня состояния почв нами был разработан дополнительный блок к программе для ЭВМ (таблица 1), который после ввода данных (в столбец «Ввод данных») автоматически определяет уровень состояния почв. На первом этапе программа выдает следующие сведения:

- определяет к какому уровню относится данный участок;
- определяет снижение (либо соответствие) проектной урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от уровня состояния почв.

**Таблица 1 – Уровни состояния почв**

Показатели	Ввод данных	Уровни состояния почв			
		высокий	средний	низкий	катастрофический
1	2	3	4	5	6
<b>Черноземы I надпойменной террасы</b>					
<b>Агрофизические:</b>					
содержание агрегатов при мокром расसेве, %: 10-0,25 мм					1
объемная масса, г/см <sup>3</sup>					
пористость, %					1
водопроницаемость, мм/мин					1
наименьшая полевая влагоемкость, % сухой массы почвы					1
<b>Физико-химические:</b>					
токсичная щелочность (НСО <sub>3</sub> и Na + Mg), мг-экв./100 г почвы		1			
содержание токсичных солей без участия соды, %		1			
Са в ППК*, %	60				1
содержание поглощенных Na + K, в % от суммы катионов:		1			

Продолжение таблицы 1

<b>Гидрохимические:</b>					
уровень грунтовых вод при минерализации					
3-5 г/дм <sup>3</sup> (не щелочная вода)					
> 5 г/дм <sup>3</sup> (не щелочная вода)					
3-5 г/дм <sup>3</sup> (щелочная вода)	1				1
> 5 г/дм <sup>3</sup> (щелочная вода)	1				1
<b>Биохимические:</b>					
общее содержание гумуса, в минеральном профиле почвы, %	1				1
плодородие почв, % от потенциального	1				1
нитрификационная способность, мг/кг почвы	1				1
<b>Эрозионная опасность:</b>					
мощность гумусового горизонта в районах эрозии, м	0,0001				1
мощность гумусового горизонта в районах дефляции, м	0,00005				1
площадь средне- и сильноэродированных почв, % от общей площади		1			
превышение суммарных потерь почвы при эрозии над допустимыми нормами, т/га		1			
загрязнение почв тяжелыми металлами по суммарному показателю (вредное воздействие группы металлов), мг/кг почвы		1			
урожайность сельскохозяйственных культур, в % от средней					Снижение урожая до 30 % и более

Пример вывода: данный участок имеет катастрофический уровень состояния почв. Урожайность сельскохозяйственных культур имеет тенденцию к снижению на 26 и более процентов.

На втором этапе производится подбор ДМ.

Подбор ДМ должен отвечать следующим требованиям, а именно:

- технические характеристики машины должны соответствовать тем параметрам, которые имеются на проектируемом участке (уклон местности, допустимая скорость ветра, максимально возможная высота полива наземной части растений, минимальная скорость впитывания почвы, сельскохозяйственное назначение, выбор способа орошения (циклическое или регулярное) и т.д.);

- дождевальная машина должна «справляться» с установленным режимом орошения (то есть сроки проведения поливов не должны накладываться друг на друга, это возможно при малом расходе ДМ на больших площадях и при больших поливных нормах);

- выбранный вариант ДМ должен быть самым рентабельным.

Для выполнения первого условия необходимо в таблице «Исходные данные проектируемого участка» (характеристика участка) заполнить все ячейки (таблица 2). После этого идет сравнение данных с таблицей 3.

**Таблица 2 – Исходные данные проектируемого участка (фрагмент)**

уклон	По с.-х. назначению						
	зерновой	овощной	кормовой	технический	сенокосы	пастбища	сады
0,001							

**Таблица 3 – Технические характеристики ДМ (фрагмент)**

Дождевальная техника			Обслуживающий персонал (количество человек на 1 машину)
№	Показатель соответствия	Название ДМ	
1	2	3	4
1		ДДА-100 МА	1
2		ДДА-145	1
3		ДДА-130/140	1
4		ДДА-100 ВХ 60	1
5		ДДА-100 ВХ 80	1
6		ДДА-100 ВХ 100	1
7		ДДА-100 ВХ 130	1
8	1	МДФА-800/200 «Таврия»	0,25
9	1	ЭДФ «Кубань-Л» и «Кубань-Э»	0,2

Напротив тех машин, которые отвечают требованиям на данном этапе, в ячейке «Показатель соответствия» появляется цифра 1. Ячейки напротив машин, не отвечающим требованиям, остаются неизменными (таблица 3).

Для начала расчета второго и третьего этапов нужно в таблицу 4 проставить все данные.

В данную таблицу вносятся следующие данные:

- порядковый номер культур;
- культуры севооборота;
- период вегетации растений (начало и конец периода вегетации);

- урожайность для каждой культуры;
- закупочная цена для каждой культуры;
- сельскохозяйственные издержки для каждой культуры;
- площадь поля орошаемой культуры.

**Таблица 4 – Севооборот (фрагмент)**

Наименование культур	Начало вегетационного периода	Конец вегетационного периода	Количество дней	Урожайность	Закупочная цена	Площадь	Сельскохозяйственные издержки
1 озимая пшеница	20 мая	10 окт.	143	6	4000	40	1800
2 озимая пшеница	20 мая	11 окт.	144	6	4000	40	1800
3 томаты	5 мая	12 окт.	160	18	10000	40	8000
4 лук	5 мая	13 окт.	161	40	10000	40	8500

Для каждой культуры можно задать свою площадь.

По завершению подстановки исходных данных (таблица 4) переходим в таблицу «Режим орошения» (таблица 5).

**Таблица 5 – Режим орошения**

№	Наименование культур	№ полива	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га
1	Озимая пшеница	0	
		1	600
		2	600
		3	600
		4	600
		5	
		6	
		7	
		8	
		9	
		10	
всего			2400

В данной таблице необходимо проставить только поливные нормы. Влагозарядковые поливы не входят в расчет.

В предложенной нами программе предусмотрено автоматическое составление режима орошения. Оно осуществляется при помощи вспомогательной таблицы. Эта таблица состоит частично из таблицы «Севооборот», но с некоторыми дополнениями. Эти дополнения и нужны для автоматического составления режима орошения (таблицы 6, 7).

**Таблица 6 – Вспомогательная таблица к режиму орошения (фрагмент)**

Наименование культур		Начало вегетационного периода	Конец вегетационного периода	Период вегетации
1	озимая пшеница	20 мая	10 октября	143
2	озимая пшеница	20 мая	11 октября	144
3	томаты	5 мая	12 октября	160
4	лук	5 мая	13 октября	161

**Таблица 7 – Режим орошения (фрагмент)**

№ культуры	Наименование культур	Площадь полива, га	№ полива	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Расход воды, л/с	Продолжительность полива, сут.	Принятые сроки полива		К
							от	до	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	озимая пшеница	126			130				
			1	600		12	20 мая	1 июня	0,733
			2	600		12	24 июня	7 июля	0,733
			3	600		12	30 июля	12 авг.	0,733
			4	600		12	4 сент.	17 сент.	0,733
			5						
			6						
			7						
			8						
			9						
10									
<b>Всего</b>				<b>2400</b>					

Условие для прохождения данного этапа:

Если дата окончания предшествующего полива меньше (позднее) даты начала следующего полива, то ДМ соответствует установленному режиму орошения.

Если дата окончания предшествующего полива больше (раньше) даты начала следующего полива, то ДМ не соответствует установленному режиму орошения.

В таблице 8 показаны два показателя совместимости – по первому этапу и по второму. Если ДМ не прошла по первому показателю, а прошла по второму, она все равно будет исключена из списка.

**Таблица 8 – Показатель совместимости ДМ с режимом орошения (фрагмент)**

№	Показатель совмести- мости по 1 этапу	Показатель совмести- мости по 2 этапу	Название ДМ
1			ДДА-100 МА
2			ДДА-145
3			ДДА-130/140
4			ДДА-100 ВХ 60
5			ДДА-100 ВХ 80
6			ДДА-100 ВХ 100
7			ДДА-100 ВХ 130
8	1	1	МДФА-800/200 «Таврия»
9	1	1	ЭДФ «Кубань-Л» и «Кубань-Э»
10	1		ЭДФ388-45
11	1		ЭДФ397-55
12	1		ЭДФ435-65
13	1		ЭДФ474-70

Переходя к третьему завершающему этапу необходимо в таблице 9 проставить все коэффициенты и тарифы. Хотя программа и не дает 100 % точности в расчете прибыли (из-за примерного определения количества машин более точное количество можно получить при составлении укомплектованного графика водоподдачи; не совсем точный расчет мощности на валу насоса), но покажет примерные экономические показатели (таблица 10).

В таблице 10 ведется расчет чистой прибыли.

После расчета прибыли нужно перейти на лист с названием «Общий график».

**Таблица 9 – Тарифы и коэффициенты**

Стоимость 1 кВт·ч, руб.	4
Стоимость воды 1 м <sup>3</sup> /руб.	2
Зарплата одного машиниста, руб.	4000
Коэффициент перевода стоимости дождевальных машин	1
Сезон работы, месяцев	10
Коэффициент отчислений в ВВФ и зарплату	1,34
НДС, %	18
Нормативные затраты на ремонт сооружений и НС, руб./га	1542
Коэффициент отчислений, %	35
Нормативные затраты на ремонт дождевальных машин, руб./га	330
Нормативные затраты на строительство 1 га оросительной сети, руб.	10000

**Таблица 10 – Экономические показатели (фрагмент)**

Дождевальная техника			Площадь брутто, га	Валовая стоимость, тыс. руб.	Валовая стоимость с вычетом налога на добавленную стоимость, тыс. руб.
1		ДДА-100 МА	1260	224640,36	204218,51
2		ДДА-145	1260	224640,36	204218,51
3		ДДА-130/140	1260	224640,36	204218,51
4	ДДА-100 ВХ	ДДА-100 ВХ 60	1260	224640,36	204218,51
5		ДДА-100 ВХ 80	1260	224640,36	204218,51
6		ДДА-100 ВХ 100	1260	224640,36	204218,51
7		ДДА-100 ВХ 130	1260	224640,36	204218,51
8		1	МДФА-800/200 «Таврия»	894,24	159430,4726

На данном листе построен общий график по чистой прибыли ДМ, которые прошли по всем этапам. Для дальнейшего анализа можно перейти на лист «Результирующий график».

На данном листе имеется таблица со списком ДМ и показателем прибыли. Данный график строится по десяти ДМ с максимальным значением прибыли в порядке убывания, что позволяет более детально отразить ситуацию с рекомендованным программой для использования перечнем ДМ.

#### **Выводы:**

1 Для оперативного подбора ДМ при использовании циклического орошения (и регулярного орошения) была предложена программа для ЭВМ, дополненная автоматизированным блоком определения уровней состояния почв.

2 Отличительной особенностью данной программы является наличие баз данных (информация о параметрах ДМ), что облегчает работу проектировщика.

3 Использование данной программы позволит снизить затраты рабочего времени на подбор ДМ, подобрать ДМ, отвечающую экологическим требованиям, а это в свою очередь положительно скажется на приросте чистой прибыли.

#### **Список использованных источников**

1 Щедрин, В. Н. Теория и практика альтернативных видов орошения черноземов юга европейской территории России / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев. – Новочеркасск: Лик, 2011. – 174 с.



## **ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

В историческом аспекте показано становление организации и планирования использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе. Дан анализ разработанной в начале 90-х годов прошлого столетия схемы развития и размещения мелиорации и водного хозяйства Ростовской области. Приведена краткая характеристика современного водного хозяйства АПК. Для устранения негативных моментов в области эксплуатации мелиоративных систем, а также повышения эффективности водохозяйственного комплекса в целом, даны предположения по повышению уровня экологической, технической и технологической безопасности водных объектов.

Агропромышленный комплекс России является крупнейшим потребителем водных ресурсов, которые используются для орошения земель, обводнения пастбищ и сенокосов, водоснабжения сельских населенных пунктов, предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, животноводческих комплексов и птицефабрик, а также рыбозаводов и рекреации.

Централизованное планирование использования и охраны водных ресурсов в масштабе государства осуществляется с 1974 года, когда был разработан специальный раздел народнохозяйственного плана «Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов». Механизм реализации данного плана сводился к следующему. На Главное управление по охране вод (Главводоохрана) и Главное управление комплексного использования водных ресурсов (Главводресурсы) Минводхоза СССР были возложены функции по подготовке сводного проекта охраны и рационального использования водных ресурсов [1].

Была установлена единая государственная система учета и планирования использования вод, в которую входили следующие основные звенья: учет водных ресурсов и их использования; государственный водный кадастр; схемы комплексного использования и охраны вод; планы охраны и использования водных ресурсов.

Перспективные потребности в водных ресурсах определяли на основе научно-технических прогнозов развития производительных сил, которые разрабатывались на 15-20 лет и более. Они давали воз-

возможность разработать общие направления экономического развития страны, регионов и отдельных отраслей хозяйства.

Для определения основных мероприятий, необходимых для удовлетворения перспективных потребностей в воде населения и сельского хозяйства, разрабатывались генеральные, бассейновые и территориальные схемы комплексного использования и охраны вод.

Анализ разработанной в начале 90-х годов прошлого столетия схемы развития и размещения мелиорации и водного хозяйства Ростовской области на период до 2010 года показывает, что единственным путем повышения устойчивости сельхозпроизводства являлось развитие орошаемого земледелия в сочетании с высоким агротехническим уровнем и использованием достижений селекции.

Орошение позволило не только повысить урожайность сельскохозяйственных культур, валовые сборы и устойчивость производства продукции сельского хозяйства, но и внедрить ценные влаголюбивые культуры, возделывание которых в засушливых условиях области было невозможно или затруднено (рис, соя, кукуруза на зерно, люцерна, овощи) (таблица 1).

**Таблица 1 – Соотношение урожайности сельскохозяйственных культур на орошаемых землях и богаре на примере Ростовской области (по данным Южгипроводхоза)**

Наименование культур	Соотношение урожайности на орошаемых землях и богаре по годам		
	1971-1975	1976-1980	1981-1985
Озимая пшеница	1,5	1,31	1,4
Кукуруза на зерно	1,56	1,38	1,56
Овощи	1,45	1,67	1,75
Кукуруза на силос	1,86	1,70	1,82
Многолетние травы на сено	3,2	2,45	3,16
Однолетние травы на сено	1,87	1,80	1,79

Проектные проработки Южгипроводхоза предусматривали увеличение орошаемых площадей с 427,8 тыс. га (1991 г.) до 657 тыс. га (2010 г.) в связи с ориентировкой на развитие кормопроизводства.

В настоящее время в условиях сокращения инвестиций в производственное и мелиоративное строительство, при наличии элементов негативного влияния орошения на окружающую среду сложилось непростое отношение к вопросам перспектив развития водохозяйственного комплекса АПК.

Что же из себя представляет сегодня водное хозяйство мелиоративного комплекса АПК. По данным Мелиоративного Кадастра, на 2009 год общая площадь орошаемых земель в России составляла 4269,9 тыс. га, общее количество гидротехнических сооружений (ГТС) на мелиоративных системах – 1 млн 918 тыс. шт., в том числе на Госсистемах – 282 тыс. шт., из них в федеральной собственности – 58,25 тыс. шт.

На балансе эксплуатационных мелиоративных организаций Депмелиорации находится: 232 водохранилища; 2201 регулирующий гидроузел; 499 водозаборных сооружений; 5347 км трубопроводов; 1661 насосная станция оросительных систем и 133 – осушительных систем; 3343 км дамб (на осушительных и оросительных системах); оросительно-осушительные каналы протяженностью 42967 км.

В целом сельское хозяйство относится к виду экономической деятельности с высоким уровнем использования свежей воды – 9,3-9,7 млрд м<sup>3</sup>. При этом более 80 % этой воды расходуется на орошение. Водопользование для целей орошения и сельхозводоснабжения характеризуется значительными объемами водоотведения в поверхностные водоемы загрязненных сточных вод – более 1 млрд м<sup>3</sup> в год. Свыше 4,8 млрд м<sup>3</sup> воды в год теряется в орошаемом земледелии из-за низкого технического уровня и значительной степени износа мелиоративных систем и гидротехнических сооружений.

Эксплуатация мелиоративных систем в настоящее время осуществляется без должного обеспечения гидрометрическим оборудованием. Практически отсутствует автоматизация управления водораспределением, нет единой системы мониторинга использования водных ресурсов для целей орошения.

Эксплуатационные мелиоративные организации не обеспечены необходимыми средствами для ведения мониторинга и поддержания удовлетворительного технического состояния и безопасности мелиоративных систем и гидротехнических сооружений. Отсутствует единая система нормативно-методического обеспечения деятельности эксплуатационных мелиоративных организаций.

Во многом утрачена культура научно обоснованного орошаемого земледелия. Зачастую хозяйства осуществляют полив сельскохозяйственных культур без учета норм водопотребления растений. Используются затратные технологии поверхностного полива, что приво-

дит к большим потерям водных ресурсов и наносит вред экологии и плодородию почв.

С начала 90-х годов прошлого столетия структура управления водным хозяйством России находится в процессе непрерывных реорганизаций.

В 2007 году введена в действие новая редакция Водного кодекса РФ, в которой устанавливается правовой режим имущественных прав на водные объекты с учетом действующей Конституции РФ и нового гражданского законодательства.

В соответствии с водным кодексом РФ вместо водного кадастра предусматривается ведение водного реестра, который включает данные водного кадастра и содержит разделы по водным ресурсам и объектам, водопользованию и инфраструктуре на водных объектах.

Реестр формируется в целях не только информационного обеспечения комплексного и целевого использования водных объектов и их охраны, но и для планирования и разработки мероприятий по предотвращению негативного воздействия вод.

В настоящее время водохозяйственная деятельность АПК переживает глубокий кризис, обусловленный не только общим состоянием экономики, но и, в первую очередь, отсутствием четких, научно обоснованных принципов использования водных ресурсов и развития экономических механизмов эффективного водопользования.

Переход к инновационному социально ориентированному типу экономического развития страны, принятому в «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года», определил основные цели государственной аграрной политики в долгосрочной перспективе: обеспечение потребностей населения сельскохозяйственной продукцией и продовольствием российского производства; устойчивое развитие сельских территорий, повышение уровня жизни сельского населения; повышение конкурентоспособности российского аграрного комплекса; эффективное импортозамещение на рынке сельскохозяйственной продукции; улучшение и повышение продуктивности используемых в сельском хозяйстве природных ресурсов.

В целях водоресурсного обеспечения реализации «Концепции...» в 2009 году разработана Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года, которая определила стратегические це-

ли, задачи и наметила мероприятия по приоритетным направлениям развития водохозяйственного комплекса.

Основным инструментом Водной стратегии по определению водохозяйственных и иных мероприятий для удовлетворения перспективных потребностей страны в водных ресурсах, остаются схемы комплексного использования и охраны водных объектов, разработку которых предполагается завершить к 2015 году [2].

Для устранения негативных явлений в области эксплуатации мелиоративных систем, повышения эффективности водохозяйственного комплекса АПК и реализации Водной стратегии считаем целесообразным:

- разработать и внедрить единую систему планирования и учета использования водных ресурсов на всех уровнях управления сельским хозяйством и мелиоративной отраслью;

- внести изменения и дополнения в существующие или предусмотреть включение соответствующих разделов во вновь разрабатываемые федеральные целевые программы по поэтапному оснащению мелиоративных систем современными приборами и оборудованием, позволяющими проводить водоучет и оценку качественных показателей вод. В целях снижения высокого уровня потерь воды при транспортировке в каналах и трубопроводах мелиоративного назначения подготовить соответствующую федеральную целевую программу;

- разработать новые и актуализировать существующие нормы водопотребления и водоотведения для всех направлений деятельности сельского хозяйства;

- разработать единую отраслевую базу данных по потенциально опасным ГТС мелиоративного назначения с детальным планом мероприятий по обеспечению безопасности каждого конкретного объекта, в том числе мероприятий по разработке и реализации проектов мониторинга безопасности, деклараций безопасности и правил эксплуатации ГТС;

- разработать методические материалы и инструкции для Россельхознадзора, позволяющие контролировать и оценивать технологии использования водных ресурсов в сельхозтоваропроизводстве;

- разработать и утвердить комплект документов в области стандартизации (национальные стандарты, своды правил и др.), применение которых обеспечит постоянный водоучет и управление водорас-

пределением, эффективную эксплуатацию сельхозводохозяйственных объектов.

Реализация высказанных предложений будет способствовать повышению уровня экологической, технической и технологической безопасности водохозяйственных систем, в том числе гидротехнических сооружений, и обеспечению продовольственной безопасности России.

#### **Список использованных источников**

1 Комплексное использование и охрана водных ресурсов / И. И. Бородавченко [и др.]. – М.: Колос, 1983. – 175 с.

2 Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 27 августа 2009 г. № 1235-р: по состоянию на 28 декабря 2010 г. // Гарант Эксперт 2011 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2011.

Научное издание

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник научных трудов

Выпуск 45

Подписано в печать 07.09.2012. Формат 60×84 1/16.  
Усл. печ. л. 10,64. Тираж 100 экз. Заказ № 48-5257.

ООО «Геликон»

Издательский дом «Политехник».  
346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.