

**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 47**

Новочеркасск  
«Лик»  
2012

УДК 631.587

ББК 41.9

П 901

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Н. Щедрин (ответственный редактор), Г. Т. Балакай,  
С. М. Васильев, 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. Бородычёв – 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. 47. – Новочеркасск: «Лик», 2012. – 105 с.

ISBN 978-5-9947-0331-1

Сборник научных трудов подготовлен ФГБНУ «РосНИИПМ» по материалам научно-практических семинаров и конференций «Актуальные проблемы развития орошаемого земледелия», «Приемы повышения плодородия орошаемых земель», «Перспективные сорта зерновых, технических и кормовых культур для орошаемых земель Предгорной зоны Ставропольского края», «Научные аспекты современного кормопроизводства на орошаемых землях», «Современные аспекты возделывания сельскохозяйственных культур».

УДК 631.587

ББК 41.9

ISBN 978-5-9947-0331-1

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2012

© Авторы, 2012

© Оформление.

ФГБНУ «РосНИИПМ», 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I

#### АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

<b>Акопян А. В., Слабунов В. В.</b> Аспекты применения быстросборных трубопроводов для оросительных систем при циклическом орошении .....	5
<b>Бабичев А. Н., Балакай С. Г.</b> Влияние влагообеспеченности на урожайность сорго зернового .....	13
<b>Бабичев А. Н., Балакай С. Г.</b> Особенности роста и развития сорго при различных режимах орошения .....	17
<b>Домашенко Ю. Е.</b> Альтернативные источники орошения в условиях дефицита обеспеченности водными ресурсами .....	22
<b>Егорова О. В.</b> Опыт выращивания эхинацеи пурпурной на орошаемых черноземах Предгорного района Ставропольского края.....	27
<b>Ладыгин Е. А., Симакин Е. А.</b> К минимизации энергоемкости одноматричного шестеренного пресса.....	31
<b>Олейник О. А.</b> Районированные и перспективные сорта риса в Ростовской области.....	37
<b>Селицкий С. А., Егорова О. В.</b> Орошение – гарант стабильного производства кормов .....	43

### РАЗДЕЛ II

#### ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

<b>Антоненко Е. М., Федорова Н. В., Игнашева Л. И.</b> Аспекты токсикологической оценки почв.....	48
<b>Антонова Н. А., Домашенко Ю. Е.</b> Повышение надежности водозаборно-очистных сооружений для оросительных систем ...	51
<b>Балакай Н. И.</b> Влияние поверхностного стока дождевых вод на эрозию различных типов почв.....	54
<b>Балакай Н. И.</b> Использование почвозащитных свойств растительности для предотвращения эрозии почв.....	58
<b>Балакай Н. И.</b> Почвозащитные мероприятия на различных типах агроландшафтов.....	63

<b>Воеводина Л. А.</b> Методы и показатели диагностики засоления почв .....	68
<b>Докучаева Л. М., Юркова Р. Е.</b> Влияние снижения водной нагрузки при циклическом орошении на свойства чернозема обыкновенного деградированного и урожайность сельскохозяйственных культур .....	75
<b>Докучаева Л. М., Юркова Р. Е.</b> Обеспеченность элементами питания черноземов обыкновенных при мелиорации удобрительно-мелиорирующими компостами и внесении минеральных удобрений.....	83
<b>Литвинов С. А.</b> Агроэкологические аспекты распространения локально-переувлажненных почв в агроландшафтах Ростовской области .....	92
<b>Юркова Р. Е., Докучаева Л. М.</b> Почвенно-экологическое направление обследования почв для использования под орошение...	96

---

---

**РАЗДЕЛ I**  
**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ**  
**ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

---

---

УДК 626.82:621.643:631.67«5»

**А. В. Акопян, В. В. Слабунов** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

**АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЫСТРОСБОРНЫХ**  
**ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**  
**ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ОРОШЕНИИ**

Рассмотрена возможность применения мобильных оросительных систем с быстросборным оборудованием при циклическом орошении. Получены зависимости орошаемой площади, обслуживаемой за сезон, расхода воды и металлоемкости на 1 га орошаемой площади от диаметра быстросборного трубопровода. Разработана схема устройства мобильной оросительной системы с быстросборными трубопроводами, состоящая из попарно-закольцованных линий, что позволяет уменьшить диаметр трубопроводов и обеспечить бесперебойную подачу воды при авариях, значительно сократить затраты материалов.

Высокая степень освоенности земель Ростовской области и чрезмерные техногенные нагрузки привели к тому, что степи стали природной зоной, имеющей значительную площадь нарушенных земель с прогрессирующими негативными процессами. Повышение эффективного использования земельных ресурсов должно проводиться путем внедрения новых водо- и почвосберегающих технологий орошения, в частности технологии циклического орошения, которая требует разработки новых конструкций оросительных систем, отличающихся от традиционных универсальностью, мобильностью и возможностью многоцелевого использования [1]. Причем, многоцелевое использование заключается как в полном переводе регулярного орошаемого клина на циклическое орошение, так и в привязке к нему новых циклически орошаемых площадей.

К таким системам в полной мере можно отнести мобильные оросительные системы с быстросборным оборудованием, у которых все элементы оросительной сети (водозаборное сооружение, насосные станции, оросительная сеть, поливная техника) перемещаются в процессе полива непрерывно с участка на участок или работают позиционно в течение поливного периода.

Применение мобильного быстросборного оросительного оборудования сокращает до минимума длительность периодов изысканий, исследований, проектирования и утверждения проектно-сметной документации и, в конечном счете, упрощает и удешевляет строительство оросительных систем. Также оно особенно эффективно в сложных геологических и гидрогеологических условиях (обильный приток грунтовых вод, наличие плавунных песков и т.д.), т.к. не требуется возведения каких-либо специальных гидротехнических сооружений. При этом строительство стационарных оросительных систем в таких условиях осложнено в связи с необходимостью возведения фундаментов насосных станций и других гидротехнических сооружений. Еще одним важным преимуществом при применении мобильного быстросборного оросительного оборудования является использование передвижных насосных станций, которые устанавливаются у водоисточника лишь на период поливов уже после весеннего разлива рек и, соответственно, после весеннего половодья и ледохода, представляющих большую угрозу для стационарных насосных станций [2].

Необходимо также отметить, что быстросборное оросительное оборудование позволяет производить индивидуальное оптимальное планирование поливов, что повышает урожайность орошаемых культур в среднем на 12-14 %, обеспечивает экономию оросительной воды и соответствующих затрат энергии и труда на 8-12 %; при этом снижается отрицательное влияние орошения на мелиоративное состояние орошаемых и смежных с ними сельскохозяйственных земель [3].

Практика показала, что в ряде случаев строительство мелких оросительных систем постоянного типа (до 200 га) менее рационально, чем применение мобильных оросительных систем. При этом технология строительства мобильных оросительных систем с быстросборным оборудованием на больших площадях несколько иная, т.к. увеличение площади оросительной системы приводит к росту диаметров быстросборных трубопроводов, увеличению веса и мощности насосно-силового оборудования. Анализ технико-экономических показателей выявил, что затраты на эксплуатацию нового, более мощного оборудования в пересчете на 1 га орошаемой площади не только не возрастут, но даже существенно снизятся вследствие повышения производительности труда при выращивании сельскохозяйственных культур на больших массивах.

Для анализа показателей эксплуатационного характера воспользуемся формулой Маннинга, в которой величина гидравлических сопротивлений по длине трубопровода выражается в зависимости от его внутреннего диаметра:

$$h_w = 10,293 \cdot n \cdot \frac{Q^2 \cdot l}{d^{5,33}},$$

где  $h_w$  – потери напора по длине трубопровода, м;

$Q$  – расход воды, проходящей по трубопроводу, м<sup>3</sup>/с;

$l$  – длина трубопровода, м;

$d$  – внутренний диаметр трубопровода, м;

$n$  – коэффициент шероховатости, зависящий от материала труб и состояния их стенок.

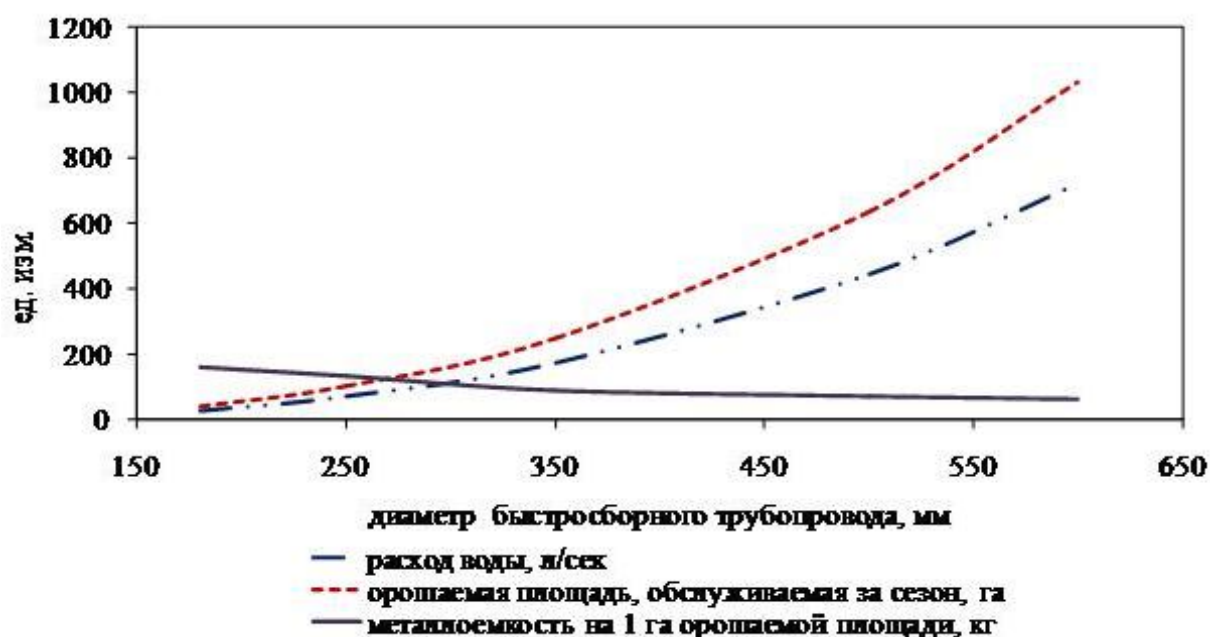
Главное отличие быстросборных трубопроводов от уложенных в грунт стационарных трубопроводов – возможность периодического их осмотра, очистки и ремонта. Это способствует тому, что размеры поперечного сечения и степень шероховатости быстросборных трубопроводов остаются примерно стабильными на протяжении всего времени их эксплуатации. Поэтому при определении потерь напора в быстросборных трубопроводах можно пользоваться коэффициентом шероховатости таким же, как для чистых труб. При этом формула Маннинга примет следующий вид:

$$h_w = \frac{0,00125 \cdot Q^2}{d^{5,33}} \cdot l.$$

Из этой формулы видно, что гидравлические сопротивления (потери напора) по длине быстросборного трубопровода растут прямо пропорционально длине трубопровода, квадрату расхода воды и обратно пропорционально диаметру трубопровода. При увеличении расхода воды в два раза имеем увеличение потерь напора по длине трубопровода в четыре раза. А при увеличении внутреннего диаметра трубопровода в два раза, имеем снижение потерь напора в 40 раз. При замене труб диаметром 180 мм трубами примерно той же конструкции, но с большими внутренними диаметрами – 500 и 600 мм, потери напора в результате трения воды о стенки труб резко уменьшаются. Так потери напора по длине трубопроводов, определяемые по формуле Маннинга, сокращаются для трубопровода диаметром 500 мм в 230 раз, а для трубопроводов диаметром 600 мм – в 610 раз.

Таким образом, увеличение диаметра трубопровода (при постоянном расходе воды) ведет к очень сильному снижению основного вида гидравлических потерь в быстросборных трубопроводах – потерь напора по длине оросительного трубопровода.

С увеличением внутреннего диаметра быстросборного трубопровода сильно возрастает его вес, так как при этом увеличивается не только длина окружности, но и толщина стенок труб, а также размеры соединительных муфт, патрубков и другой арматуры. Однако при этом уменьшается металлоемкость на единицу расхода воды и, следовательно, на 1 га орошаемой площади (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Графики зависимости орошаемой площади, обслуживаемой за сезон, расхода воды и металлоемкости на 1 га орошаемой площади от диаметра быстросборного трубопроводов**

Нами были получены следующие зависимости орошаемой площади, обслуживаемой за сезон ( $A_{op}$ ), расхода воды ( $Q$ ) и металлоемкости на 1 га орошаемой площади ( $M$ ) от диаметра быстросборного трубопровода ( $d$ ):

$$- A_{op} = 0,004d^2 - 1,317d + 130, R^2 = 0,969;$$

$$- Q = 0,003d^2 - 0,903d + 88,45, R^2 = 0,941;$$

$$- M = 0,0001d^2 - 0,741d + 274,7, R^2 = 0,978.$$

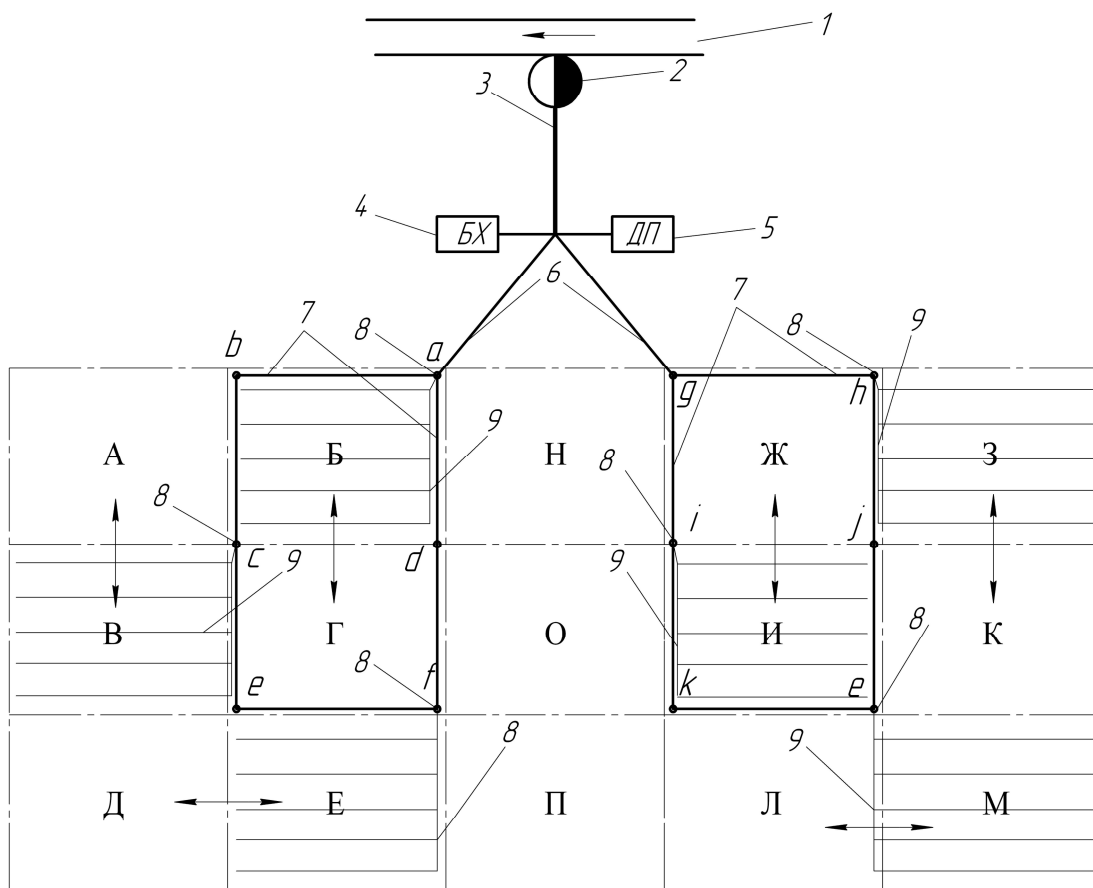
По данным рисунка 1 видно, что применение для подачи воды в оросительную систему быстросборных трубопроводов диаметрами 500 и 600 мм позволяет увеличить размеры орошаемого участка.



Так, металлоемкость на 1 га орошаемой площади при использовании труб диаметром 500 мм сократится в 2,2 раза, а в случае применения труб диаметром 600 мм – в 2,6 раза по сравнению с металлоемкостью труб диаметром 180 мм. Как следствие, снижаются стоимость 1 кг трубопровода и затраты на приобретение быстросборного трубопровода в пересчете на 1 га орошаемой площади. При этом затраты денежных средств на транспортирование, монтаж и демонтаж быстросборных трубопроводов диаметрами 180, 500 и 600 мм на 1 га орошаемой площади невелики, так при использовании труб диаметром 180 мм они не превышают 3 % от стоимости орошения 1 га. Возможность увеличения размеров орошаемых участков при применении быстросборных оросительных трубопроводов диаметрами 500 и 600 мм, в свою очередь, позволяет внедрить наиболее целесообразные для хозяйств севооборота и, как следствие, сократить ординату гидромодуля, обеспечить своевременный полив всех культур и более рационально использовать оросительную технику.

Так мобильная оросительная система с комплектом быстросборного оборудования диаметром 500 мм позволит обеспечивать подачу воды на площадь орошения до 1100 га. В этом случае средняя площадь одного поля в шестипольном севообороте составит около 200 га. Это значительно превышает минимально допустимый размер поля из условий производительного использования сельскохозяйственных машин, в частности, дождевальнoй техники. В свою очередь, применение мобильной оросительной системы, состоящей из двух попарно-закольцованных линий быстросборных трубопроводов, позволит увеличить площадь мелиорированных земель и использовать в режиме циклического орошения два шестипольных севооборота с сохранением забора исходного расхода воды из водоисточника.

Нами разработана схема устройства мобильной оросительной системы с быстросборными трубопроводами (рисунок 2), на двух шестипольных севооборотных участках. В предложенной схеме оросительная система состоит из источника орошения 1; насосной станции 2; магистрального трубопровода 3; блока химизации 4; диспетчерского пункта 5; подводящих трубопроводов 6; распределительных трубопроводов 7; гидрантов-водовыпусков 8 и временных оросителей 9; широкозахватной фронтальной дождевальной машины 10.



**Рисунок 2 – Схема устройства мобильной оросительной системы с быстросборными трубопроводами**

Для данной конструкции оросительной системы предложены поля двух севооборотных участков с чередованием влаголюбивых и засухоустойчивых сельскохозяйственных культур. На каждом севооборотном участке располагают по 6 полей, которые обозначают буквами: первый севооборотный участок состоит из полей А, Б, В, Г, Д, Е, второй севооборотный участок – поля Ж, З, И, К, Л, М. В предложенном варианте орошаются поля Б, В, Е, З, И, М с влаголюбивыми культурами, а поля А, Г, Д, Ж, К, Л с засухоустойчивыми культурами находятся в неорошаемом режиме. Каждое поле севооборотного участка, занимаемое под влаголюбивую культуру, орошают в течение 20-50 % продолжительности ротации принятого севооборота. По окончании орошаемого цикла поле используется в неорошаемом цикле, т.е. в условиях естественного водно-воздушного, теплового и питательного режимов. Это снижает антропогенное воздействие на почву вследствие сокращения водной нагрузки на орошаемый массив при циклическом орошении.

Оросительная система работает следующим образом. Орошение полей первого севооборотного участка (Б, В, Е) в течение двух-трех лет (орошаемый цикл) происходит широкозахватными фронтальными дождевальными машинами, работающими в движении с забором воды из временных оросителей. При этом расход воды в подводящем трубопроводе не должен быть меньше суммарного расхода воды потребляемого дождевальными машинами. Подача воды на поле Б осуществляется из гидранта-водовыпуска *a*, на поле В – из гидранта-водовыпуска *c*, на поле Е – из *f*. По истечении орошаемого цикла эти поля переводятся в неорошаемый режим, а поля А, Г, Д – в орошаемый цикл. При этом дождевальная машина с поля Б перемещается на поле Г, подача воды происходит из гидранта-водовыпуска *d*. Аналогичное перемещение дождевальных машин происходит с поля В на поле А с подачей воды из гидранта-водовыпуска *b*, а с поля Е на поле Д с подачей воды из гидранта-водовыпуска *e*.

На втором севооборотном участке первые 2-3 года орошаются поля З, И, М широкозахватными фронтальными дождевальными машинами, работающими в движении с забором воды из временных оросителей. Подача воды во временные оросители осуществляется из гидрантов-водовыпусков соответственно *h, i, l*. Перемещение дождевальных машин с одного поля на другое осуществляется по следующей схеме: с поля З на поле К, с поля И на поле Ж и с поля М на поле Л соответственно с подачей воды из гидрантов-водовыпусков *j, g, k*.

Необходимо отметить, что мобильную оросительную сеть можно применять на полях со сложным рельефом. Она позволяет подавать воду под нужным для работы дождевальных устройств давлением. Кроме того, применение быстросборных трубопроводов дает возможность электрифицировать передвижные насосные станции и за счет этого снизить стоимость орошения дождеванием и обеспечивает высокую производительность труда на поливе.

На основании вышесказанного, можно сделать следующие выводы:

1 Применение мобильных оросительных систем с быстросборным оборудованием при орошении взамен используемых на данный момент, позволит:

- снизить удельные показатели расхода энергоресурсов на единицу орошаемой площади, а также металлоемкость, что позволит уменьшить стоимостные и эксплуатационные затраты;

- применение попарно-закольцованных линий позволит уменьшить диаметр трубопроводов и обеспечить бесперебойную подачу воды при авариях, значительно сократить затраты материалов;

- сократить длительность периода изысканий, исследований и проектирования, утверждений проектно-сметной документации;

- упрощать и удешевлять строительство оросительных систем;

- увеличить сохранность и реализовать возможность проведения качественного ремонта, так как все оросительное оборудование и передвижные насосные станции в межполивной период убираются с полей на базовое предприятие;

- применять унифицированные модульные технические узлы и средства многоцелевого использования с замкнутыми системами и программами управления, обеспечивая экономически обоснованные затраты при производстве сельскохозяйственных культур.

2 Использование передвижных насосных станций и быстроборных полимерных трубопроводов в сочетании с дождевальными машинами и установками нового поколения даст возможность эффективно проводить орошение наиболее рентабельных сельскохозяйственных культур и в будущем ввести в строй дополнительные орошаемые площади.

### **Список использованных источников**

1 Васильев, С. М. Циклическое орошение и технические средства для его осуществления / С. М. Васильев, А. В. Акопян, Т. П. Андреева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 34-36.

2 Проблемы и перспективы развития сельских территорий аридных зон России. Эколого-мелиоративные аспекты научно-производственного обеспечения АПК / А. Л. Иванов [и др.] – М.: Изд-во «Современные тетради», 2005. – С. 3-42.

3 Шумаков, Б. Б. Оптимальное управление – непереносимое условие эффективности и экологической безопасности в орошаемом земледелии / Б. Б. Шумаков, В. П. Остапчик // Вестник с.-х. науки. – № 6. – 1989.

**А. Н. Бабичев, С. Г. Балакай** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **ВЛИЯНИЕ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО**

В статье приводится влияние влагообеспеченности на урожайность сорго зернового. Установлено, что более высокая урожайность зерна сорго (14,2 т/га) получена на варианте 2 с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м, против 7,1 т/га на варианте без орошения. Уменьшение влагообеспеченности на вариантах 3, 4 и 5 привело к снижению урожая зерна до 12,1, 9,2 и 12,4 т/га соответственно.

Сорго как кормовая культура имеет исключительно важное значение для засушливых районов нашей страны. Обладая нетребовательностью к почвам, сорго превосходит по урожайности ячмень и даже кукурузу. Достоинствами его являются исключительная засухоустойчивость, солевыносливость, высокая продуктивность, стабильность урожаев по годам, хорошие кормовые достоинства и универсальность использования.

Исследования проводились в ОАО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области.

Возделывание сорго осуществлялось согласно зональным системам земледелия в богарных условиях, так как на орошении оно ранее не возделывалось. Предшественник – озимая пшеница.

Почвы участка представлены обыкновенными черноземами. Содержание гумуса в пахотном горизонте – 3,6-4,2 %. В пахотном слое плотность сложения почвы в слое 0,6 м составляет 1,21 г/см<sup>3</sup>. По механическому составу почвы являются тяжелыми суглинками. Они характеризуются высокой водоудерживающей способностью – наименьшая влагоемкость в слое 0,6 м составляет 28,2 % от веса сухой почвы. Максимальная гигроскопичность в слое 0,6 м равна 10,8 %. Все это свидетельствует о пригодности почв данного участка и их благоприятных свойствах для орошаемого земледелия и возделывания сельскохозяйственных культур.

Характерной особенностью климата этой зоны являются резкие колебания количества атмосферных осадков по годам. Осадки распределяются в течение года и вегетационного периода неравномерно. В то же время в связи с большим притоком солнечной радиации и высокими температурами воздуха (до 38,0-40,0 °С) и особенно почвы

(до 50-55 °С) большая часть осадков испаряется с поверхности почвы. Основным ограничивающим фактором в развитии растений является влагообеспеченность, которая играет доминирующую роль в формировании урожая. Поэтому орошение является надежным средством стабилизации урожайности сорго, позволяющим получать высокие устойчивые урожаи независимо от погодных условий.

Погодные условия ОАО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Погодные условия ОАО «Аксайская Нива»**

Показатели	Месяц						Май-сентябрь	ГТК
	5	6	7	8	9	10		
Температура, °С								
Средне-многолет-ние	17,67	21,47	23,14	23,6	16,88	9,69	3147	-
2011	18,3	22,5	26,4	22,8	18,6	-	3070,9	
2012	19,7	23,5	25,2	24,5	17,1	-	3363,2	
Осадки, мм								
Средне-многолет-ние	40	50	45	40	35	30		0,71
2011	35,2	114	35,5	53,8	0	0	238,5	0,77
2012	114,9	64,0	49	141,4	0	0	369,3	1,10
Влажность воздуха, %								
Средне-многолет-ние	54,32	53,92	52,73	51,25	52,8	70,29	54	-
2011	55,1	54,2	50,1	49,2	51,1	-	52,3	
2012	55,5	56,7	49,3	51,3	52,6	-	53,1	

Поливной режим сорго зависит от многих биотических и абиотических факторов. Влагообеспеченность опытного участка имела большие колебания в течение вегетации и в большинстве времени вегетационного периода была недостаточна для эффективного производства сорго. В 2012 году май и август были влажными с выпадением тройной нормы осадков. Июнь, июль, август и сентябрь по сумме осадков были близки к среднемноголетним показаниям. За вегетационный период от всходов 15 мая 2012 года и до 17 сентября выпало 369,3 мм осадков. Испарение составило 605 мм. Продуктивные запа-

сы влаги в слое 1,0 м составили 137 мм. Создавшийся дефицит влаги восполнялся поливами. Схема опыта и поливной режим сорго приводятся в таблице 2.

**Таблица 2 – Режим орошения сорго, 2012 г.**

Варианты	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Количество поливов, шт.	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
1) Без орошения	-	-	-
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	420	3	1260
3) 0,8 м	340	3	1020
4) 0,6 м	250	3	750
5) 70-80 % НВ	1 полив 640, 2-й – 420	2	1060
6) 60-80 % НВ	1 полив 840 + 2 и 3 полив по 420	3	1680

Изучение влияния режима орошения на рост, развитие и урожайность сорго зернового проводилось в 6 вариантах:

Вариант 1. Без орошения.

Вариант 2. Поддержание влажности почвы в слое 0,6 м не ниже 80 % НВ от всходов до начала созревания (контроль, расчетная поливная норма 1 м).

Вариант 3. Полив уменьшенной на 20 % поливной нормой (0,8 м) в те же сроки, что и в варианте 2.

Вариант 4. Полив уменьшенной на 40 % поливной нормой (0,6 м) в те же сроки, что и в варианте 2.

Вариант 5. Дифференцированный режим орошения по фазам роста: поддержание влажности почвы в слое 0,6 м не ниже 70 % НВ от всходов до фазы начала выметывания, далее не ниже 80 % НВ до фазы начала созревания.

Вариант 6. Дифференцированный режим орошения по фазам роста: поддержание влажности почвы в слое 0,6 м не ниже 60 % НВ от всходов до начала выметывания, далее не ниже 80 % НВ до созревания.

На контроле было проведено 3 полива. Оросительная норма составила 1260 м<sup>3</sup>/га. В 3 и 4 вариантах количество поливов сохранилось, однако оросительная норма снизилась от 100 % на 5 варианте до 40 % на 4 варианте. В пятом варианте уменьшилось количество поливов до 2 и оросительная норма – с 1260 до 1060 м<sup>3</sup>/га.

Урожайность определяли по мере созревания сорго. Наиболее ранние сроки созревания наблюдались на варианте 1 без орошения, и наиболее поздние – на вариантах 2 и 5 с более благоприятным режимом орошения. Об этом свидетельствует высота, листовая поверхность и масса растений. Для возможности сравнения массы растений влажность листостебельной массы приведена к стандартной 75 % влажности, а зерно – к 14 % влажности (таблица 3).

**Таблица 3 – Масса растений и урожайность зерна 1 га**

Варианты	Масса растения	Масса зерна		Листостебельная масса	
		т/га	%	т/га	%
1) Без орошения	45,4	7,1	15,6	38,3	84,4
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	68,2	14,2	20,8	54	79,2
3) 0,8 м	66,2	12,1	18,3	54,1	81,7
4) 0,6 м	55,3	9,2	16,6	46,1	83,4
5) 70-80 % НВ	66,9	12,4	18,5	54,5	81,5
6) 60-80 % НВ	62,5	11,6	18,6	50,9	81,4
НСР <sub>0,05</sub>	-	1,2	-	-	-

Более высокая урожайность зерна сорго 14,2 т/га была на варианте 2 с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м против 7,1 т/га на варианте без орошения. Урожайность увеличилась на 92,5 %.

Снижение влагообеспеченности в вариантах 3, 4 и 5 привело к снижению урожая зерна соответственно до 12,1, 9,2 и 12,4 т/га.

Анализ доли зерна в надземной массе растений показывает, что при орошении доля зерна возрастает с 15,6 % на варианте без орошения до 20,8 % на варианте 2.

### **Выводы.**

1 Влагообеспеченность оказывает значительное влияние на урожайность зерна сорго. Более высокая урожайность зерна сорго (14,2 т/га) получена на варианте 2 с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м против 7,1 т/га на варианте без орошения. Урожайность увеличилась на 92,5 %.

2 Снижение влагообеспеченности на вариантах 3, 4 и 5 привело к снижению урожая зерна с 14,2 т/га до 12,1, 9,2 и 12,4 т/га соответственно.



## **ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СОРГО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ОРОШЕНИЯ**

В статье приводится влияние различных режимов орошения на линейный рост, темпы нарастания листовой поверхности и накопления зеленой массы и сухого вещества. Для обоснования оптимального режима орошения необходимо знать особенности роста и развития растений в течение всего периода вегетации.

Создание прочной кормовой базы для животноводства – одна из важнейших проблем сельскохозяйственного производства. Успешное решение ее возможно при возделывании кормовых культур, способных формировать высокую и устойчивую урожайность. Из таких кормовых культур наиболее ценной для сельскохозяйственного производства является сорго зерновое.

Сорго – одна из засухоустойчивых культур, способных в засушливых условиях Ростовской области не снижать темпов роста и формировать высокую урожайность. Вид зернового сорго используется для получения зерна. Зерно сорго содержит сырой жир (2,8-3,5 %), переваримый протеин (85 г на 1 кг зерна), сахара (4,5-5,0 %), 1,17-1,28 к.е. в 1 кг зерна, минеральные соли и витамины. Является ценным сырьем при производстве концентрированных комбинированных кормов и используется на корм в непереработанном виде.

Сорго является нетребовательной культурой к условиям увлажнения. В процессе эволюции у него сформировалась высокая приспособляемость к недостатку влаги и к экономному ее расходованию. Транспирационный коэффициент – 300.

Сорго способно хорошо переносить продолжительные засушливые периоды и является одним из самых засухоустойчивых злаковых однолетних растений. Поэтому вопрос увеличения посевных площадей сорго и производства зерна с каждым годом становится все более актуальным.

В то же время, сорго хорошо отзывается на орошение как урожаем зеленой массы, так и урожаем зерна. Во время вегетации потребность сорго в воде неодинакова. Очень важна достаточная влажность пахотного слоя почвы в фазу прорастания семян и развития корней. Во время кущения, до образования развитого стебля, сорго способно переносить недостаток влаги в почве.

Исследования по возделыванию сорго в 2011 году проводились в ООО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области.

Опытный участок относится к IV Приазовской сельскохозяйственной зоне Ростовской области. Участок выровнен по микрорельефу и почвенному составу. Предшественник – озимая пшеница. Почвы участка представлены обыкновенными черноземами. Профиль характеризуется среднemosным гумусовым горизонтом до 80-110 см. Содержание гумуса в пахотном горизонте – 3,6-4,2 %. Агрoхимическая характеристика почвы опытного участка приведена в таблице 1.

**Таблица 1 – Наличие питательных веществ в почве перед посевом, ОАО «Аксайская Нива»**

№ п/п	Горизонт, см	Содержание			
		Нитраты, мг/кг	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий обменный, мг/кг	Гумус, %
1	0-20	18,2	27,6	378	5,35
2	20-40	15,1	15,4	285	4,74
3	40-60	21,9	8,0	209	3,81
4	60-80	17,0	5,9	214	2,66
5	80-100	6,9	4,4	202	1,72

Изучение влияния режима орошения на рост, развитие и урожайность сорго зернового проводилось на шести вариантах по схеме опыта 1 (таблица 2).

**Таблица 2 – Режим орошения сорго**

Вариант	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Количество поливов, шт.	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
1) Без орошения	-	-	-
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	420	5	2100
3) 0,8 м	340	5	1700
4) 0,6 м	250	5	1260
5) 70-80 % НВ	1 полив 640, 2-4 по 420	5	1900
6) 60-80 % НВ	1 полив (2 × 420) + 2 и 3 полив по 420	4	1680

Поливной режим сорго зависит от многих биотических и абиотических факторов. Влагообеспеченность опытного участка имела большие колебания в течение вегетации и в большинстве времени вегетационного периода была недостаточна для эффективного производства сорго.

В 2011 году только июнь был влажный, выпало две нормы осадков. Июль, август и сентябрь были близки по сумме осадков к сред-

немноголетним показаниям. За вегетационный период от всходов 15 мая 2011 года и до 17 сентября выпало 238,5 мм осадков. Испарение составило 605 мм. Продуктивные запасы влаги в слое 1,0 м составили 137 мм. Создавшийся дефицит влаги восполнялся поливами.

На варианте 2 (контроль) было проведено 5 поливов. Оросительная норма составила 2100 м<sup>3</sup>/га. На вариантах 3, 4 и 5 количество поливов сохранилось, однако оросительная норма снизилась от 10 % на 5 варианте до 40 % на 4 варианте. На шестом варианте уменьшилось количество поливов с 5 до 4 и оросительная норма с 2100 до 1680 м<sup>3</sup>/га.

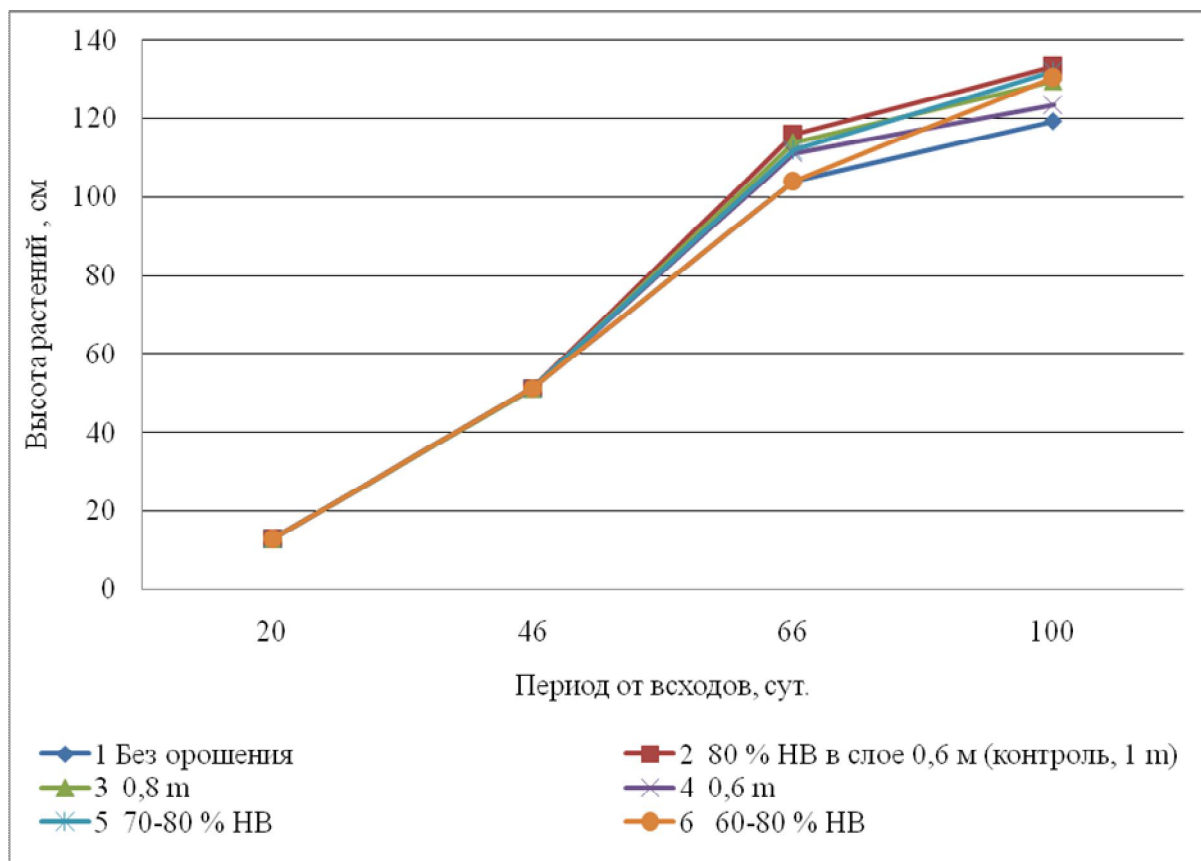
Для обоснования оптимального режима орошения необходимо знать особенности роста и развития растений в течение всего периода вегетации. Поэтому мы изучали динамику линейного роста, накопления зеленой массы и сухого вещества, нарастание площади листовой поверхности при изменении порога предполивной влажности почвы от 65 до 75 % НВ в различные фазы развития при глубине промачивания почвы 0,6 м.

Линейный рост растений определяли по основным фазам роста растений. Данные приведены в таблице 3 и на рисунке 1.

**Таблица 3 – Влияние режима орошения на динамику изменения высоты растений**

Вариант	Высота растений по фазам роста, см				
	5 лист	9-10 лист	выметывание	цветение	созревание
Сутки от всходов, дней	20	46	66	94	128
1) Без орошения	12,8	51,3	104	119,3	122,1
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	12,8	51,3	116	133,2	135,8
3) 0,8 м	12,8	51,3	114	129,7	131,3
4) 0,6 м	12,8	51,3	111	123,4	125,5
5) 70-80 % НВ	12,8	51,3	112	132,1	133,9
6) 60-80 % НВ	12,8	51,3	104	130,5	131,8

Данные таблицы 3 показывают, что до фазы выметывания высота растений по вариантам опытов не различалась. После начала поливного сезона в фазу выметывания на вариантах 2 и 3 растения имели большую высоту растений на 12 см по сравнению с вариантом без орошения, где она составила 104 см, а в фазу цветения соответственно на 14 см, т.е. 133,2 см против 119,3 см на варианте без орошения.



**Рисунок 1 – Динамика нарастания высоты растений в зависимости от режима орошения**

Динамику накопления зеленой массы определяли по основным фазам роста. Результаты исследований приведены в таблице 4.

**Таблица 4 – Динамика накопления зеленой массы и абсолютно-сухой массы растений сорго**

Вариант	Динамика накопления зеленой массы				
	5 лист	9-10 лист	выметывание	цветение	созревание
Период вегетации от всходов, сут.	20	46	66	94	121-128
Зеленая масса, т/га					
1) Без орошения	0,043	4,93	23,0	32,8	39,3
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	0,043	4,93	29,5	40,5	60,7
3) 0,8 м	0,043	4,93	28,1	39,8	58,4
4) 0,6 м	0,043	4,93	26,8	38,0	51,3
5) 70-80 % НВ	0,043	4,93	29,5	40,1	58,9
6) 60-80 % НВ	0,043	4,93	26,3	38,2	56,4

Осадки, выпадающие в мае и июне, создали хорошие условия увлажнения для растений, поэтому различия в массе растений отмечались только в фазу выметывания после того, как начались поливы. Большую массу имели растения на вариантах 2 и 5. В фазу цветения на этих вариантах зеленая масса составляла 40,5 и 40,1 т/га соответственно. На варианте без орошения зеленая масса составила 32,8 т/га или на 7,1 % меньше.

Площадь листовой поверхности определяли методом высечек по основным фазам роста. Полученные данные приведены в таблице 5.

**Таблица 5 – Влияние режима орошения на динамику изменения индекса листовой поверхности растений**

Вариант	Индекс листовой поверхности				
	Фаза роста				
	5 лист	9-10 лист	выметывание	цветение	созревание
1) Без орошения	0,04	0,83	2,45	3,71	2,89
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	0,04	0,83	2,45	4,32	4,14
3) 0,8 м	0,04	0,83	2,45	4,11	3,98
4) 0,6 м	0,04	0,83	2,45	3,87	3,41
5) 70-80 % НВ	0,04	0,83	2,45	4,12	3,98
6) 60-80 % НВ	0,04	0,83	2,45	3,81	3,87

Как видно из данных, листовая поверхность в начале вегетации незначительна. Индекс приближается к 1, т.е. когда отношение площади поверхности листьев к площади учетной поверхности (в 1 м<sup>2</sup>) после наступления фазы 10 листа. К периоду цветения индекс составляет 4,32 на варианте 2 и 3,71 на варианте без орошения, что на 14 % меньше.

Таким образом, проведенные исследования показали, что орошение оказывает значительное влияние на все процессы жизнедеятельности растений. Возрастает устойчивость растений к различным стрессам, повышается выживаемость, увеличивается линейный рост, возрастают темпы нарастания листовой поверхности и накопления зеленой массы и сухого вещества, увеличивается длина вегетационного периода, изменяется ход биохимических реакций и, в конечном итоге, изменяется количество и качество урожая.

## **АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ОРОШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

В статье приводится литературный обзор по оценке целесообразности применения сточных вод различного происхождения в качестве альтернативных источников орошения сельскохозяйственных угодий в условиях дефицита обеспеченности водными ресурсами. Для орошения чаще всего используются реки, местный поверхностный сток, подземные воды, но в качестве альтернативных источников могут быть применены промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды и, особенно, животноводческие стоки. Применение сточных вод в сфере сельского хозяйства позволит так же решить и ряд эколого-мелиоративных проблем, связанных с рекультивацией нарушенных земель путем повышения их плодородия и улучшения их физико-химических и механических показателей.

В России и странах ближнего зарубежья площади, охваченные водными мелиорациями, постоянно увеличиваются. Это способствует значительному увеличению потребления водных ресурсов. Освоение новых сельскохозяйственных угодий под орошение часто сдерживается их дефицитом.

По данным государственного водного кадастра об использовании вод суммарный забор воды из природных водных объектов в настоящее время стабилизировался на уровне  $80 \text{ км}^3$ . В Российской Федерации используется свыше  $61 \text{ км}^3$  свежей воды, в том числе 79 % – изъятая из поверхностных источников, 13 % – из подземных, 8 % – морской воды [1].

Использование пресной воды к 2020 году возрастет по сравнению с 2008 г. на  $8 \text{ км}^3$  и составит  $70,0 \text{ км}^3$  в год. На агропромышленный комплекс придется при этом  $27 \text{ км}^3$ . По России общий забор пресной воды из природных водных объектов прогнозируется в объеме  $82 \text{ км}^3$ , в том числе из поверхностных водных объектов –  $69,5 \text{ км}^3$ , из подземных источников –  $12,5 \text{ км}^3$ . В сельском хозяйстве в связи с намечаемым развитием агропромышленного комплекса прогнозируется рост водопотребления [2].

Целью статьи является поиск альтернативных источников орошения при мелиорации сельскохозяйственных угодий в условиях юга России.

Источниками воды для орошения и обводнения могут быть реки в их естественном и зарегулированном состоянии, местный поверхностный сток, поступающий в лиманы и пруды, подземные воды, забираемые из шахтных колодцев, буровых скважин, каптажных сооружений.

Для орошения можно также использовать промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды, животноводческие сточные воды, шахтные воды и сбросные воды систем, а в некоторых случаях и морскую воду.

Сточными называют воды канализационной сети городов и сельских населенных пунктов, промышленных предприятий. Степень их загрязнения зависит от характера производства, вида перерабатываемого сырья на фабриках и заводах, технологического процесса промышленных предприятий.

По степени пригодности для орошения промышленные сточные воды в зависимости от химического состава, почвенных, климатических и гидрогеологических условий делят на следующие группы [3]:

- хозяйственно-бытовые с предприятий суконного и коврового производства и тяжелой промышленности. Они имеют низкую минерализацию (0,5-2 г/л), слабокислую или слабощелочную реакцию, хлоридно-сульфитный или бикарбонатно-сульфатный состав. Содержание органических веществ определяется биологическим потреблением кислорода не превышающем 200 мг/л. Соотношение натрия и кальция благоприятное – не более 1:2. Сода отсутствует. Их можно использовать для орошения сельскохозяйственных культур во всех почвенно-климатических зонах страны без очистки;

- с предприятий пищевой промышленности: крахмальных, сахарных, дрожжевых, консервных заводов и мясокомбинатов. Они сравнительно благоприятны по составу, но имеют повышенное содержание органического взвешенного осадка. Минерализация достигает 2-3 г/л, реакция воды слабокислая. Состав бикарбонатно-сульфатный. Соотношение натрия и кальция благоприятное. Сода отсутствует. Осадок составляет 5-50 г/л. Их можно использовать для орошения сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых, серых лесных (оподзоленных), каштановых и черноземных почвах после удаления осадка и разбавления речной или прудовой водой;

- с предприятий хлопчатобумажного и отбельно-красильного производства. Они имеют невысокую минерализацию (до 2 г/л), реакция щелочная. Состав карбонатно-сульфатный. В воде содержится много соды (200-300 мг/л) и незначительное количество органических веществ. Наиболее целесообразно использовать их для орошения дерново-подзолистых, серых лесных почв и осушенных торфяников после предварительного по возможности максимального удаления соды;

- с предприятий химической и калийно-фармацевтической промышленности, с заводов синтетического волокна и каучука. Они имеют повышенную минерализацию (3-5 г/л), кислую или щелочную реакцию. Состав сульфатно-хлоридный. Соотношение натрия и кальция неблагоприятное. В воде содержится большое количество органических взвешенных веществ искусственного происхождения. Для орошения они пригодны только после нейтрализации, разбавления до минерализации 1-2 г/л и снижения содержания натрия и органических веществ.

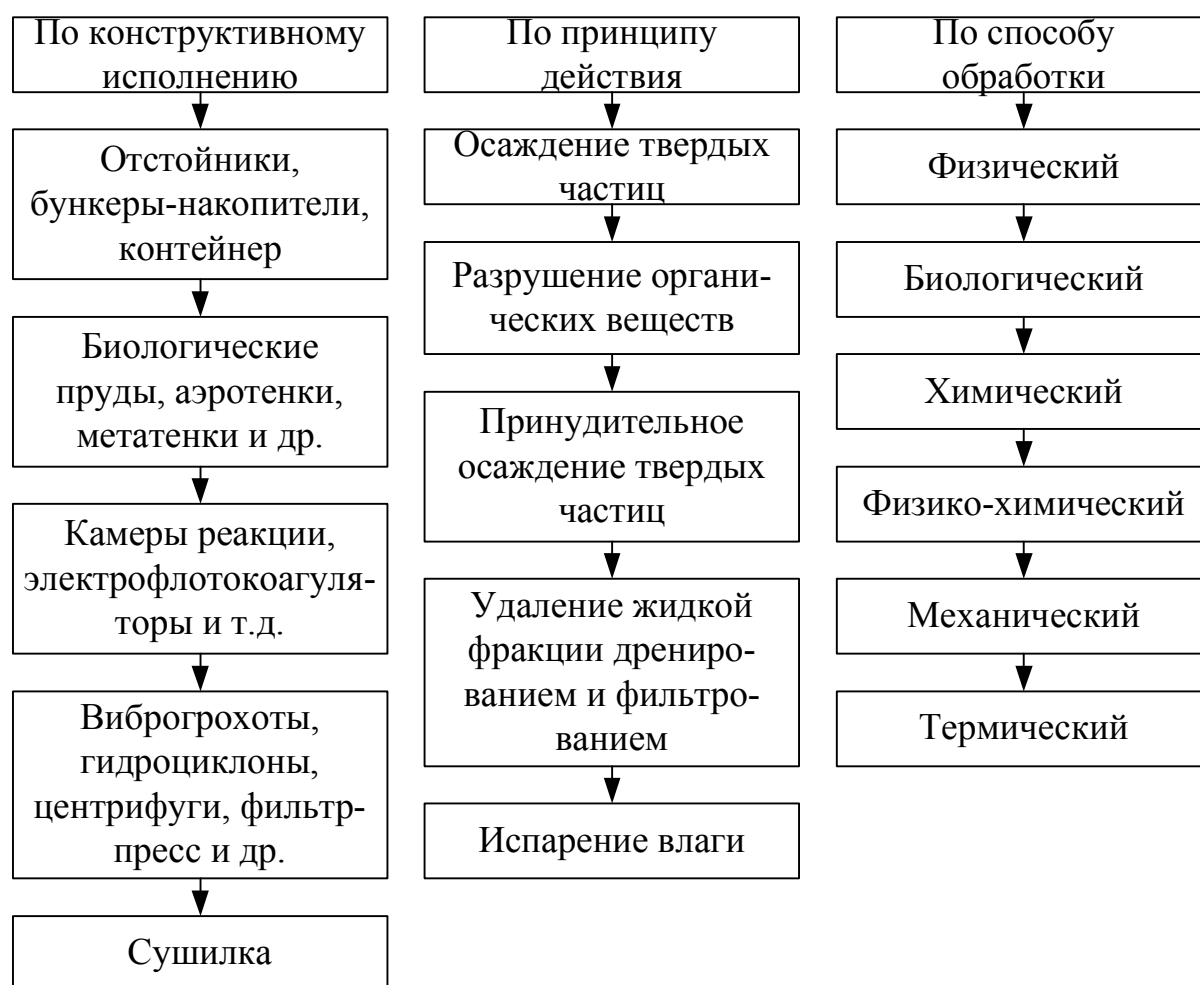
При сельскохозяйственном использовании сточные воды должны способствовать сохранению и повышению плодородия почв, получению продукции высокого качества. Орошение сточными водами не должно вызывать засоление, осолонцевание почвы, угнетения роста и развития растений. Если состав сточных вод не соответствует агрономелиоративным и санитарно-гигиеническим требованиям, то перед орошением проводят предварительную подготовку (рисунок 1) [4].

В последние годы успешно проводят очистку и обеззараживание коммунальных и бытовых сточных вод на сельскохозяйственных полях орошения. Просачиваясь в почву при поливе, сточные воды очищаются от бактерий и освобождаются от большинства химических соединений [5].

Наиболее актуальным в системе орошения на сегодняшний день является использование животноводческих сточных вод. По материалам исследований, проведенных различными авторами, установлено, что при орошении жидкими отходами животноводческих хозяйств наблюдалось увеличение содержания подвижных форм элементов питания растений [6-8], в частности, особенно заметно увеличилось содержание обменного калия и фосфора в пахотных и в подпахотных горизонтах, очевидное, закономерное увеличение количества гидролизующего азота в почве в зависимости от норм их внесения. При дли-



тельном использовании жидких отходов животноводческих хозяйств происходящие физико-химические процессы заметно влияли на ее агрофизические (улучшение структурно-агрегатного состава и водопрочности почв) и агрохимические свойства (увеличение содержания гумуса, подвижных форм питательных веществ). Однако химический состав жидких отходов животноводческих хозяйств не всегда сбалансирован по соотношению требуемых для растений питательных веществ, а поэтому необходимо дополнительное внесение недостающих минеральных удобрений в количествах, зависящих от почвенной зоны и типа севооборота [9].



**Рисунок 1 – Способы и устройства подготовки сточных вод к сельскохозяйственному использованию**

Установлено, что орошение животноводческими стоками повышает урожайность сельскохозяйственных культур, сокращает потребление природной воды, позволяет снизить объем вносимых минеральных удобрений.

Факторами, ограничивающим широкое сельскохозяйственное использование жидких отходов животноводческих хозяйств, обычно оказываются азотосодержащие вещества, которые всегда в достаточно больших количествах присутствуют в этих водах. Азот является необходимым элементом для жизнедеятельности растений, но внесение избыточных количеств азота может привести к накоплению в растениях нитратов выше допустимого уровня.

При орошении почв сточными водами животноводческих хозяйств необходимо контролировать их подготовку во избежание попадания избыточного количества биогенных элементов, бактериальной микрофлоры в оросительные системы с жидкими отходами, соблюдать режимы орошения.

Таким образом, в условиях дефицита обеспеченности сельскохозяйственной отрасли водными ресурсами становится целесообразным широкомасштабное использование в системах орошения хозяйственно-бытовых, промышленных и, особенно, животноводческих сточных вод. Применение сточных вод в сфере сельского хозяйства позволит так же решить и ряд эколого-мелиоративных проблем, связанных с рекультивацией нарушенных земель путем повышения их плодородия и улучшения физико-химических и механических показателей.

### **Список используемых источников**

1 Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов РФ в 2008 году». – М.: НИА-Природа, 2009. – 457 с.

2 Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России: монография / под ред. В. Н. Щедрина. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2009. – 342 с.

3 Марымов, В. И. Использование промышленных сточных вод для орошения / В. И. Марымов. – М.: Колос, 1982. – 72 с.

4 СанПин 2.1.1.57 -96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. – Введ. 1998-10-31. – М.: Инф.-изд. центр Минздрава России, 1997. – 54 с.

5 Шуравилин, А. В. Экологически безопасное использование животноводческих стоков для удобрительно-увлажнительных поливов кормовых культур / А. В. Шуравилин, В. С. Меркурьев, И. М. Хемдан. – М., 2004. – 280с.

6 Елин, Е. Н. Безотходная переработка навозных стоков / Е. Н. Елин // Достижения науки и техники. – 2000. – № 9. – С. 31-34.

7 Гостищев, Д. П. Орошение животноводческими стоками и его влияние на грунтовые воды, урожай и качество сельскохозяйственных культур / Д. П. Гостищев, Ю. Е. Рогозина // Вопросы мелиорации: науч. журнал / ЦНТИ «Мелиоводинформ». – М., 2004. – С. 89-97.

8 Дурдыбаев, С. И. Очистка навозных стоков / С. И. Дурдыбаев // Сельский механизатор. – 2005. – № 6. – С. 34-35.

9 Корчаг, Н. А. Влияние орошения навозными стоками свиноводческих комплексов на плодородия почв / Н. А. Корчаг, А. И. Коваленко, В. И. Курчик // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – № 7. – С. 56-58.

УДК 633.2/.3:631.445.41:631.675

**О. В. Егорова** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

### **ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ НА ОРОШАЕМЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ ПРЕДГОРНОГО РАЙОНА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

В статье приводятся морфологические показатели и продуктивность эхинацеи пурпурной при орошении и удобрении.

Современное молочное скотоводство характеризуется высоким уровнем механизации производственных процессов, большой концентрацией животных на ограниченном пространстве, постоянным воздействием разнообразных стрессовых факторов на фоне возрастающего загрязнения окружающей среды. Положение усугубляется переводом животных на малокомпонентные рационы кормления и круглогодичное стойловое содержание. В итоге снижается продолжительность жизни коров, увеличивается процент бесплодных особей. В сложившихся условиях целесообразно искать пути повышения адаптационных способностей животных за счет совершенствования ветеринарной помощи и кормления животных. При этом всегда актуальной остается проблема увеличения производства кормов, улучшения их качества и энергонасыщенности.

Интродукция нетрадиционных культур является одним из источников расширения кормовых и технических ресурсов. Эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea*) имеет высокую продуктивность, экологическую устойчивость, отличается продуктивным долголетием,

дает ценное сырье для фармацевтической промышленности. Механизм действия эхинацеи обусловлен уникальным набором антиоксидантов, селена, цинка, аскорбиновой, кофейных и комплексом ненасыщенных жирных кислот. Она используется для нужд ветеринарии, обладает хорошими кормовыми достоинствами. В одном килограмме сухой массы эхинацеи содержится 0,58-0,65 кормовых единиц, 72-74 г переваримого протеина (130-132 г переваримого протеина на одну кормовую единицу). По содержанию незаменимых аминокислот ее можно сравнивать с горохом, клевером и викой [1, 2].

Кормовые добавки и лечебные препараты для сельскохозяйственных животных на основе эхинацеи пурпурной обладают противовоспалительными, антибактериальными, стимулирующими иммунитет свойствами. Добавление их в рацион крупного рогатого скота позволяет сократить период бесплодия у коров, повысить сохранность телят и молочную продуктивность.

Для введения в производство эхинацеи пурпурной необходимо изучение особенностей формирования высокопродуктивных агроценозов и разработка технологии возделывания применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Исследования по интродукции эхинацеи пурпурной проводились на Урале, в Поволжье, Сибири, Ростовской области, Ставропольском крае [3-7].

Эхинацея пурпурная – многолетнее растение из семейства сложноцветных. Листья эхинацеи широколанцетные, по краю острозубчатые, с обеих сторон опушенные, с верхней стороны листа окрашены в темно-зеленый цвет, снизу имеют более светлую окраску. Прикорневые листья имеют длинные черешки и собраны в розетку, на стеблях листья имеют короткие черешки и расположены супротивно. На одном месте эхинацея пурпурная, если не выкапывать корни, может расти до 10 лет.

Урожайность эхинацеи пурпурной сорта Болеро по данным СтавНИИСХ в среднем за 4-5 лет пользования травостоем составляет: зеленой массы 120-150 ц/га, сухой – 40-50 ц/га, семян 3,8-4,5 ц/га [7].

В Предгорном районе Ставропольского края в ОАО «Агрофирма Село Ворошилова» в 2010 году были начаты исследования по возделыванию эхинацеи пурпурной при орошении.

Район исследований находится в зоне неустойчивого увлажнения. Сумма активных температур воздуха за период вегетации

(апрель – октябрь) составляет 3000-3200 °С. В течение года выпадает 450-550 мм осадков, более половины из которых приходится на теплый период.

Почвенный покров на опытном участке представлен черноземами обыкновенными среднесиловыми, незасоленными, тяжелосуглинистыми. В пахотном и подпахотном горизонте почвы содержание подвижного фосфора находится в пределах 13,2-25,3 мг/кг почвы, обменного калия – 130-380 мг/кг почвы, рН почвы – 6,5-7,0.

Поливы на опытном участке проводятся дождевальными машинами «Ладога».

Полевые исследования включали фенологические и биометрические наблюдения за растениями, анализ почвенных и растительных образцов, контроль за водным режимом почвы и метеорологическими условиями. Исследования проводились с использованием существующих методик и рекомендаций Б. А. Доспехова, М. Н. Горянского, ВНИИ кормов и др. Обработка и анализ экспериментальных данных выполнялись методами математической статистики с использованием программы Excel.

Посев эхинацеи (сорт Болеро, СтавНИИСХ) был проведен при прогревании почвы до 14 °С. Норма высева семян 8-10 кг/га. Глубина заделки семян 2,0-2,5 см, ширина междурядий 45 см.

В первый год вегетации растения эхинацеи имели вид прикорневой розетки из листьев, около 5 % растений образовало стебель и зацвело.

В начальный период растения эхинацеи развивались медленно. Биометрические измерения, проведенные в июле, показали, что средняя высота растения составила 9,5 см, ширина – 8,5 см. Растения представляли собой розетку из четырех листьев. В среднем длина и ширина листьев имели размер 4,6 и 2,1 см соответственно.

Измерение надземной массы эхинацеи в сентябре показало, что средняя высота растения увеличилась до 19,5 см, ширина – до 26,8 см. Количество листьев увеличилось до 5-7 шт. Длина и ширина первого листа увеличились на варианте без орошения до 8,9 и 6,7 см, при орошении – до 10,5 и 8,3 см соответственно.

Урожайность воздушно-сухой массы эхинацеи в конце вегетации составила 1,2 т/га на варианте без орошения и 1,9 т/га – при орошении.

Отмывка корневой системы показала, что на варианте без орошения на одно растение суммарная длина боковых корней первого

порядка составила 38,4 см при длине основного корня 14,5 см, при орошении – 48,8 см и 12,6 см соответственно.

В 2011 году (второй год вегетации) у растений эхинацеи фаза цветения наступила в середине июня. В этот период надземную массу скосили на высоте 3-5 см от поверхности земли.

После первого укоса листья снова отрастали и достигали укосной спелости на варианте без орошения 1 раз, на орошаемом варианте – 2 раза.

На второй год вегетации урожайность высушенного сырья составила на варианте без орошения 5,5 т/га, при орошении – 8,7 т/га воздушно-сухой массы. Внесение минерального удобрения расчетной дозой в период основной подготовки почвы в 2010 году и проведение азотных подкормок в 2011 году обеспечило при орошении получение 10,3 т/га воздушно-сухой массы.

Внесение удобрений и орошение оказало положительную роль на формирование агроценоза эхинацеи пурпурной.

Сохранность растений эхинацеи пурпурной при орошении была выше на 16,0 %, а при орошении и удобрении – на 22,4 %, чем на варианте без орошения, на котором количество сохранившихся растений в конце вегетации составило 68,3 %.

Листовая поверхность эхинацеи пурпурной достигала максимума в течение вегетации в фазу образования почек возобновления. Растения в 2010 году сформировали площадь листьев при внесении удобрений и орошении 49,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, при орошении – 45,5 тыс. м<sup>2</sup>/га, без орошения и удобрения – 28,2 тыс. м<sup>2</sup>/га. Максимальный фотосинтетический потенциал при этом соответственно составил при орошении и удобрении 1585,8 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га, при орошении – 1452,7 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га, без орошения и удобрений – 935,5 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га.

Наблюдения за развитием эхинацеи пурпурной сорта Болеро в 2010-2011 году показали, что поливы дождеванием и внесение минеральных удобрений на черноземных почвах значительно увеличивают урожайность культуры и позволяют получить на второй год пользования до 8-10 т/га сырья для производства кормовых добавок и лечебных препаратов для сельскохозяйственных животных.

### **Список использованных источников**

1 Тухфатова, Р. Ф. Эхинацея пурпурная: применение в животноводстве и ветеринарии [Электронный ресурс] / Р. Ф. Тухфатова // БИО: науч.-практ. издание для специалистов птицеводческих и жи-

вотноводческих хозяйств – 2011. – № 3(126). – С. 29-31. – Режим доступа: [http://www.vetma-gazines.ru/izdaniya/bio/bio-arhiv/arhiv\\_2011\\_god/3\\_11/29\\_30\\_3\\_2011](http://www.vetma-gazines.ru/izdaniya/bio/bio-arhiv/arhiv_2011_god/3_11/29_30_3_2011), 2011.

2 Фитохимический состав представителей рода эхинацея и его фармакологические свойства / В. Н. Самородов [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. – 1996. – № 4. – Т. 30. – С. 32-37.

3 Эхинацея пурпурная (биология, фармакология и вопросы интродукции в Республике Башкортостан) / Р. М. Баширова [и др.]. – Уфа: Изд-во БашГАУ, 2000. – С. 44.

4 Никольская, Е. О. Формирование продуктивности эхинацеи пурпурной в зависимости от использования микробиологического удобрения Байкал ЭМ-1 / Е. О. Никольская // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2008. – № 4. – С. 33-35.

5 Морфологические показатели эхинацеи пурпурной первого года жизни, выращенной в Новосибирской области / Н. А. Чеботарева [и др.] // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы IX международного симпозиума. – М.: РУДН, 2011. – Т. I. – 220 с.

6 Анищенко, Л. В. Интродукция эхинацеи пурпурной *Echinacea purpurea* (L) Moench в Ботаническом саду ЮФУ / Л. В. Анищенко, Ж. Н. Шилова // Вестник ВГУ / Серия: Химия, биология, фармация / ВГУ, 2009. – № 2. – С. 89-94.

УДК 631.3

**Е. А. Ладыгин, Е. А. Симакин (ФГБОУ ВПО «ДонГАУ»)**

## **К МИНИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ОДНОМАТРИЧНОГО ШЕСТЕРЕННОГО ПРЕССА<sup>1</sup>**

Статья посвящена вопросам оптимизации некоторых конструктивных и технологических параметров одноматричного шестеренного пресса.

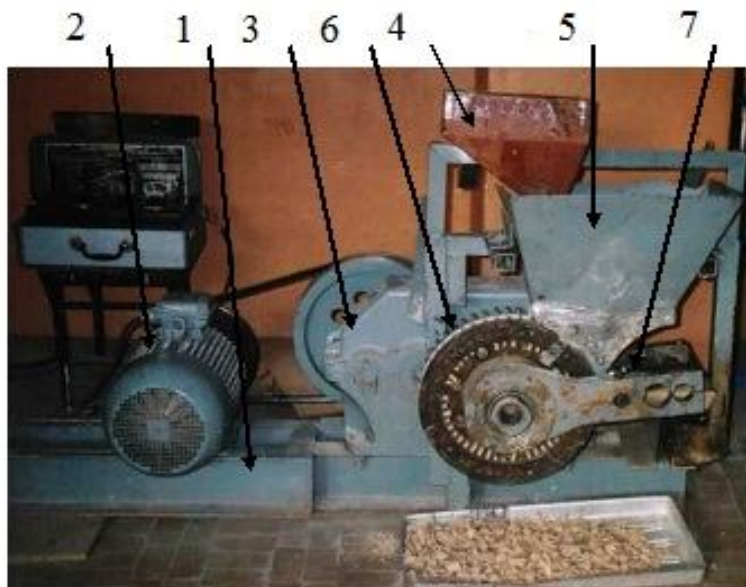
Одноматричный шестеренный пресс может быть использован для прессования различных растительных материалов.

Данный пресс (рисунок 1) формирует гранулы в отверстиях матричных каналов большого колеса-матрицы при вхождении в них зубьев малого прессующего колеса. При этом энергоемкость процесса прессования зависит не только от конструктивных параметров рабо-

---

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

чих органов, но и технологических факторов, а именно: подачи прес-суемого материала и частоты вращения рабочих органов (колеса-матрицы и прессующего колеса).



1 – рама; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – дозатор кормов;  
5 – бункер; 6 – колесо-матрица; 7 – малого прессующее

**Рисунок 1 – Общий вид прессы с большим колесом-матрицей и малым прессующим колесом**

В связи с этим, цель данного исследования заключалась в определении влияния коэффициента высоты головки зуба, который изменялся от 1 до 0,2 модуля, частоты вращения от 20 до 26 об./мин., подачи прессуемого материала от 60 до 80 кг/ч (таблица 1), на энергоёмкость процесса прессования. Для расширения границ опыта, колесо-матрица имеет 48 зубьев, с модулем 8 мм, во впадинах которого расположены радиальные каналы прямоугольного сечения. У малого прессующего колеса 14 зубьев того же модуля. Угол зацепления стандартный 20°.

**Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента, значения факторов и результаты эксперимента**

Закодированные значения факторов			Коэффициент высоты головки зуба	Частота вращения, об./мин.	Подача материала, кг/ч	Производительность, кг/ч	Энергоёмкость, кВт ч/т
1			2	3	4	5	6
-	0	+	0,2	23	80	51,1	9,0
-	+	0	0,2	26	70	52,2	8,0



Продолжение таблицы 1

1			2	3	4	5	6
-	-	0	0,2	20	70	44,8	10,0
-	0	-	0,2	23	60	40,3	8,9
+	0	+	1	23	80	68,3	10,2
+	+	0	1	26	70	64,00	12,7
+	-	0	1	20	70	62,7	14,2
+	0	-	1	23	60	45,5	15,1
0	+	+	0,6	26	80	63,4	9,3
0	-	+	0,6	20	80	53,4	10,8
0	+	-	0,6	26	60	40,8	10,9
0	-	-	0,6	20	60	40,1	12,8
0	0	0	0,6	23	70	56,7	11,8
0	0	0	0,6	23	70	57,2	10,9
0	0	0	0,6	23	70	60,0	11,3

Для реализации эксперимента был принят план Бокса-Бенкина для трех факторов на трех уровнях варьирования.

В результате реализации эксперимента и обработки опытных данных была получена математическая модель для энергоемкости процесса прессования:

$$\begin{aligned}
 U_9 = & 16,06 + 4,53x_1 + 1,63x_2 - 2,85x_3 + 0,5x_1x_2 - 0,44x_1x_3 - \\
 & - 0,75x_2x_3 - 0,49x_1^2 - 1,88x_2^2 - 1,81x_3^2,
 \end{aligned} \tag{1}$$

где  $U_9$  – энергоемкость процесса гранулирования, кВт ч/т;

$x_1$  – высота зуба, мм;

$x_2$  – частота вращения зубчатых колес, об./мин.;

$x_3$  – подача прессуемого материала, кг/ч.

Адекватность математической модели оценивалась по критерию Фишера, как соотношение оценки дисперсии расхождения расчетных значений с опытными и оценки дисперсии воспроизводимости опытов в эксперименте.

Анализ математической модели осуществлялся аналитически как исследование непрерывной функции на минимум (экстремум). Затем мы находили значения корней полинома, используя систему частных производных функции (1). Решение системы уравнений позволило получить значения факторов, соответствующих минимальному значению критерия оптимизации, в данном случае энергоемкости  $X_1 = 5,562$ ;  $X_2 = 1,899$ ;  $X_3 = 0,057$ .

Следующий этап работы заключался в построении поверхностей отклика (рисунки 2-4) для наглядного представления влияния факторов на энергоемкость, который осуществлялся при помощи компьютерной программы Microsoft Excel 2003. В уравнение (1) подставлялись значения факторов полученных при решении систем уравнений частных производных, при этом значение одного фактора было зафиксировано, а два других варьировали от +1 до – 1.

Анализ поверхностей отклика показывает, что минимальная энергоемкость соответствует минимальным значениям частоты вращения матрицы, коэффициента высоты головки зуба и максимальной подаче.

Раскодированное уравнение (1) выглядит следующим образом:

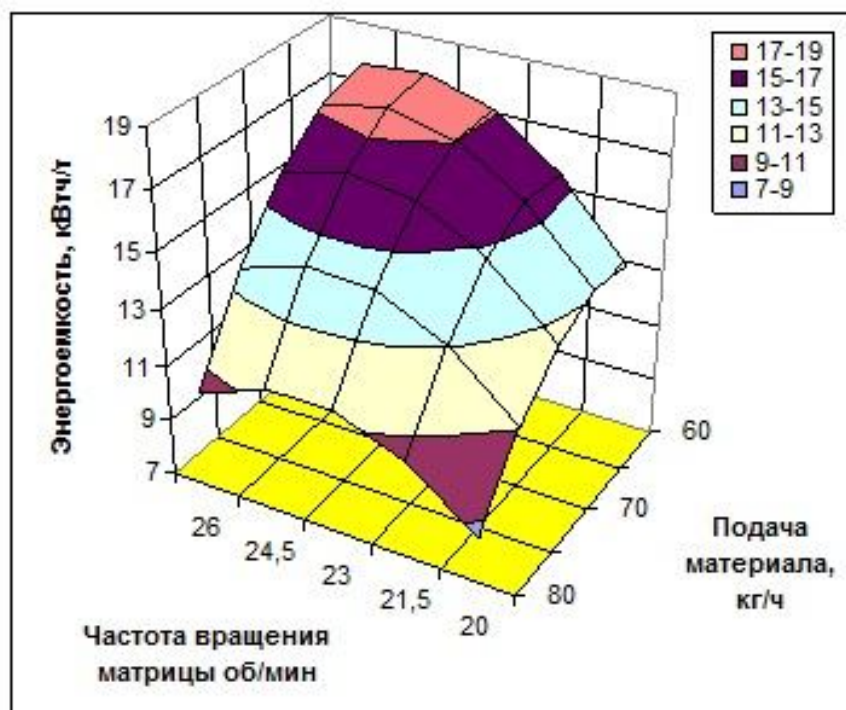
$$\begin{aligned} \Theta = & -222,81 + 13,12h + 11,53n + 2,9q + 0,41hn - 0,11hq - 0,02nq - \\ & - 3,06h^2 - 0,83n^2 - 0,02q^2, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $\Theta$  – энергоемкость производства гранул, кВт ч/т;

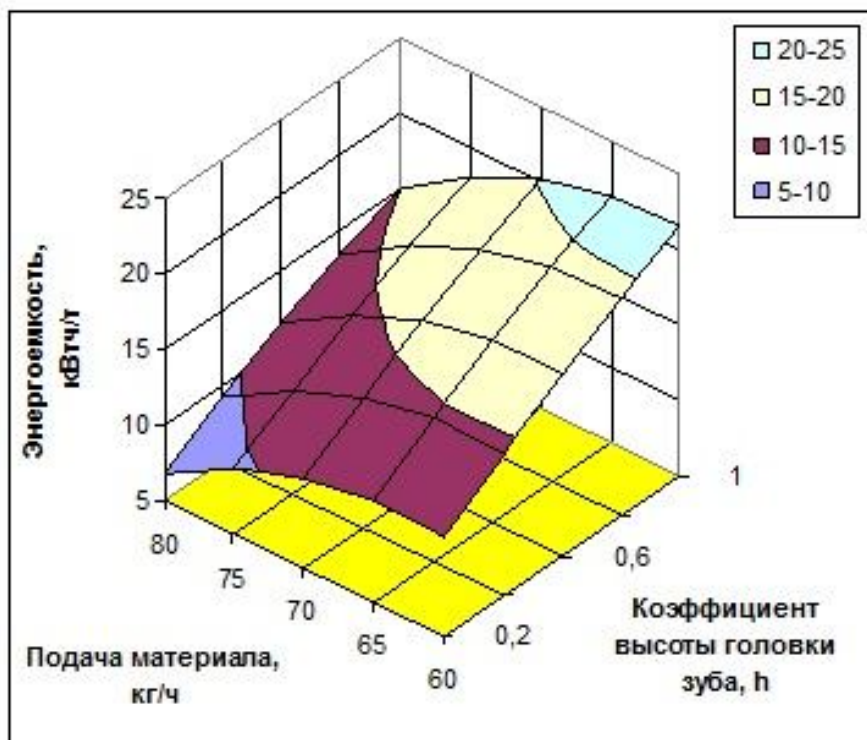
$h$  – коэффициент высоты головки зуба, мм;

$n$  – частота вращения матрицы, об./мин.;

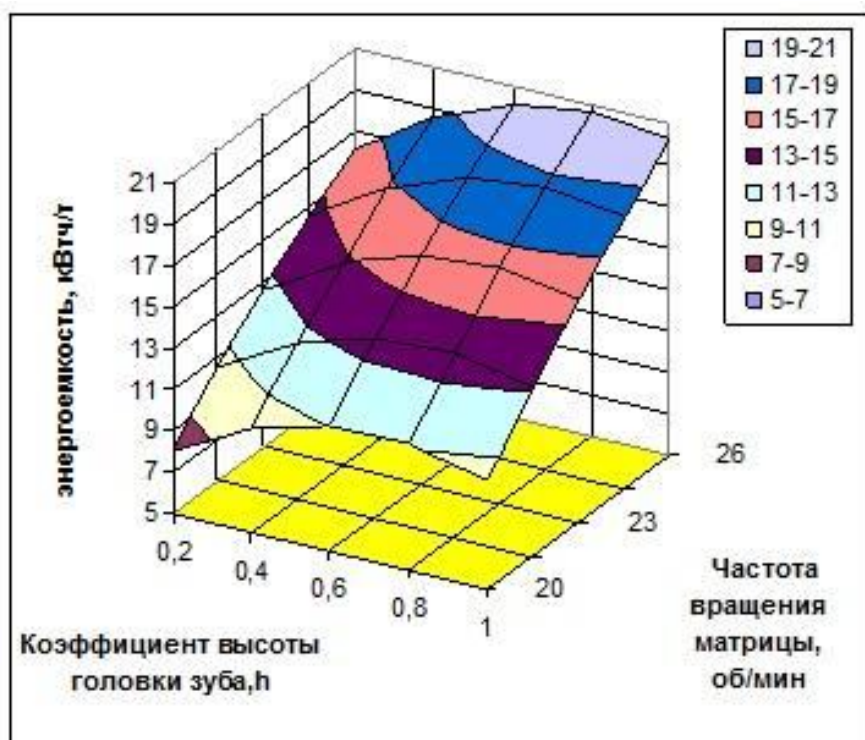
$q$  – подача материала, кг/ч.



**Рисунок 2 – Поверхность отклика, характеризующая энергоемкость при среднем значении коэффициента высоты головки зуба**



**Рисунок 3 – Поверхность отклика, характеризующая энергоёмкость при средней частоте вращения матрицы**



**Рисунок 4 – Поверхность отклика, характеризующая энергоёмкость при средней подаче материала**

Результаты эксперимента показали, что энергоемкость процесса прессования минимальна в области коэффициента высоты головки зуба  $h_a^* = 0,2-0,4$ , частоты вращения матрицы 20-23 об./мин. Рост затрат энергии выявлен при увеличении частоты вращения матрицы.

### **Вывод.**

Рабочий орган шестеренного пресса в установленном диапазоне высоты головки зуба прессующего колеса реализует процесс сжатия корма по двум принципиальным воздействиям. В области малой высоты головки зуба осуществляется плунжерное воздействие на корм. Поэтому гранула формируется небольшими порциями и с большой выдержкой сжатого корма в канале прессования. Получается небольшое количество гранул с большой прочностью. Энергоемкость процесса наименьшая.

При полнопрофильной головке зуба гранула формируется из больших порций. Производительность гранулятора наибольшая, но крошимость гранул превышает стандартный уровень. Энергоемкость процесса прессования большая из-за значительного радиуса действия сжимающей силы. Гранула формируется при воздействии на корм боковой поверхностью зуба. Плечо действия силы сжатия равно радиусу начальной окружности зубчатого колеса.

Дальнейшие экспериментальные исследования необходимо переместить в зону наименьшей энергоемкости. Следовательно, дальнейший эксперимент надо провести в диапазоне коэффициента высоты головки зуба  $h_a^* = 0,2-0,4$ . Так как крошимость гранул составляет 5-6 %, есть возможность увеличить частоту вращения матрицы до 40-60 об./мин., и тем самым способствовать увеличению производительности гранулятора.

### **Список использованных источников**

1 Мельников, В. С. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / В. С. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рощин. – Л.: «Колос», 1980. – 168 с.

УДК: 633.18:631.526.32

**О. А. Олейник** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **РАЙОНИРОВАННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА РИСА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье представлены основные сорта риса возделываемые в Ростовской области. Рассмотрены основные характеристики 7 сортов селекции ВНИИЗК Ростовской области и 3 сорта селекции ВНИИ риса Краснодарского края. В статье представлена максимальная и средняя урожайность сортов риса, год включения в Госреестр, вегетационный период, группа спелости в Ростовской области.

В Россию рис завезли двести-триста лет назад. Российский рис – самый северный рис в мире. Возделываются здесь только сорта круглозерного риса, из которого в России с давних времен готовили каши, супы и плов.

В нашей стране в небольших количествах рис возделывают в Астраханской и Ростовской областях, а также в Ставрополье. В большом, но все-таки не удовлетворяющем спрос страны, объеме рис выращивается в Краснодарском крае. Чтобы удовлетворить растущий спрос на внутреннем рынке, рис с давних времен закупали за границей. С тех пор поставки риса в Россию не прекращались.

На сегодняшний день минимальную норму риса (6 кг/чел. в год) обеспечивает отечественное сельскохозяйственное производство. Однако по медицинским нормам необходимо 12 кг/чел. в год и производство риса еще не достигло полного обеспечения россиян этим продуктом питания. По статистическим данным 2011 года при населении в 143 млн человек необходимо производить не менее 1700 тыс. т риса, а получили в истекшем году 1200 тыс. тонн. Сейчас Россия импортирует менее 30 % риса. По данным Южного рисового союза средняя оптовая стоимость крупы сейчас составляет 21 руб. за килограмм, розничная цена находится в пределах 40 руб. за килограмм. Поэтому необходимость развития этой отрасли в России будет актуальна долгие годы.

Рис – достаточно теплолюбивое растение. Для прорастания семян и появления всходов необходима температура 13-16 °С. Понижение температуры до минус 1 °С может вызвать гибель всходов. Минимальная температура в фазе кущения 15-18 °С, цветения – 18-20 °С, в начале созревания – 19-25 °С. Оптимальная температура для роста растений – 25-30 °С, максимальная – 35-37 °С. Понижение температуры

до 10 °С в период молочной спелости приводит к прекращению вегетации. При температуре ниже 17-18 °С рис не созревает. Сумма эффективных температур для скороспелых сортов риса составляет 2200 °С, позднеспелых – 3200 °С. Продолжительность вегетационного периода раннеспелых сортов – 90-100 дней, позднеспелых – 130-140 дней.

Ростовская область является самой северной в мире точкой рисосения, поэтому основными направлениями работы селекционеров Ростовской области является создание высокопродуктивных, холодостойких, устойчивых к полеганию, пирикулярриозу, солевыносливых сортов риса, гарантированно обеспечивающих получение стабильных урожаев с отличными крупяными качествами в районах, относящихся к северной границе рисосения. На сегодняшний день селекционерами созданы перспективные сорта риса такие как: Раздольный, Контакт, Боярин, Вираз. В таблице 1 представлены сорта, которые рекомендованы для возделывания в Ростовской области не только донскими селекционерами, но и селекционерами Краснодарского края [1, 2].

**Таблица 1 – Рекомендованные сорта риса для возделывания в Ростовской области**

№ п/п	Сорт	Год районирования	Средняя урожайность (максимальная)	Вегетационный период	Группа спелости
Разработчик ВНИИЗК (Ростовская область)					
1	Контакт	1994	6,2	104	Раннеспелый
2	Раздольный	1993	7,3 (80,2)	120	Среднеспелый
3	Боярин	2002	6,77 (7,7)	117	Среднеспелый
4	Южанин	2010	7,72 (88,6)	90-115	Среднеспелый
5	Вираз	2001	5,57 (7,4)	104	Раннеспелый
6	Светлый	2006	4,95 (6,34)	87-113	Среднеранний
7	Командор	2009	5,82 (7,78)	114-116	Среднеспелый
Разработчик ВНИИ риса (Краснодарский край)					
8	Кубань 3	1963	5,0	105-110	Среднеранний
9	Новатор	2006	5,61 (6,01)	74-111	Раннеспелый
10	Серпантин	2001	6,87 (7,49)	80-115	Раннеспелый

Сорт Контакт выведен из гибридной популяция К-5885 (М-210) в х. Белозерный. Это раннеспелый (104 дня), низкорослый (85-90 см) сорт; разновидность – нигро-апикулята; куст компактный; метелка прямостоячая, длиной 12-13 см; зерновка овальной формы; масса 1000 зерен – 28-29 г. Холодостойкий, устойчивый к осыпанию, полеганию, засолению почвы. В конкурсном испытании (1986-1991 гг.)

его средняя урожайность составила 6,2 т/га. Выращивается по обычной технологии и с получением всходов из-под слоя воды.

Сорт Раздольный выведен в Донском селекцентре НПО «Дон» методом индивидуального отбора из сорта Буденновский. Он характеризуется среднеспелостью, созревает на 3-9 дней позднее сорта Кубань 3 при вегетационном периоде 89-99 дней. Высота растений 84-112 см (на 21-26 см ниже стандарта). Устойчивость к полеганию 5 баллов. Сравнительно холодостоек, среднеустойчив к засолению. Отзывчив на высокие дозы минеральных удобрений. Сорт интенсивного типа, урожайный. Средние сборы зерна на Пролетарском ГСУ составили: по предшественнику люцерны – 79,2 ц/га (прибавка в сравнении со стандартом Кубань 3-15,6 ц/га); по предшественнику рис – соответственно 73,9 и 2,5 ц/га. Максимальная урожайность получена в 1991 г. по предшественнику люцерны – 80,2 ц/га (прибавка составила 13,9 ц/га). Включен в список сортов, наиболее ценных по качеству зерна. Масса 1000 зерен – 27-30 г, пленчатость – 17,1 %, стекловидность – 99 % (на 26 % выше стандарта). Содержание целого ядра – 97 %, выход крупы – 73 %. По цвету (4,5 балла) и вкусу каши (5 баллов) превосходит стандарт на 0,5-1 балла. Содержание белка – 6,4 %, что на 0,6 % больше, чем у стандарта Кубань 3. В естественных условиях пирикулярриозом не поражен.

Сорт Боярин выведен в х. Привольный Сальского района. За годы испытаний в регионе его средняя урожайность составила 59,2 ц/га, что находится на уровне среднего стандарта. Максимальная урожайность 77 ц/га получена в 2001 г. на Пролетарском ГСУ Ростовской области по предшественнику многолетних трав. Среднеспелый, вегетационный период 90-115 дней, созревает одновременно с сортом Кубань 3. Высота растений 95-110 см, что в среднем на 30 см короче, чем у сорта Кубань 3. Устойчив к полеганию и осыпанию. Масса 1000 зерен 28-32 г. Технологические и кулинарные качества высокие. Характеризуется высокими стекловидностью, выходом крупы и целого ядра. Включен в список ценных по качеству сортов. За период испытаний поражения пирикулярриозом не отмечено.

В Ростовской области, особенно в Сальском районе, используемом для орошения минерализованную воду из реки Маныч, большие площади земель засолены, поэтому актуальным является создание солеустойчивых сортов риса. Сорт Южанин получен

во ВНИИЗК им. И. Г. Калининко индивидуальным отбором из смешанной популяции гибридов на провокационном фоне – засоленном чеке в ЗАО «Южное». Он внесен в Реестр селекционных достижений по Северо-Кавказскому региону с 2010 года. Сорт относится к среднеспелой группе, вегетационный период от налива до полной спелости продолжается 120 дней. Он устойчив к полеганию, осыпанию и засолению почвы. Устойчивость к пирикулярриозу в полевых условиях на уровне стандарта Боярин. Хорошо преодолевает глубокий слой воды. Сорт имеет высокий потенциал зерновой продуктивности. В среднем за годы конкурсного испытания (2005-2007 гг.) в ФГУП «Пролетарское» урожайность сорта Южанин составила 6,47 т/га, что выше, чем у стандартного сорта Боярин на 0,63 т/га. В 2009 году в семеноводческом посеве сформировалась высокая урожайность – 8,86 т/га. На государственном сортоиспытании в г. Пролетарске Ростовской области в 2008 г. он показал урожайность по предшественнику люцерны 8,08 т/га, превысив урожайность стандартного сорта Боярин на 0,36 т/га, а по рису 6,92 т/га, что на 1,9 т больше. В 2009 г. его урожайность была на первом месте из 9 сортов: по люцерне 8,86 т/га – выше Боярина на 0,61 т/га, по рису 7,04 – выше на 0,35 т/га. В производственном испытании в ЗАО «Южное» Сальского района Ростовской области в 2007 году на засоленном фоне на площади 1,8 га он сформировал урожайность 5,08 т/га, что на 0,78 т/га больше, чем сорт Боярин.

Сорт Вираз выведен в х. Приманычский Буденновского района. За годы испытаний в регионе его средняя урожайность составила 55,4 ц/га, что находится на уровне среднего стандарта. В Ростовской области на Пролетарском ГСУ по предшественнику многолетних трав в 2000 году при урожайности 61,7 ц/га он превысил урожайность стандарта на 7,5 ц/га. Максимальная урожайность 74,0 ц/га получена в 1999 году в Ростовской области. Сорт раннеспелый, созревает одновременно с сортом Контакт. Высота растений 85-105 см, что в среднем на 25 см короче, чем у сорта Кубань 3. Устойчив к полеганию и осыпанию. Масса 1000 зерен 28-31 г. За период испытаний поражения пирикулярриозом отмечено не было.

Сорт Командор выведен в х. Привольном Пролетарского района. Масса 1000 зерен составляет 27-31 г. Средняя урожайность в регионе – 58,2 ц/га, что находится на уровне среднего стандарта. В Ростов-



ской области при урожайности 67,6 ц/га превысил стандарт Боярин на 5,0 ц/га. Максимальная урожайность 77,8 ц/га получена в 2006 г. в Ростовской области. Среднеспелый, вегетационный период составляет 114-116 дней, созревает одновременно с сортом Боярин. Устойчив к полеганию и осыпанию. По данным заявителя обладает полевой устойчивостью к пирикулярриозу. Холодостойкий. Способен преодолевать слой воды в фазу всходов, поэтому возможно его возделывание без применения гербицидов.

Сорт Светлый выведен в х. Приманычский. За годы испытаний средняя урожайность в регионе составила 49,5 ц/га, что на 2,2 ц/га выше среднего стандарта. В Ростовской области при урожайности 56,5 ц/га превысил урожайность стандарта Контакт на 5,4 ц/га. Максимальная урожайность 63,4 ц/га получена в 2004 г. в Ростовской области. Среднеранний, вегетационный период длится 87-113 дней, созревает в среднем на 2-3 дня позднее сорта Контакт. Устойчив к полеганию и осыпанию. Масса 1000 зерен составляет 27-29 г. Технологические и кулинарные качества хорошие и отличные. Стекловидность и выход целого ядра высокие.

Сорт Кубань 3 Создан методом индивидуального отбора из сорта Красноармейский 313. Сорт относится к среднеранней группе. Вегетационный период – 105-110 дней. Масса 1000 зерен – 30-32 г. Отношение длины к ширине зерновки 1,6-1,7. Пленчатость 18-20 %. Устойчивость к стрессовым факторам среды. Сорт среднеустойчив к засолению и пирикулярриозу. Высокоустойчив к низким положительным температурам в период прорастания. Урожайность. Во всех зонах рисосеяния урожайность не ниже 50 ц/га. Кубань 3 лучше других сортов переносит глубокое длительное затопление. Менее требователен к температурному режиму. Сорт может использоваться для возделывания по технологии без применения противозлаковых гербицидов. Регулируя водный режим на посевах Кубань 3 нужно учитывать, что растения склонны к полеганию. Если в начальные фазы вегетации растения сорта могут переносить глубокое затопление, то с фазы трубкования – выметывания на поле должен поддерживаться минимальный слой воды 10-12 см.

Сорт Новатор дает среднюю урожайность в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах 49,8 и 38,6 ц/га, что соответственно на 2,4 и 2,2 ц/га выше среднего стандарта. В сравнении со стандартом

Контакт в Ростовской области и Республике Калмыкия при урожайности 56,1 и 47,7 ц/га прибавка соответственно составляет 5,0 и 3,4 ц/га. В Западно-дельтовой зоне Краснодарского края его урожайность на уровне стандарта Изумруд. Максимальная урожайность 60,1 ц/га получена в 2005 г. в Ростовской области. Раннеспелый, вегетационный период длится 74-111 дней, созревает на 2-3 дня раньше сорта Изумруд. Устойчив к полеганию и осыпанию. Масса 1000 зерен составляет 28-31 г. Технологические и кулинарные качества хорошие и отличные. Стекловидность и выход целого ядра высокие. Среднеустойчив к засолению почвы. Способен преодолевать слой воды в фазу всходов, поэтому возможно возделывание без применения гербицидов. По данным заявителя практически устойчив к пирикуляриозу и рисовой листовой нематоде.

Сорт Серпантин за годы испытаний в регионе показал среднюю урожайность 47,2 ц/га, что на 3,8 ц/га выше среднего стандарта. В Ростовской области превысил стандарт на 10,8 ц/га при урожайности 68,7 ц/га. Максимальная урожайность 74,9 ц/га получена в 1999 году в Ростовской области. Раннеспелый, вегетационный период составляет 80-115 дней, созревает одновременно с сортом Контакт или на 1-3 дня позднее. Высота растений 85-105 см. Устойчив к полеганию и осыпанию. Масса 1000 зерен 27-32 г. По данным оригинатора благодаря быстрым темпам роста в начальный период может возделываться по безгербицидной технологии. В условиях конкурсного испытания в 1997 году в Краснодарском крае отмечалось его сильное поражение пирикуляриозом (93 %).

Необходимо отметить, что сорта, которые разработаны селекционерами ВНИИЗК для Ростовской области, считаются наиболее подходящими для выращивания, т.к. они разрабатывались с учетом особенностей климатических условий данной зоны.

Сейчас ростовские селекционеры работают над созданием нового сорта под названием «Кубояр» – помесь знаменитых сортов Кубани и Боярина, способного дать 10-12 т/га риса. На создание нового сорта обычно уходит от 8 до 10 лет, т.е. ученые сейчас на полпути. На сегодняшний день средняя урожайность сорта Кубояр на сортовом участке ОПХ «Пролетарское» в 2011 году составила 7,5 т/га, а максимальная 9,07 т/га. Когда сорт Кубояр появится в виде элитных семян

он будет способен произвести настоящую революцию в северном рисоводстве.

### **Список использованных источников**

1 Государственный реестр селекционных достижений (по состоянию на 31.01.2012 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gossort.com>, 2012.

2 Донская агросправка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://donagrospravka.narod.ru>, 2012.

УДК 631.67:633.2/.3

**С. А. Селицкий, О. В. Егорова (ФГБНУ «РосНИИПМ»)**

## **ОРОШЕНИЕ – ГАРАНТ СТАБИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ**

В статье приводятся статистические показатели развития животноводства и кормопроизводства за последние годы. Отмечается влияние природно-климатических факторов на формирование кормовой базы, от которой во многом зависит производство животноводческой продукции. Приводятся результаты полевых исследований по возделыванию холодостойких кормосмесей на орошаемых землях.

Животноводство является одной из основных отраслей агропромышленного комплекса. Его развитие во многом определяет уровень потребления населением продовольствия, качество продуктов питания, состояние внутреннего рынка и, в конечном итоге, продовольственную безопасность страны. Известно, что продуктивность сельскохозяйственных животных зависит от многих факторов – породных особенностей, условий содержания, их физиологического состояния. Но главный из них все же – это организация полноценного кормления, обеспеченность кормовой базы, под которой понимается объем и качество кормов, научно обоснованная система их производства, приготовления, хранения и использования в общественном животноводстве.

Основным звеном кормовой базы является кормопроизводство, которое представляет собой сложную производственную систему, занимающуюся производством, заготовкой и хранением различных видов кормов для сельскохозяйственных животных, и должно развиваться в соответствии с потребностями животноводства.

Кормопроизводство – важнейшая отрасль сельского хозяйства, состояние которой определяет эффективность животноводства. Производство животноводческой продукции и продуктивность скота находятся в прямой зависимости от обеспеченности кормами в требуемых количестве, видовой структуре и составе питательных элементов.

Взаимосвязь между животноводством и кормопроизводством можно проследить на основании статистических показателей за последнее время развития этих отраслей (таблица 1) [1].

**Таблица 1 – Урожайность кормовых культур в среднем по России**

Культура (корм)	Урожайность, ц/га		
	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Кукуруза на силос, зеленый корм и сенаж	163	171	101
Кормовые корнеплоды (включая сахарную свеклу на корм скоту)	265	267	189
Сено многолетних трав	16,9	16,3	13,9
Сено однолетних трав	16,9	16,5	13,6
Сено естественных сенокосов (включая улучшенные) в сельскохозяйственных организациях	8,7	8,7	8,3

Эти значения приведены в среднем по России. Тенденция снижения урожайности характерна и в регионах, включая ЮФО и Ростовскую область в частности.

Климатические условия в 2009 и 2010 годах были крайне неблагоприятными для возделывания сельскохозяйственных культур. Недостаток увлажнения на всей территории России привел к снижению урожайности практически всех основных кормовых культур. Сокращение производства кормов отразилось и на показателях животноводческой отрасли (таблицы 2, 3) [1].

**Таблица 2 – поголовье крупного рогатого скота**

Регион	Поголовье, тысяч голов			
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2010 г. в % к 2009 г.
Российская Федерация	21038	20671	19970	96,6
Ростовская область	586	589	567	96,3

**Таблица 3 – Производство основных продуктов животноводства**

Показатели	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2010 г. в % к 2009 г.
Скот и птица на убой (в живом весе), тыс. т	9331	9972	10487	105,2
Молоко, млн т	32,4	32,6	31,9	97,9

Естественно, что сокращение производства продуктов животноводства приводит к увеличению их импорта.

В настоящее время потребность животноводства в кормах удовлетворяется не полностью. Производство кормов на 1 условную голову крупного рогатого скота в последнее двадцатилетие – 21,5-23,5 ц к.е. в год, что существенно ниже нормативного показателя (35-40 ц к.е.), а расход их за этот период составлял 71-80 % нормы. Поэтому особое значение должно уделяться интенсификации кормопроизводства.

Одним из основных факторов повышения валовых сборов кормов является увеличение доли орошаемых земель под кормовыми культурами. Об этом свидетельствуют данные по урожайности кормовых культур, возделываемых на орошаемых и богарных землях (таблица 4) [2].

**Таблица 4 – Урожайность кормовых культур на орошаемых и богарных землях**

Культура	Урожайность, ц/га		Прибавка от орошения, %
	на орошении	на богаре	
Кукуруза на силос	234	181	129,3
Многолетние травы на сено	45,5	23,9	190,4
Многолетние травы на зеленый корм	257	154	166,9
Однолетние травы на сено	36,3	18,9	192,1
Однолетние травы на зеленый корм	172	98	175,5

Из данных видно, что возделывание кормовых культур на орошаемых землях обеспечивает увеличение урожайности почти в два раза по сравнению с богарой.

В связи с этим, актуальными остаются вопросы, связанные с разработкой технологий возделывания кормовых культур на орошаемых землях, установлением параметров режимов орошения.

В 2011 году в ЗАО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области нами проводились исследования по изучению влияния состава компонентов на продуктивность кормосмесей ранневесеннего срока посева. Кормосмеси ранневесеннего срока посева предназначались для использования в качестве зеленого корма для крупного рогатого скота. Посев проводился во II декаде апреля. Предшественник – кукуруза на зерно. Уборка кормосмесей на зеленую массу проводилась в начале цветения бобовых и крестоцветных компонентов. Укосная спелость двухкомпонентных кормосмесей на зеленый корм наступала через 48-55 дней. Структура урожая,

урожайность зеленой массы и сухого вещества по вариантам опыта приведены в таблице 5.

**Таблица 5 – Урожайность кормосмесей ранневесеннего срока посева**

Вариант	Урожайность зеленой массы, т/га	Структура урожая, %			Урожайность сухого вещества, т/га
		злаковые	бобовые	крестоцветные	
Горох + овес (контроль)	38,62	49	51	-	5,78
Горох + ячмень яровой	33,55	47	53	-	5,12
Горчица сарептская + овес	41,23	34	-	66	6,20
Горчица сарептская + ячмень яровой	40,89	32	-	68	6,15
Рапс яровой + овес	48,56	33	-	67	7,25
Рапс яровой + ячмень яровой	47,33	31	-	69	7,09
Точность опыта 1,53 %, НСР <sub>0,95</sub> 0,29 т/га					

Урожайность горохо-овсяной смеси, принятой за контроль, в 2011 году составила 38,62 т/га зеленой массы. Посевы смеси злаковых и бобовых культур обеспечивали меньшую урожайность (33,55-38,62 т/га), чем посевы злаково-крестоцветных смесей (40,89-48,56 т/га). Максимальную урожайность показала кормосмесь рапс яровой + овес – 48,56 т/га зеленой массы. Также высокая урожайность наблюдалась на варианте с рапсом и ячменем – 47,33 т/га.

Полевой опыт проводился на фоне орошения. Способ орошения – дождевание, дождевальная машина Irriland. Поливы назначались при снижении влажности расчетного 0,6 м слоя почвы до 80 % НВ. Метеорологические условия вегетационного периода растений обусловили следующий режим орошения (таблица 6).

**Таблица 6 – Режим орошения кормосмесей ранневесеннего срока посева**

Номер полива	Дата полива	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Количество поливов	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
1	20.IV	450	3	1350
2	27.IV	450		
3	25.V	450		

Так, в 2011 году на посевах кормосмесей холодостойких культур было проведено 3 полива поливными нормами 450 м<sup>3</sup>/га. Оросительная норма в полевом опыте составила 1350 м<sup>3</sup>/га.

Сопутствующие полевому опыту учеты и наблюдения позволили произвести упрощенный расчет водного баланса и установить суммарное водопотребление кормосмесей (таблица 7).

**Таблица 7 – Суммарное водопотребление кормовых культур**

Культура	Поступление влаги			Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т
	из почвы, м <sup>3</sup> /га	оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	осадки, м <sup>3</sup> /га			
Горох + овес (К)	405	1350	530	2285	38,62	59,2
Горох + ячмень яровой	360	1350	530	2240	33,55	66,8
Горчица сарептская + овес	430	1350	530	2310	41,23	56,0
Горчица сарептская + ячмень яровой	416	1350	530	2296	40,89	56,2
Рапс яровой + овес	457	1350	530	2337	48,56	48,1
Рапс яровой + ячмень яровой	444	1350	530	2324	47,33	49,1

Сумма атмосферных осадков за вегетацию кормосмесей составила 530 м<sup>3</sup>/га, оросительная норма – 1350 м<sup>3</sup>/га, из почвы было использовано влаги от 360 до 457 м<sup>3</sup>/га в зависимости от кормосмеси. Суммарное водопотребление кормосмесей в 2011 году варьировало по вариантам от 2240 до 2337 м<sup>3</sup>/га. Коэффициенты водопотребления кормосмесей были различными в зависимости от варианта: от 48,1 до 66,8 м<sup>3</sup>/т. Наиболее эффективно влага использовалась на вариантах посева ярового рапса с овсом и рапса с ячменем.

Таким образом, наиболее продуктивными смесями холодостойких кормовых культур в условиях 2011 года являлись рапсо-овсяная и рапсо-ячменная смеси. Продуктивность этих кормосмесей составила 47,3-48,6 т/га зеленого корма, 6,3-6,6 т/га кормовых единиц и 72,1-82,7 ГДж/га обменной энергии. Для поддержания влажности 0,6 м слоя почвы не ниже 80 % НВ на посевах таких кормосмесей в среднесухой год потребовалось 3 полива по 450 м<sup>3</sup>/га.

#### **Список использованных источников**

1 Основные показатели сельского хозяйства в России. Росстат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>.

2 Рубин, М. Г. Мелиорация земель и кормопроизводство / М. Г. Рубин, В. М. Згодов, В. А. Лебедева // ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ». – М., 2009. – 31 с.

---

---

## РАЗДЕЛ II

### ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

---

---

УДК 631.453.003.12:626.82.001.63

**Е. М. Антоненко** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

**Н. В. Федорова** (ФГБОУ ВПО «ЮРГТУ (НПИ)»)

**Л. И. Игнашева** (ГНУ ДЗНИИСХ РАСХН)

#### АСПЕКТЫ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОЧВ

Для изучения способов снижения активности подвижных форм соединений тяжелых металлов были исследованы свойства промышленных отходов тепловых электростанций. Проведенные эксперименты показали высокие сорбционные свойства каждого компонента золошлаковых материалов (ЗШМ) по отношению к неорганическим кислотам. Предложены варианты использования ЗШМ для снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду.

При разработке проектной документации инженерно-экологических изысканий для строительства или реконструкции мелиоративных сооружений необходимо проводить экологическую оценку почв, грунтов, атмосферного воздуха и других природных сред. Объем и структура изысканий в каждом конкретном проекте устанавливается в зависимости от особенностей использования территории, характера и степени существующих антропогенных воздействий, сложности гидрогеологических и санитарно-эпидемиологических условий, степени изученности почвенного покрова и прочих факторов [1].

Степень химического загрязнения почвенного покрова оценивают в соответствии с СП 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» [2]. Суммарный показатель степени химического загрязнения почв учитывает количество вредных веществ, их концентрацию и кратность превышения каждого компонента над фоновым значением. При этом не учитывается степень подвижности и, следовательно, токсичной активности соединений тяжелых металлов.

Инженерно-экологические изыскания помимо оценки экологического воздействия включают разработку предложений и мероприятий для снижения неблагоприятных последствий антропогенного воздействия, восстановления и оздоровления природной среды. В каче-



стве одного из способов снижения подвижности ионов металлов в почве предлагается использовать внесение промышленных отходов от тепловых электростанций (ТЭС). В связи с этим представляет интерес исследование процессов, которые будут происходить в почве при внесении определенных фракций данных отходов. При сжигании угля на ТЭС в атмосферу выбрасываются тонны кислотообразующих газов, а минеральная составляющая преобразуется в золошлакоматериалы (ЗШМ) различного состава, которые складировются в отвалы. В России ежегодно образуется не менее 25 млн тонн промышленных отходов только от тепловых электростанций. В результате из оборота выводятся значительные площади плодородных земель, происходит масштабное загрязнение почв и грунтовых вод.

В эксперименте, проводимом сотрудниками кафедры «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВПО «ЮРГТУ (НПИ)» и специалистами ФГБНУ «РосНИИПМ», изучали золу-унос после электрофильтра (зола 1), золу из системы гидрозолоудаления (зола 2), шлак – нелетучую стекловидную фазу ЗШМ Новочеркасской ГРЭС. В ходе эксперимента измеряли уровень водородного показателя (рН) реагента без ЗШМ и с образцами ЗШМ в момент перемешивания и после заданных интервалов времени. В таблице 1 представлены результаты исследования уровня рН при взаимодействии ЗШМ с азотной и серной кислотами, а также с дистиллированной водой.

**Таблица 1 – Результаты исследования уровня рН при взаимодействии золошлакоматериалов с реагентами**

№ пробы	Реагент	Вид ЗШМ	рН реагента	рН реагента + ЗШМ	Уровень рН по истечении времени				
					1 час	1 сутки	2 суток	4 суток	8 суток
1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Зола 1	1,29	3,02	2,17	3,36	3,75	3,97	4,32
2		Зола 2	1,29	2,63	2,41	3,35	3,79	4,05	4,31
3		Шлак	1,29	1,80	1,74	1,51	1,20	1,67	2,05
4	HNO <sub>3</sub>	Зола 1	0,84	1,94	1,71	2,55	3,22	3,45	3,65
5		Зола 2	0,84	1,69	1,65	2,39	3,07	3,45	3,61
6		Шлак	0,84	1,59	1,43	1,18	0,92	1,39	1,60
7	H <sub>2</sub> O	Зола 1	6,30	8,91	8,93	8,60	8,44	8,25	8,20
8		Зола 2	6,30	10,20	10,1	9,62	9,45	9,04	8,73
9		Шлак	6,30	8,90	8,57	8,68	8,29	7,88	7,80

В результате эксперимента выявлены высокие сорбционные свойства каждого компонента золошлакоматериала по отношению к неорганическим кислотам. Динамика снижения уровня рН показала протяженный во времени характер реакций с участием ЗШМ. Фактически ЗШМ при накоплении в отвалах и контакте с осадками, содер-

жащими растворенные кислотообразующие газы («кислотные дожди»), подвержены вымыванию, что в свою очередь ухудшает состояние почвенного покрова и подземных вод.

Химико-минералогический состав золы соответствует составу минеральной части сжигаемого сырья. По литературным данным зола и шлак состоят на 85-95 % из глинистых минералов, аргиллитов и алевролитов, т.е. из тех же осадочных пород, которые повсеместно распространены в среде обитания человека [3]. Оставшиеся 5-15 % – преимущественно соединения железа, кальция и микроэлементов. Зола каменного угля представляет собой алюмосиликаты с включением дисперсных частиц кварцевого песка. В процессе сжигания минеральной части топлива образуются разновидности алюминатов и силикатов кальция. Наибольшую долю золы-уноса составляют алюмосиликатные соединения, процентное содержание которых варьирует от 40 до 65 % от всей массы.

Исходя из вышеизложенного, в отношении рассматриваемых образцов промышленных отходов Новочеркасской ГРЭС можно предложить следующие мероприятия по оздоровлению окружающей природной среды:

- высокощелочной уровень рН ЗШМ применим в разработке мелиорирующих смесей для нейтрализации подвижности токсичных металлов в почвах, а также для снижения коррозирующих свойств грунтов по отношению к железобетонным конструкциям, прокладке кабелей связи и т.п.;

- минеральный состав и физико-химические свойства ЗШМ позволяют использовать их в качестве сырья строительной индустрии (производство цемента, кирпича, модификаций бетона, шлакоблоков, легких заполнителей, рубероида, керамзита).

### **Список использованных источников**

1 Инженерно-экологические изыскания для строительства: СП 11-102-97: утв. Госстроем России 10.07.97: введ. в действие с 15.08.97. – М.: Госстрой России, 2001. – 36 с.

2 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы: СП 2-1-7-1287-03: утв. Госстроем России 10.07.97: введ. в действие с 15.06.03. – М., Госстрой России, 2003. – 12 с.

3 Джонс, М. П. Прикладная минералогия. Количественный подход / М. П. Джонс. – М.: Недра, 1991. – 391 с.

**Н. А. Антонова, Ю. Е. Домашенко (ФГБНУ «РосНИИПМ»)**

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВОДОЗАБОРНО-ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

В статье приводятся результаты литературного аналитического обзора по повышению надежности водозаборно-очистных сооружений для орошения сельхозугодий с применением дождевальной техники. Рассмотрены основные технические показатели качества поливной воды и выявлено влияние ее качества на безремонтный срок эксплуатации дождевальных оросительных систем.

Обязательным компонентом оросительной системы являются водозаборно-очистные сооружения. Качество воды поверхностных водоемов и водотоков, выступающих в роли источника орошения, непрерывно ухудшаются под воздействием антропогенной деятельности человека. Состав природной воды современных объектов не соответствует рекомендациям к качеству оросительной воды, подаваемой на дождевальные машины.

Целью исследований является повышение надежности водозаборно-очистных сооружений для оросительных систем и снижение риска засоренности орошаемых сельхозугодий сорными растениями.

Оросительные водозаборно-очистные сооружения предназначены для забора воды из источника заданного расхода, подачи в систему орошения и ее защиты от попадания в нее взвешенных веществ, органических и неорганических включений, водорослей. В виду усиления негативного антропогенного воздействия на поверхностные воды усиливается и нагрузка на водозаборно-очистные сооружения.

При оценке качества оросительной воды определяют следующие показатели:

- температура воды;
- содержание в воде: взвешенных частиц, твердых органических и неорганических включений, растительных остатков (водорослей, семян);
- размер частиц твердых органических и неорганических включений.

Наличие семян сорных растений в используемой воде не только осложняет работу оросительной техники, но и способствует засорению орошаемых сельхозугодий сорными растениями.

В России из орошаемых земель более 54 % орошается дождеванием. Такой вид орошения наиболее близок к оптимальному попаданию влаги к растению, то есть к природному выпадению осадков. В настоящее время парк дождевальных машин, установок и отдельных аппаратов насчитывает более двух десятков типов, создающих искусственный дождь разного качества.

С развитием дождевания увеличивается парк дождевальных машин, появляются новые типы и модернизируются существующие. В этих условиях важным аспектом является максимально эффективная эксплуатация используемых дождевальных машин. Основными рабочими органами дождевальных машин являются насадки, образующие искусственный дождь. Качество дождя определяется параметрами используемых насадок, а, в частности, размер капель зависит от размера выходного отверстия насадок, наиболее распространенный размер – 0,9-1,1 мм. Малый диаметр выходных отверстий повышает риск засорения дождевателей механическими примесями, содержащимися в оросительной воде, а также семенами сорных растений, по размерам и физическим свойствам схожими с ними. Это приводит к увеличению эксплуатационных затрат на обслуживание дождевальной техники и снижению технических показателей работы дождевальных машин. Изменение безремонтного срока эксплуатации дождевальной насадки после проведения подготовки оросительной воды на этапе водозабора показаны в таблице 1.

**Таблица 1 – Влияние подготовки воды на безремонтный срок эксплуатации дождевальных насадок**

Размер выходного отверстия дождевальной насадки, мм	Среднее время работы насадки до полного засорения	
	без подготовки оросительной воды, ч	после подготовки оросительной воды, ч
0,7-2	12	36
2-10	24	48
10-20	48	более 72

Видим, что подготовка оросительной воды позволяет увеличить безремонтный срок эксплуатации дождевальных насадок в 2-3 раза. На практике подготовка оросительной воды ограничивается включением дырчатых или щелевых коробов в состав водозаборно-очистных сооружений, созданием заградений различных конструкций на поверхности водоема-оросителя, а также устройством дополнительных

отстойников, которые занимают значительные площади, пригодные для сельскохозяйственного использования.

Авторами предлагается для подготовки оросительной воды применять способ фильтрации. Фильтрация позволяет удалить из природной воды частицы различного происхождения в широком диапазоне размеров улавливаемых частиц. Значения основных определяемых показателей до и после применения предлагаемого способа показаны в таблице 2.

**Таблица 2 – Изменение показателей качества оросительной воды с применением предлагаемого способа подготовки оросительной воды**

Показатель	Содержание до подготовки, г/л	Содержание после подготовки, г/л
Взвешенные вещества	0,1-0,5	0,01-0,015
Твердые органические и неорганические включения	7-10	3-5
Растительные остатки (водоросли, семена сорных растений)	4-5	2,3-2,5

Использование предлагаемого способа подготовки оросительной воды позволяет после водозаборно-очистных сооружений получить воду высокого качества по анализируемым показателям. Это не только обеспечивает защиту элементов оросительной сети, но и позволяет использовать эти сооружения в составе очистных сооружений водоснабжения малых населенных пунктов.

Таким образом, вследствие ухудшения качества водных ресурсов и развития оросительной техники требуется дальнейшее совершенствование технологий подготовки природной воды. Наиболее приоритетным направлением является фильтрование и поиск новых фильтрующих материалов, что позволит увеличить безремонтный срок эксплуатации оросительной дождевальной техники более чем в 2 раза. В перспективе развития технология фильтрации природной воды может быть использована в качестве предварительного этапа подготовки воды для питьевого водоснабжения малых населенных пунктов.

#### **Список использованных источников**

1 Водозаборно-очистные сооружения и устройства: учеб. пособие для вузов / М. Г. Журба [и др.]; под ред. М. Г. Журба. – М.: Изд-во «АСТ», 2003. – 569 с.

2 СТО АИСТ 11.1-2010. Машины и установки дождевальные. Методы и оценки функциональных показателей. – Взамен СТО АИСТ 11.1-2004; введ. 2010-04-15. – М.: Минсельхоз России, 2004. – 64 с.

УДК 631.459: 628.111: 556.164.002.637

**Н. И. Балакай** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ДОЖДЕВЫХ ВОД НА ЭРОЗИЮ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОЧВ**

В статье приводится влияние поверхностного стока дождевых вод на эрозию различных типов почв. На всех типах почвы масса смытой почвы стоком дождевых вод в большей степени зависит от уклона поверхности почвы, водопроницаемости и интенсивности дождя. С увеличением содержания гумуса в почве от 2 % на бурых полупустынных почвах до 4-5 % на черноземах обыкновенных устойчивость почвы к размыву стоком дождевых вод повышается и масса смытой почвы уменьшается вдвое.

Поверхностный сток дождевых вод наибольший вред наносит землям сельскохозяйственного назначения, где в результате водной эрозии теряется верхний самый плодородный слой почвы. Это приводит к деградации почвенного покрова и снижению плодородия почвы.

Анализ научной литературы и наши исследования показывают, что в отдельных случаях смыв почвы талыми и дождевыми водами может достигать 100 т/га и более [1, 2].

Исследования по определению объемов стока, коэффициентов стока, размеров смыва почвы поверхностным стоком проводились в «РосНИИПМ» по общепринятым методикам [1, 2]. Для создания дождя различной интенсивности и продолжительности использовались дождевальные установки конструкции «РосНИИПМ». Слой осадков создавался равным 10%-ной обеспеченности.

Исследования проводились в 2006-2010 гг. на шести ключевых участках, расположенных в различных регионах России с различными типами почвы: черноземы обыкновенные (п. Степной Ростовской области); черноземы южные (ст. Тацинская Ростовской области); светло-каштановые (п. Дубовка Волгоградской области); бурые пустынно-степные (п. Джангр, Республика Калмыкия); темно-серые лесные (п. Кижеватово Пензенской области) и дерново-подзолистые (п. Чуркино Нижегородской области).

В процессе исследований нами были установлены показатели и закономерности поверхностного стока и смыва почвы от влияния

объемов стока талых и дождевых вод с рыхлой и уплотненной пашни, уклона поверхности почвы, водно-физических свойств почв, типа почв, способов обработки почвы и выращиваемых сельскохозяйственных культур на различных типах агроландшафтов.

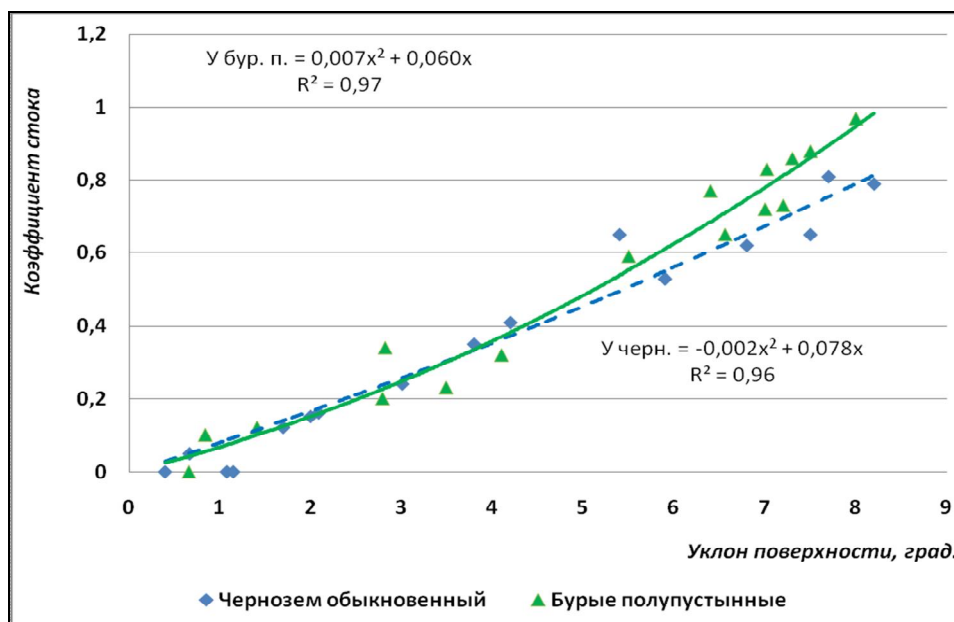
Анализ результатов исследований за последние 39 лет показал, что смыв почвы происходит в большей степени от стока дождевых вод, чем от стока талых вод как по рыхлой пашне (пар или зябрь), так и по уплотненной пашне (посевы однолетних или многолетних трав, целина).

Остановимся на результатах исследований стока и смыва почвы дождевыми водами по рыхлой пашне (пар).

Математический и статистический анализ полученных данных позволил установить, что при всех других равных условиях эксперимента наибольшее влияние на коэффициент стока и объем смыва почвы имеет уклон поверхности на всех типах почвы. Для примера ниже приводятся полиномиальные уравнения регрессии связи коэффициента стока и уклона поверхности почвы на черноземах обыкновенных ( $U_{\text{черн.}}$ ) и бурых полупустынных ( $U_{\text{бур. полупустын.}}$ ) (рисунок 1):

$$U_{\text{черн.}} = -0,002 \cdot x^2 + 0,078 \cdot x, \quad R^2 = 0,96;$$

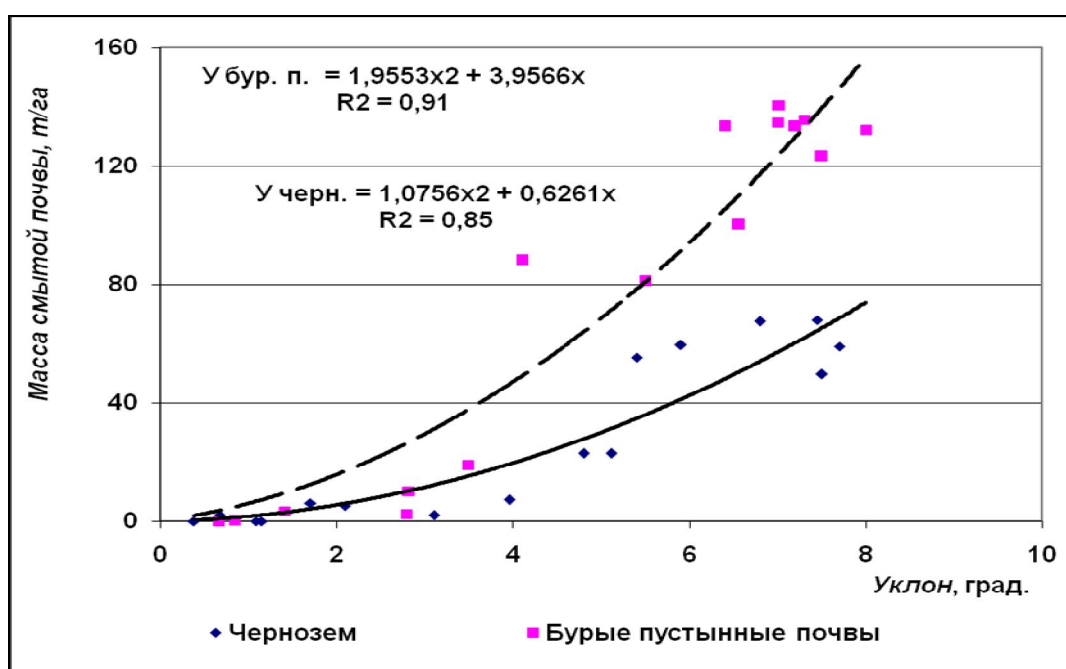
$$U_{\text{бур. полупустын.}} = 0,007 \cdot x^2 + 0,060 \cdot x, \quad R^2 = 0,97.$$



**Рисунок 1 – Влияние уклона поверхности почвы на коэффициент стока на черноземах обыкновенных и бурых полупустынных почвах**

Как видно из рисунка 1 черноземные почвы более устойчивы к размыву поверхностным стоком дождевых вод, чем, например, бурые полупустынные. Так, если при уклоне 1-4 градуса коэффициент стока примерно одинаковый, то при возрастании уклона до 7-8 градусов коэффициент стока на черноземах достигает 0,7-0,8, а на бурых полупустынных коэффициент стока доходит до 0,9 и приближается к 1,0.

По литературным источникам и по нашим данным наличие в черноземах большего количества гумуса способствует повышению устойчивости почвы к размыву и масса смытой почвы снижается. Это подтверждается данными, приведенными на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Зависимость массы смытой почвы от уклона поверхности и типа почвы**

Данные рисунка 2 показывают, что при всех прочих равных условиях проведения эксперимента со стоком дождевых вод на бурых полупустынных почвах смывается до 135,7 т/га почвы против максимальной величины на черноземах 67,9 т/га, т.е. в два раза больше. Причем увеличение массы смытой почвы происходит большими темпами, начиная с уклона поверхности более 4 градусов. Получены полиномиальные уравнения:

$$Y_{\text{черн.}} = 1,0756x^2 + 0,6261x, R^2 = 0,85;$$

$$Y_{\text{бур.полупустын.}} = 1,9553x^2 + 3,9566x, R^2 = 0,91.$$



Зависимости имеют высокую достоверность, коэффициент детерминации для черноземов равен  $R^2=0,85$ , а для бурых полупустынных  $R^2 = 0,91$ .

Аналогичные закономерности получены и при анализе данных по коэффициентам стока и смыву почвы стоком дождевых вод по уплотненной пашне, но коэффициенты стока и масса смытой почвы значительно ниже.

В процессе анализа полученных данных нами была установлена степень влияния на сток дождевых вод и смыв почвы других наиболее значимых факторов. Математическая обработка данных, полученных на черноземах обыкновенных, позволила установить, что кроме уклона ( $I$ , град.), следующими по степени влияния на величину смыва почвы ( $W$ , т/га) являются такие показатели, как водопроницаемость почвы ( $d$ , мм/мин) и интенсивность осадков ( $P_{in}$ , мм/мин).

Зависимость смыва почвы от нескольких факторов описывается уравнением вида:

$$W_{\text{п}} = -34,5025 + 9,7660 \cdot I + 10,5448 \cdot d + 7,0264 \cdot P_{in}, R^2 = 0,92.$$

Полученная математическая модель связи массы смытой почвы от уклона, интенсивности дождя и водопроницаемости почвы имеет высокий коэффициент аппроксимации (детерминации), равный  $R^2=0,92$ , и может быть использована при расчетах возможного смыва почвы при слое дождевых осадков 10%-ной обеспеченности. При использовании коэффициентов пересчета можно провести расчеты на любой другой слой осадков и для различных типов почв.

### **Выводы.**

На всех типах почвы масса смытой почвы стоком дождевых вод в большей степени зависит от уклона поверхности почвы, водопроницаемости и интенсивности дождя. С увеличением содержания гумуса в почве от 2 % на бурых полупустынных почвах до 4-5 % на черноземах обыкновенных устойчивость почвы к размыву стоком дождевых вод повышается и масса смытой почвы уменьшается вдвое.

### **Список использованных источников**

1 Методические указания по назначению компенсационных мероприятий по снижению размера ущерба от поверхностных стоков / В. Н. Щедрин [и др.]. – М.: Мелиоводинформ, 2009. – 66 с.

2 Полуэктов, Е. В. Расчет оптимальной структуры сельскохозяйственных угодий на биоэнергетической основе [Электронный ресурс] / Е. В. Полуэктов, О. А. Игнатюк, Н. И. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. – № 4(04). – 11 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=57&id=61>.

УДК 631.459:631.53.03

**Н. И. Балакай** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЭРОЗИИ ПОЧВ**

В статье приведено использование почвозащитных свойств растительности для предотвращения эрозии почв. Оценка почвозащитного влияния сельскохозяйственных культур проводится с помощью показателя средневзвешенного проективного покрытия. Рассчитан компенсационный коэффициент на степень проективного покрытия поверхности почвы растениями для дождевых вод. Использование почвозащитного действия сельскохозяйственных культур позволит уменьшить поверхностный сток и массу смытой почвы, что обеспечит более высокие урожаи сельскохозяйственных культур, равновесное состояние агроландшафта.

В настоящее время назрела необходимость освоения современных систем земледелия, ориентированных на дифференцированное использование сельхозугодий с учетом их эрозионной опасности, максимальную биологизацию и оптимизацию технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Вопросы оптимизации структуры сельскохозяйственных угодий и устойчивого функционирования агроландшафта весьма актуальны.

Высокая распаханность земель, односторонняя техногенная интенсификация растениеводства и другие негативные факторы вызывают усиленную деградацию почв, экологическое разбалансирование всего агроландшафта.

Наиболее широкие возможности здесь связаны с использованием почвозащитной роли растительности.

Выбор культур севооборота в последние годы все чаще определяется потребностями хозяйства и рыночным спросом, отчего умень-

шается набор чередующихся культур и сокращается количество лучших предшественников [1].

Оценка сельскохозяйственных культур по снижению их урожайности на эродированных почвах по сравнению с неэродированными проводится на основе определения средневзвешенного снижения урожая [2]:

$$U_{\text{ср.вз.}} = \frac{U_1 S_1 + U_2 S_2 + \dots + U_n S_n}{100}, \quad (1)$$

где  $U_{\text{ср.вз.}}$  – средневзвешенное снижение урожая неэродированных почвах;

$U_{1,2,\dots,n}$  – среднее снижение урожая на почвах различной степени эродированности;

$S_{1,2,\dots,n}$  – площади почв разной степени эродированности.

Для условий Ростовской области нами установлено, что к культурам, больше всего реагирующим на увеличение степени эродированности, относятся подсолнечник, гречиха, просо, сахарная свекла, картофель. Урожаи их уменьшаются на слабосмытых почвах на 15-40 %, среднесмытых – 35-60 %, сильносмытых – 75-90 %. На средне-, а особенно сильносмытых почвах урожай кукурузы на зерно и силос, озимой и яровой пшеницы, ячменя получают вдвое меньше [3].

Меньше всего реагируют на смытость многолетние травы. Это позволяет использовать их в качестве основного фитомелиорирующего средства при залужении средне- и сильносмытых почв [3].

Целесообразность возделывания той или иной культуры в эрозионных условиях связана с уровнем снижения урожайности на эродированных землях и с затратами на почвозащитные мероприятия. Наличие и степень развития эрозии в значительной степени определяют специализацию хозяйств и их производственных подразделений.

Оценка почвозащитного влияния сельскохозяйственных культур проводится с помощью показателя средневзвешенного проективного покрытия, определяемого для эрозионноопасных периодов [2]:

$$P_{\text{ср.вз.}} = \frac{P_1 \cdot S_1 + P_2 \cdot S_2 + \dots + P_n \cdot S_n}{100}, \quad (2)$$

где  $P_{\text{ср.вз.}}$  – средневзвешенное проектирование покрытие почвы;

$P_{1,2,\dots,n}$  – среднее проективное покрытие почвы культурой по месяцам или декадам эрозионноопасного периода;

$S_{1,2,\dots,n}$  – площади, занимаемые культурой, в процентах от посевной площади или площади севооборота.

Наши многолетние исследования позволили рассчитать компенсационный коэффициент на степень проективного покрытия поверхности почвы растениями для дождевых вод (таблица 1) [1].

**Таблица 1 – Поправочный компенсационный коэффициент на степень проективного покрытия поверхности почвы растениями для дождевых вод**

Величина проективного покрытия, % ( $x$ )	Культура или агрофон	$K_{III}$	Уравнение регрессии
0	Чистый пар	1,00	$K_{III} = -0,19066 \cdot \ln(x) + 0,9002$ при $R^2 = 0,89$
10-20	Пропашные	0,45	
20-30	Пропашные	0,35	
30-40	Пропашные	0,17	
20-40	Яровые колосовые	0,30	
30-50	Озимые колосовые	0,16	
40-60	Однолетние травы	0,10	
60-80	Многолетние травы	0,04	

В науке принято все растения по почвозащитной эффективности подразделять на три группы: хорошо-, средне- и слабозащищающие почву.

К первой группе относятся многолетние травы, ко второй – зерновые густопокровные культуры и однолетние травы (годовой смыв на их посевах в среднем в 2-4 раза меньше, чем на обработанной почве без растительного покрова), к третьей группе – все пропашные зерновые, технические, кормовые и овощные культуры, плодовые и виноградные насаждения, а также некоторые густопокровные культуры поздних сроков посева (просо, гречиха, суданская трава, сорго и др.). Смыв почвы на посевах культур последней группы снижается лишь на 10-25 % по сравнению с паром [2, 3].

Такое деление сельскохозяйственных культур по их почвозащитной эффективности объективно отражает их значение при задержке стока ливневых вод.

По нашим данным и данным других авторов по почвозащитному действию растительного покрова растения можно объединить в группы: хорошие, средние, слабые и плохие (таблица 2) [1, 2, 3].

**Таблица 2 – Почвозащитное действие полевых культур**

Почвозащитные растения			
хорошие	средние	слабые	плохие
Травосмесь	Озимая пшеница	Яровой ячмень	Кукуруза
Люцерна	Озимый ячмень	Овес	Сахарная свекла
Красный клевер	Рожь, тритикале	Горох, чина	Кормовая культура
Эспарцет	Озимые кормосмеси	Люпин	Подсолнечник
Лядвенец рогатый	Вика	Суданка	Картофель
	Рапс, сурепица	Яровые кормовые смеси	

Структура посева зависит от потребностей и возможностей хозяйства. Желательно было бы на больших площадях выращивать многолетние бобовые кормовые культуры. Хорошей почвозащитной культурой является люцерна.

Слабые и плохие в отношении защиты почвы растения занимают основную часть посевов – в среднем 55-65 % общей площади. Почвозащитное действие культур, относящихся к группе слабых, высеваемых густорядно весной, можно повысить соответствующей агротехникой.

При планировании севооборота необходимо учитывать сроки уборки предшественников, подготовку почвы, питательный режим, чистоту полей от сорняков, благоприятное физическое состояние почвы.

Почвозащитные севообороты планируются для площадей с уклоном более 5 %. Параллельно увеличению крутизны склона увеличивается соотношение культур хорошего или среднего почвозащитного действия. Почвозащитным считается севооборот, где доля хороших почвозащитных культур составляет не менее 25 %, плохих – не более 25 % [2].

На склоновых землях крутизной более 3° со средне- и сильноэродированными почвами следует вводить почвозащитные севообороты. На склонах с сильноэродированными почвами необходимо планировать постоянное залужение. На равнинных участках с наиболее плодородными неэродированными и слабоэродированными почвами севообороты целесообразно насыщать пропашными культурами.

На склонах повышенной крутизны с эродированными почвами ведущее место отводят культурам сплошного сева.

При обработке зяби на пологих односкатных склонах крутизной до  $2^\circ$  достаточно вспашки поперек склона. На более крутых участках ( $3-5^\circ$ ) поперечную вспашку необходимо дополнить валкованием, бороздованием или почвоуглублением. На склонах крутизной до  $8^\circ$  обязательным приемом должно быть щелевание зяби, посев многолетних трав и озимых. Это хорошо дополняет плоскорезную обработку почвы на склонах, которая способствует накоплению снега, увеличивает запасы влаги. Однако при дружном таянии снега сток с участков, где произведена поверхностная обработка почвы, может увеличиваться [2, 3].

Посев пропашных культур проводят только поперек склона. На пологих склонах до  $1-1,5^\circ$  разрешается квадратногнездовой посев. Междурядную обработку здесь нужно выполнять сначала вдоль, затем поперек склона. На более крутых склонах сеют только пунктирным способом. Дополнительно нужно щелевать междурядья при первой-второй обработках на глубину 18-20 см или окучивать посеvy. Эти мероприятия значительно сокращают сток ливневых вод и обеспечивают прибавку урожая. Полосное размещение культур применяется, в первую очередь, в почвозащитных севооборотах. Высокая почвозащитная эффективность полосного размещения сельскохозяйственных культур на эродируемых склонах может быть достигнута при условии максимального совмещения их направления с горизонталями местности. Подбор сельскохозяйственных культур проводится с учетом принятых севооборотов, структуры посевов.

### **Выводы.**

1 Для разработки почвозащитных мероприятий необходимо выявить площади, нуждающиеся в проведении почвозащитных мероприятий, и оценить степень потенциальной опасности проявления эрозии на них, что позволит обеспечивать условия для прекращения и предупреждения эрозионных процессов, рационального использования земель и конструирования эрозионно-безопасных агроландшафтов.

2 Использование почвозащитного действия сельскохозяйственных культур позволит уменьшить поверхностный сток и массу смытой почвы, что позволит получать более высокие урожаи сельскохозяй-

зяйственных культур, поддерживать агроландшафт в равновесном состоянии.

### **Список использованных источников**

1 Методические указания по назначению компенсационных мероприятий по снижению размера ущерба от поверхностных стоков / В. Н. Щедрин [и др.]. – М.: Мелиоводинформ, 2009. – 67 с.

2 Проектирование противоэрозионных мероприятий: сб. науч. тр. – М.: ГИЗР, 1973. – 140 с.

3 Балакай, Н. И. Оценка интенсивности проявления эрозии и почвозащитное действие сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс] / Н. И. Балакай // Научный журнал КубГАУ: политематический сетевой электрон. журн. / Кубанский гос. аграрн. ун-т. – Электрон. журн. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – № 65(01). – 11 с. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/01/03>. – Шифр Информрегистра: 0421100012/0023.

УДК 631.58:631.6.02:631.48

**Н. И. Балакай** (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

### **ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ АГРОЛАНДШАФТОВ**

В статье приводятся почвозащитные мероприятия на различных типах агроландшафтов, которые позволяют обеспечивать условия для прекращения и предупреждения эрозионных процессов, рационального использования земель и повышения плодородия почв и конструирования эрозионно-безопасных агроландшафтов. Необходимый почвозащитный эффект и рост производительной способности земли может быть достигнут лишь при дифференциации ее использования соответственно почвенным, рельефным, климатическим условиям, специализации хозяйств и почвозащитных мероприятий.

Успешная борьба с эрозией почв может быть осуществлена только при проведении комплексов противоэрозионных мероприятий, разрабатываемых с учетом местных природно-экономических условий.

Известно, что некоторые природные факторы лишь создают благоприятные условия для развития процессов эрозии. Основной же причиной современной эрозии является неправильная хозяйственная деятельность человека, приводящая к ослаблению почвозащитных свойств растительного покрова и противоэрозионной устойчивости почв.

Возросшие требования к охране окружающей среды и получению экологически безопасных продуктов питания требуют от производителей сельскохозяйственной продукции поиска новых подходов ко всей своей деятельности. На сегодняшний день наибольшее распространение получают системы земледелия на агроландшафтной основе.

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

Наряду с общими приемами защиты почв от эрозии следует назвать 4 основных общих направления противоэрозионных мероприятий [1]:

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

2 Повышение противоэрозионной устойчивости почв. Оно достигается почвозащитными приемами обработки почв, посевами культур, корневые системы которых повышают сопротивляемость почв эрозии, применением специальных препаратов.

3 Повышение почвозащитной роли растительного покрова, способного надежно защищать почву от эрозии.

4 Осуществление мер по мелиорации эродированных земель. Для защиты почв применяются организационно-хозяйственные, агро-мелиоративные, лесомелиоративные и гидромелиоративные противоэрозионные мероприятия.

Поэтому нами была разработана система почвозащитных мероприятий для различных типов агроландшафтов, которая позволяет обеспечивать условия для прекращения и предупреждения эрозионных процессов, рационального использования земель и повышения плодородия почв и конструирования эрозионно-безопасных агроландшафтов.

Комплекс противоэрозионных мероприятий дифференцируется по типу агроландшафта [2, 3].



Для полевого приводораздельного типа агроландшафта в качестве комплекса мероприятий выступают: контурно-полосное размещение сельскохозяйственных культур и агрофонов, полезащитные и стокорегулирующие лесные полосы при сочетании их со специальными агротехническими приемами (лункование, бороздование, щелевание, глубокое рыхление, мульчирование и др.). Необходимо применение занятых паров, промежуточных культур, перекрестных и узкорядных посевов. Здесь применяют зональную технологию обработки почв и интенсивные приемы агротехники с чередованием в севообороте по годам направления вспашки и посева. Площадь пашни может достигать 60-80 %.

Основу комплекса мероприятий для прибалочно-полевого или ложбинно-балочного типа агроландшафта составляют: контурно-полосное размещение сельскохозяйственных культур и агрофонов, применение агротехнических приемов (посев культур в направлении, близком к горизонталям, полосное размещение культур, промежуточные культуры, многолетние травы), стокорегулирующие лесные полосы и простейшие гидротехнические сооружения (валы-террасы, канавы с валами, водоотводящие валы, распылители стока, водозадерживающие валы). Площадь пашни может быть не более 60-70 %.

Для межбалочно-полевого или балочно-овражного типа агроландшафта в качестве комплекса мероприятий выступают стокорегулирующая и прибалочная лесные полосы, совмещенные по тальвегу ложбин и лощин с гидротехническими сооружениями в виде валов, канав, запруд. Между лесными насаждениями сельскохозяйственные культуры должны располагаться в виде контурных полос с таким расчетом, чтобы непосредственно у прибалочной лесной полосы размещались многолетние травы. Из агротехнических приемов должны применяться щелевание, кротование, почвоуглубление и одно- и многолетние агрофитоценозы, агротехнические почвозащитные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Площадь пашни должна составлять не более 45-60 %.

В балочно-овражном агроландшафте преобладают стокорегулирующие лесные полосы в сочетании с простейшими гидротехническими устройствами, горизонтальные или наклонные валы-террасы на поле, распылители стока, водоотводящие и водозадерживающие валы-канавы. Все технологические операции в рабочих контурах и полосах выполняют преимущественно по горизонталям местности.

Для овражно-балочно-полевого типа агроландшафта противоэрозионный комплекс включает стокорегулирующие, прибалочные лесные полосы, а также приовражные лесные насаждения, совмещенные с противоэрозионными гидротехническими сооружениями в виде валов, канав, запруд. На данном типе агроландшафта из агротехнических приемов целесообразно применение занятых паров, перекрестных и узкорядных посевов, посев культур в направлении, близком к горизонталям, мульчирование. Здесь применяют почвозащитные севообороты, в структуре которых не менее 50 % занимают многолетние травы и площадь пашни не должна превышать 35-50 %.

Для овражно-полевого типа агроландшафта в основу системы мероприятий должны быть положены элементы почвозащитной системы. Они включают заравнивание промоин на приовражных, прибалочных участках и берегах балок, выполаживание действующих оврагов с устройством гидротехнических сооружений (валы-террасы, распылители стока, водоотводящие валы и др.), создание приовражных, прибалочных лесных насаждений по берегам оврагов и балок, а также илофильтров по днищу балок, нарезку террас по откосам балок с последующим их залужением или посадкой древесных пород. Земли используются преимущественно как суходольные пастбища, поэтому рекомендуется улучшение кормовых угодий. На данном типе агроландшафта необходимо введение занятых паров, узкорядных посевов, полосное размещение культур, посев культур в направлении, близком к горизонталям, почвозащитных севооборотов, многолетних трав. Площадь пашни возможно не более 20-30 %.

Для равнинно-западинного типа агроландшафта в качестве основных элементов противоэрозионного комплекса необходима система ветроломных, стокорегулирующих лесных полос, а также применение специальных агротехнических мероприятий (глубокое рыхление, чизелевание, почвозащитные севообороты, мероприятия по снижению уровня грунтовых вод, засоления, осолонцевания и др.) и гидротехнических (пруды). Здесь рекомендовано использование земель под сенокосы и пастбища. Площадь пашни – не более 20-30 %.

Для террасового надпойменного типа агроландшафта в качестве основного противоэрозионного комплекса рекомендуется система ветроломных (приканальных), стокорегулирующих лесонасаждений по берегам рек и водоемов, а также применение специальных агротехнических мероприятий (чизелевание, кротование, мульчирование,

мероприятия по снижению уровня грунтовых вод, засоления, осолонцевания, переувлажнения и др.) и простейших гидротехнических сооружений (водоотводящие борозды, распылители стока). Комплекс агротехнических мероприятий на данном типе агроландшафта также должен обеспечивать влагосбережение, сохранение и накопление органического вещества, улучшение водно-физических свойств почвы, предотвращение процессов вторичного засоления и переуплотнения. Площадь пашни должна составлять не более 20-30 %.

Для пойменного типа агроландшафта противозерозионный комплекс состоит из системы приовражных защитных лесонасаждений, лесонасаждений по берегам рек и водоемов, а также специальных агротехнических мероприятий по предотвращению засоления и осолонцевания почв, водозадерживающих валов и валов-террас, валов-каналов, распылителей стока, посевов многолетних трав. При выпасе скота не превышают допустимые нагрузки на пастбища. Допускается доля пашни не более 10-20 %.

На мелиоративно неблагоприятных землях возможно применение циклического орошения. На этих площадях проводится комплекс мелиорации по восстановлению плодородия почвы.

Таким образом, разработанная система почвозащитных мероприятий для различных типов агроландшафтов позволяет обеспечивать условия для прекращения и предупреждения эрозионных процессов, рационального использования земель и повышения плодородия почв и конструирования эрозионно-безопасных агроландшафтов.

### **Список использованных источников**

1 Балакай, Н. И. Распределение основных видов деградации на различных типах агроландшафтов / Н. И. Балакай, Г. Т. Балакай, Е. В. Полуэктов // Вопросы мелиорации. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2007. – № 1-2. – С. 51-56.

2 Балакай, Н. И. Агроландшафты юга России и их классификация по типам / Н. И. Балакай, Г. Т. Балакай, Е. В. Полуэктов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: Геликон, 2006. – Вып. 35. – С. 43-47.

3 Система мелиоративных мероприятий для различных типов агроландшафтов, обеспечивающих устойчивость к деградационным

процессам и повышение плодородия почв: рекомендации / В. Н. Щедрин [и др.]. – М.: Столичная типография, 2008. – 84 с.

УДК 631.413.3

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

## **МЕТОДЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ДИАГНОСТИКИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ**

В статье рассмотрены показатели диагностики засоления почв, принятые в нашей стране и за рубежом. Представлены расчетные и дистанционные методы определения засоления почв.

Засоленные почвы – это группа почв разного генезиса и свойств, имеющих в профиле такое количество легкорастворимых солей, которое ухудшает плодородие почв и отрицательно влияет на рост и развитие большинства растений. По данным Международного института окружающей среды и развития (International Institute for Environment and Development) и Института мировых ресурсов (World Resources Institute) около 10 % поверхности континентов покрыто засоленными почвами. В большей степени они распространены в аридных районах. Серьезно проблема засоления проявляется в 75 странах мира (Австралия, Китай, Индия, Ирак, Мексика, Пакистан, США и др.). В России засоленные почвы составляют около 54 млн га или 3,3 % общей площади. По данным мелиоративного кадастра на 01.01.2007 г. из общей площади орошаемых земель, составляющей 4474,1 тыс. га, около 17 % являлись засоленными, более 8 % солонцеватыми [1, 2, 3], поэтому предотвращение и борьба с засолением на орошаемых землях являются актуальными проблемами. Чтобы правильно выстроить программу мелиоративных мероприятий необходимо точно диагностировать проблему, выяснить тип, химизм и степень засоления почв.

С точки зрения плодородия почв наиболее важным показателем является засоленность верхнего метрового (корнеобитаемого) слоя. Наличие солей во втором метре почвенного профиля и подстилающих породах способствует развитию вторичного засоления. Эта информация является обязательной при мелиоративной оценке засоленных почв.

Морфологически разделение засоленных почв по глубине, химизму и степени засоления затруднено, поэтому выделение засолен-

ных почв, их диагностика и классификация основаны на результатах химических анализов. Перечень показателей, используемых для оценки засоления почв, представлен в таблице 1 [4].

**Таблица 1 – Перечень показателей засоления почв**

Свойства почв	Показатели почв
1	2
Распределение солей в почвенном профиле	1 Верхняя граница залегания солей, см 2 Мощность солевого профиля, см 3 Глубина залегания горизонта, максимального содержания солей, см 4 Солевой профиль (графическое изображение распределения ионов в почвенном профиле) 5 Глубина залегания грунтовых вод, см
Химизм засоления почв и грунтовых вод	1 Содержание конкретных ионов (хлоридов, сульфатов, кальция и др.), ммоль экв/100 г почвы, ммоль экв/л, мг-экв/100 г почвы 2 Соотношение миллимолей эквивалентов ионов ( $Cl^- : SO_4^{2-}$ и др.)
Кислотно-основные свойства (щелочность) почв и грунтовых вод	1 рН почвенных растворов, паст, суспензий 2 Виды щелочности: общая щелочность, органическая щелочность, боратная щелочность, сульфидная щелочность 3 Остаточный карбонат натрия: $RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$
Степень засоления почв и минерализация грунтовых вод	1 Концентрация солей в почвенных растворах и грунтовых водах, мг/л, г/л 2 Плотный или сухой остаток, определенный методом водных вытяжек, % 3 Сумма солей, определенная методом водных вытяжек, % 4 Сумма токсичных солей, определенная методом водных вытяжек, % 5 Содержание отдельных ионов, ммоль экв/100 г почвы, ммоль экв/л, мг-экв/100 г почвы 6 Активность отдельных ионов, (pNa, pCl и др.) 7 Электропроводность фильтратов из насыщенных водой почвенных паст (ЕС), мСм/см, дСм/м 8 Запас легкорастворимых солей в слое почвы, т/га, кг/м <sup>2</sup> 9 Показатель сезонной аккумуляции солей
Солонцеватость	1 Морфологические признаки (структура и степень выраженности солонцового горизонта) 2 Мощность надсолонцового горизонта, см 3 Содержание обменного натрия, ммоль экв/100 г почвы, мг-экв/100 г почвы, ммоль(+)/100 г почвы 4 Доля или % обменного натрия от емкости катионного обмена (ЕКО) или от суммы обменных катионов 5 SAR – показатель адсорбируемого натрия почвенного раствора или фильтрата из водонасыщенной пасты или оросительной воды (находят расчетным путем), единицы SAR

## Продолжение таблицы 1

1	2
Гипсоносность почв	1 Верхняя граница залегания гипса, см 2 Глубина залегания горизонта максимального скопления гипса, см 3 Содержание гипса в почвенных горизонтах (распределение гипса в почвенном профиле), % 4 Запас гипса в слое почвы, т/га 5 Формы гипсовых новообразований
Карбонатность почв	1 Верхняя граница залегания карбонатов, см 2 Глубина залегания горизонта максимального скопления карбонатов, см 3 Содержание карбонатов в почвенных горизонтах (распределение гипса в почвенном профиле), % 4 Запас карбонатов в слое почвы, т/га 5 Формы карбонатных новообразований

Среди засоленных почв выделяют почвы, засоленные нейтральными солями (хлоридами и сульфатами), и щелочные почвы, засоленные гидrolитически щелочными солями (в основном, карбонатами и гидрокарбонатами натрия). Деление почв на нейтрально-засоленные и щелочные принципиально, почвы этих двух групп резко различаются по химическим и физическим свойствам, различны и приемы их мелиорации.

Основным анализом, на основе которого диагностируется засоление в нашей стране, является анализ водной вытяжки при соотношении почва : вода = 1:5, в ходе которого определяют содержание основных ионов и рН. На основе полученных данных определяют химизм и степень засоления (таблицы 2, 3) [1].

В ходе приготовления водной вытяжки реальное содержание ионов в почвенном растворе искажается, поэтому для диагностики почвенного засоления вместо водной вытяжки также используют фильтраты из насыщенной водой почвы [5]. Анализ получения фильтрата не требует сложной аппаратуры, основной его недостаток трудоемкость. В фильтратах определяют электропроводность, рН и содержание основных ионов. Например, в США в зависимости от значений электропроводности и натриево-адсорбционного отношения (SAR) засоленные почвы делят на 3 категории [6]: засоленные, содово-засоленные и щелочные (таблица 4).

**Таблица 2 – Химизм засоления почв по соотношению анионов в водной вытяжке**

Химизм засоления (по отношению ионов, ммоль (экв)/100 г почвы)			
Нейтральное засоление	Щелочное засоление		Карбонатно-щелочноземельное засоление
$\text{Щ}_{\text{общ}} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , pH < 8,5	$\text{Щ}_{\text{общ}} > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , pH > 8,5		$\text{Щ}_{\text{общ}} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , pH < 8,5
$\text{Щ}_{\text{общ}} < 20\%$ от суммы анионов	$\text{Щ}_{\text{общ}} > 20\%$ от суммы анионов	$\text{Щ}_{\text{общ}} < 20\%$ от суммы анионов	$\text{Щ}_{\text{общ}} > 20\%$ от суммы анионов
Хлоридный $\frac{\text{Cl}^-}{\text{SO}_4^{2-} \text{ токс}} > 2$	Содовый $\text{Щ}_{\text{общ}} > \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$	Хлоридный и сульфатно-хлоридный с участием соды $\text{Щ}_{\text{общ}} < \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$	Сульфатно-хлоридно-карбонатный $\text{Щ}_{\text{общ}} > \text{Cl}^-$ , $\text{Щ}_{\text{общ}} > \text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$
Сульфатно-хлоридный $\frac{\text{Cl}^-}{\text{SO}_4^{2-} \text{ токс}} > 2-1$	Хлоридно-содовый $\text{Щ}_{\text{общ}} > \text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-} < 20\%$ от суммы анионов	Сульфатный и хлоридно-сульфатный с участием соды $\text{Щ}_{\text{общ}} < \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$	Хлоридно-сульфатно-карбонатный $\text{Щ}_{\text{общ}} > \text{Cl}^-$ , $\text{Щ}_{\text{общ}} > \text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$
Хлоридно-сульфатный $\frac{\text{Cl}^-}{\text{SO}_4^{2-} \text{ токс}} > 1-0,5$	Сульфатно-содовый $\text{Щ}_{\text{общ}} > \text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^- < 20\%$ от суммы анионов		
Сульфатный $\frac{\text{Cl}^-}{\text{SO}_4^{2-} \text{ токс}} > 0,5$	Содово-хлоридный $\text{Щ}_{\text{общ}} > \text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-} < 20\%$ от суммы анионов		
	Содово-сульфатный $\text{Щ}_{\text{общ}} > \text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^- < 20\%$ от суммы анионов		

**Таблица 3 – Классификация почв по степени засоления в зависимости от химизма засоления**

Степень засоления почв	Химизм засоления (по отношению ионов, ммоль (экв)/100 г почвы)					
	Нейтральное засоление			Щелочное засоление		Карбонатно-щелочноземельное засоление
	X C-X	X-C	C	Сд X-Сд Сд-X	C-Сд Сд-X	C-X-K
Порог токсичности (незасоленные почвы)	< 0,10	< 0,20	< 0,30	< 0,10	< 0,15	< 0,20
	< 0,05	< 0,10	< 0,15	< 0,05	< 0,15	< 0,15
Слабая	0,10-0,20	0,20-0,40 (0,60)	0,30(1,00)-0,60(1,20)	0,10-0,20	0,15-0,25	0,20-0,40
	0,05-0,12	0,10-0,25	0,15-0,30	0,05-0,12	0,15-0,25	0,15-0,30
Средняя	0,20-0,40	0,40 (0,60)-0,60 (0,90)	0,60(1,20)-0,80(1,50)	0,20-0,30	0,25-0,40	0,40-0,50
	0,12-0,35	0,25-0,50	0,30-0,60	0,15-0,30	0,25-0,40	0,30-0,50
Сильная	0,40-0,80	0,60 (0,90)-1,00 (1,40)	0,80(1,5)-1,5(2,0)	0,30-0,50	0,40-0,60	Не встречается
	0,35-0,70	0,50-1,00	0,60-1,50	0,30-0,50	0,40-0,60	
Очень сильная	> 0,80	> 1,00 (1,40)	> 1,50 (2,00)	> 0,50	> 0,60	
	> 0,70	> 1,00	> 1,50	> 0,50	> 0,60	
Примечание: в верхней строке – сумма солей, в нижней строке – сумма токсичных солей, %; цифры в скобках соответствуют степеням засоления по сумме солей в почвах, содержащих гипс; X – хлоридный; C – сульфатный; Сд – содовый; К – карбонатный; степень засоления почв с участием соды (таблица 2) оценивается по критериям почв щелочного засоления						



**Таблица 4 – Классификация засоленных почв по результатам анализов фильтратов из водонасыщенной почвенной пасты**

Показатель	Классификация			
	Незасоленные	Засоленные	Щелочные	Содово-засоленные
Электропроводность, дСм/м	< 4	> 4	< 4	> 4
SAR	< 13	< 13	> 13	> 13

Определение электропроводности проводится с помощью специальных приборов кондуктометров. За рубежом измерение электропроводности является одним из наиболее распространенных анализов. По данным электропроводности оросительной воды и почвы с учетом солеустойчивости растений делают выводы о целесообразности выращивания запланированной культуры или подбирают другую культуру.

Кроме прямых определений показателей, характеризующих свойства почвы, развивается направление разработки эмпирических зависимостей по непрямому нахождению сложных показателей с помощью более простых. Такие эмпирические зависимости называют педотрансферными функциями. Например, такие функции были предложены для карбонатных засоленных почв Омана и условий Варамина в Иране, в которых сложное определение показателя SAR заменяется вычислением его по значению электропроводности, соответственно:  $SAR = 0,464 EC + 7,077$  при  $R^2 = 0,83$  и  $SAR = 1,91 + 0,68 EC$  при  $R^2 = 0,69$  [7].

В последнее время получают распространение дистанционные методы диагностики свойств почв, которые не требуют изъятия образцов почвы. Примером таких методов являются геофизические методы исследований, основанные на изучении естественных и искусственных полей Земли. Наиболее широкое распространение из геофизических методов при диагностике засоленных почв получили методы измерения удельного сопротивления и метод электромагнитной индукции [8].

Таким образом, в настоящее время наиболее точными методами диагностики засоления признаны методы анализа почвенных проб в лабораторных условиях. Для местностей, где часто сталкиваются с проблемами засоления, выведение педотрансферных функций может значительно повысить эффективность диагностики засоленных

почв. Дистанционные методы диагностики наиболее перспективно использовать для составления крат обширных территорий. Исходя из того, что мировая практика сельского хозяйства широко использует метод определения электропроводности для диагностики засоленных почв и разработки мероприятий по устранению и смягчению негативного влияния засоления на продуктивность агробиоценозов, мы планируем в своей работе использовать этот показатель для разработки технологии мелиорации почв с использованием капельного орошения, тем более что оборудование для автоматического внесения химических веществ при подаче воды в систему капельного орошения также, в основном, регулируется с использованием показателей электропроводности и рН.

#### **Список использованных источников**

1 Засоленные почвы России / Л. Л. Шишов [и др.]. – М.: Академкнига, 2006. – 854 с.

2 Пестов, Л. Ф. Засоленность природных вод / Л. Ф. Пестов // Мелиоративная энциклопедия. – М.: Росинформагротех, 2004. – Т. 1. – С. 517.

3 Казакова, Л. А. Комплексная мелиорация орошаемых солонцовых и засоленных почв Нижнего Поволжья: дис. ... д-ра биол. наук: 06.01.02 / Казакова Любовь Александровна. – Волгоград, 2007. – 319 с.

4 Лопатовская, О. Г. Мелиорация почв. Засоленные почвы [Электронный ресурс] / О. Г. Лопатовская, А. А. Сугаченко. – Режим доступа: [http://ellib.library.isu.ru/docs/biolog/p1775\\_B1\\_8894.pdf](http://ellib.library.isu.ru/docs/biolog/p1775_B1_8894.pdf).

5 Воробьева, Л. А. Щелочные засоленные почвы России [Электронный ресурс] / Л. А. Воробьева, Е. И. Панкова // Почвоведение. – 2008. – № 5 – С. 517-532. – Режим доступа: <http://144.206.159.178/ft/7949/448251/9953154.pdf>.

6 Fipps, G. Irrigation Water Quality Standards and Salinity Management Strategies [Электронный ресурс] / G. Fipps. – Режим доступа: <http://soiltesting.tamu.edu/publications/B-1667.pdf>.

7 Rashidi1, M Sodium Adsorption Ratio Pedotransfer Function for Calcareous Soils of Varamin Region / M. Rashidi1, M. Seilsepour [Электронный ресурс] International Journal of Agriculture & Biology. – Режим доступа: [http://fspublishers.org/ijab/past-issues/IJABVOL\\_10\\_NO\\_6/26.pdf](http://fspublishers.org/ijab/past-issues/IJABVOL_10_NO_6/26.pdf).

8 Аллред, Б. Дж. Применение геофизических методов в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] / Б. Дж. Аллред, Р. С. Фрилэнд. – Режим доступа: <http://www.nemfis.ru/agronomy.pdf>.

7 Сорт эхинацеи пурпурной Болеро (селекционное достижение): каталог научно-технической продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vniiesh.ru/results/katalog/1553/8626.html>, 2012.

УДК 631.445.41:631.673 «5»:631.559

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

## **ВЛИЯНИЕ СНИЖЕНИЯ ВОДНОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ОРОШЕНИИ НА СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ДЕГРАДИРОВАННОГО И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

В статье представлен материал по исследованию нового вида орошения, предусматривающего чередование орошаемых и неорошаемых режимов. К четвертому году исследований по воздействию на физические, физико-химические и агрохимические свойства чернозема обыкновенного деградированного лучшими вариантами были варианты со снижением водной нагрузки на 50 и 75 %. На этих же вариантах урожайность возделываемых культур в среднем за 4 года приблизилась к орошаемому (контролю). С 2010 г., когда черноземы снова стали осваиваться в орошаемом режиме, наибольшая урожайность картофеля (2010 г.) и капусты (2011 г.) получена на этих же вариантах. Прибавка по сравнению с контролем соответственно составила 15-17 %.

Изучение влияния снижения водной нагрузки на свойства черноземов связано с применением необоснованных технологий орошения, вызывающих существенные изменения свойств почвы и не в лучшую сторону. Регулярное орошение черноземов нарушило почвообразовательный процесс, характерный для данных почв. В первую очередь анаэробные процессы стали превалировать над аэробными, в результате чего затормозились процессы гумификации, нитрификации и т.д.

Известно, что оптимальная экологическая гармония в почвах – это когда вода и воздух содержатся в равных количествах, что соответствует влажности почвы по уровню 60-70 % НВ. Исходя из этого сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПМ» предложен новый вид орошения – циклический, при котором удовлетворяются потребности растений в воде и периодически создаются условия для оптимизации почвенных процессов. Для этого чередуются орошаемые и неорошаемые режимы, возделываются соответствующие культуры и проводит-

ся комплекс мероприятий, способствующий восстановлению и сохранению почвенного плодородия.

Объектом исследований являлся чернозем обыкновенный деградированный в результате длительного орошения слабоминерализованной (1,7-1,8 г/дм<sup>3</sup>) водой сульфатно-натриевого состава из Веселовского водохранилища. Повторность опытов трехкратная, размер делянок 100 м × 30 м. Полив осуществлялся ДДА-100 МВ. Агротехника – общепринятая для Ростовской области.

Схема полевого опыта по изучению влияния снижения водной нагрузки на свойства чернозема включает 4 варианта, в которых чередовались режимы (годы), когда орошение проводилось (Ор) и не проводилось (Неор).

Схема опыта:

1 Контроль (орошение по требованию культуры) – Ор = 100 %;

2 Соотношение орошаемой и неорошаемой фаз – Ор:Неор = 75:25 %;

3 Соотношение орошаемой и неорошаемой фаз – Ор:Неор = 50:50 %;

4 Соотношение орошаемой и неорошаемой фаз – Ор:Неор = 25:75 %.

Возделываемые культуры и оросительные нормы по годам в полевом опыте представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Возделываемые сельскохозяйственные культуры и оросительные нормы, м<sup>3</sup>/га**

Вариант опыта	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Оросительная норма, за 2006-2009 гг.	2010 г.	2011 г.
Контроль Ор = 100 %	Картофель 2400	Капуста средне-поздняя 4400	Яр. ячмень + горчица 1500	Подсолнечник 800	9100	Картофель 2500	Капуста 4200
Ор:Неор = 75:25 %	Картофель 2400	Капуста средне-ранняя 2900	Яр. ячмень + горчица 1500	Подсолнечник 0	6800	Картофель 2500	Капуста 4200
Ор:Неор = 50:50 %	Картофель 2400	Кукуруза на зерно 1400	Яр. ячмень + горчица 0	Подсолнечник 0	3800	Картофель 2500	Капуста 4200
Ор:Неор = 25:75 %	Картофель 2400	Кукуруза на зерно 0	Яр. ячмень + горчица 0	Подсолнечник 0	2400	Картофель 2500	Капуста 4200

В процессе исследований проводилось изучение влияния циклического орошения на изменения свойств чернозема обыкновенного. В период регулярного орошения черноземы обыкновенные приобрели ряд негативных свойств. На момент закладки полевого опыта (осень 2005 г.) особенно выделялись показатели, характеризующие щелочность и солонцеватость. Щелочность по Зимовцу составляла 1,31 мг-экв. /100 г в слое 0-20 см, а в слое 0-40 см – 1,28 мг-экв. /100 г почвы. Чернозем характеризовался как среднещелочной. Глубже щелочность увеличивалась и почва становилась сильнощелочной. Грунтовые воды на изучаемом массиве находились глубже 3 метров.

В процессе пятилетнего освоения черноземов в режиме циклического орошения свойства почв изменились по-разному. Так как по вариантам была дана различная водная нагрузка водой неблагоприятного состава. За 5 лет суммарная оросительная норма на первом варианте составила 9100 м<sup>3</sup>/га, на 2-ом – 6800 м<sup>3</sup>/га, на 3-ем – 3800 м<sup>3</sup>/га, на 4-ом – 2400 м<sup>3</sup>/га (таблица 1). В 2009 году завершён процесс снижения водной нагрузки и с 2010 года все варианты полевого опыта осваивались в орошаемом режиме.

Изменение физико-химических свойств изучаемых почв представлен в таблице 2. К 4-му году исследований на вариантах 3 и 4 уменьшилось не только общее содержание солей, но и почти на 50 % по сравнению с контролем сократилось содержание токсичных солей. Водорастворимых солей с поливной водой поступало меньше. Полностью была устранена щелочность. Содержание обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе (ППК) сократилось вдвое, чернозем стал несолонцеватым, установлено накопление обменного кальция в пределах 6-7 %. Об оптимизации этих процессов можно судить по рН водной суспензии, которая характеризовала почву в исходном состоянии (2005 г.) и на контроле как среднещелочную, на вариантах со сниженными водными нагрузками на 50 и 75 % (варианты 3 и 4) в 0-40 см слое – как нещелочную, а глубже – как слабощелочную.

В 2010 году на участке возделывался картофель. Оросительная норма для данной культуры составила 2500 м<sup>3</sup>/га. Такой приход воды неблагоприятного состава сразу же отразился на накоплении солей, хотя на вариантах 3 и 4 их оставалось на 10-12 % ниже, чем на варианте с регулярным орошением. Обнаружено появление щелочности, но при регулярном орошении и снижении водной нагрузки на 25 % чернозем стал сильно- и среднещелочным, а на более «сухих» вариантах – слабощелочным. Изменений в составе ППК не выявлено.

**Таблица 2 – Влияние последствий циклического орошения на физико-химические свойства чернозема обыкновенного**

№ вар-та	Вариант опыта	Слой почвы, см	Сумма ионов, %	Токсичные соли, %	+/- Σ ионов, %	+/-токсичных солей, %	Щелочность		Сумма ППК, мг-экв./100 г	% Σ ППК		
					в сравнении с исходным	рН вод. сусп.	(НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> - Са <sup>2+</sup> ) + Mg <sup>2+</sup> + Na <sup>+</sup> , мг-экв./100 г	Ca		Mg	Na	
2005 г.												
	Исходное состояние	0-40	0,131	0,060			8,1	1,28	31,4	66	27	7
		0-100	0,140	0,060			8,4	1,53	28,7	68	24	8
2009 г.												
1	Контроль Ор = 100 %	0-40	0,128	0,080	- 0,003	+ 0,020	8,4	1,36	26,3	68	26	6
		0-100	0,142	0,081	+ 0,002	+ 0,021	8,6	1,46	24,1	68	25	7
2	Ор:Неор = 75:25 %	0-40	0,098	0,063	- 0,033	+ 0,003	8,0	1,04	30,3	69	26	5
		0-100	0,100	0,067	- 0,040	+ 0,007	8,3	1,22	28,3	69	26	5
3	Ор:Неор = 50:50 %	0-40	0,085	0,052	- 0,046	- 0,008	7,5	0,84	32,1	73	24	3
		0-100	0,092	0,051	- 0,048	- 0,009	7,7	0,91	30,8	72	26	4
4	Ор:Неор = 25:75 %	0-40	0,080	0,041	- 0,051	- 0,019	7,3	0,63	31,7	73	24	3
		0-100	0,081	0,043	- 0,059	- 0,017	7,5	0,82	30,8	72	25	3
2010 г.												
1	Контроль Ор = 100 %	0-40	0,137	0,092	+ 0,009	+ 0,012	8,2	1,69	27,6	71	23	6
		0-100	0,144	0,089	+ 0,002	+ 0,008	8,3	1,58	25,4	71	22	7
2	Ор:Неор = 75:25 %	0-40	0,122	0,078	+ 0,024	+ 0,015	8,1	1,38	28,5	70	25	5
		0-100	0,140	0,077	+ 0,040	+ 0,010	8,3	1,50	27,6	69	26	5
3	Ор:Неор = 50:50 %	0-40	0,118	0,066	+ 0,033	+ 0,014	8,1	1,22	26,9	74	22	4
		0-100	0,129	0,072	+ 0,037	+ 0,021	8,3	1,28	24,6	73	23	4
4	Ор:Неор = 25:75 %	0-40	0,121	0,072	+ 0,041	+ 0,031	7,9	1,21	30,1	73	24	3
		0-100	0,116	0,072	+ 0,035	- 0,029	7,9	1,19	28,8	72	25	3

Оптимизация физико-химических свойств чернозема способствовала улучшению физических свойств. Исследуемые черноземы в исходном состоянии (до проведения опыта) были сильно уплотнены, в целом в 40-см слое плотность почвы составляла 1,34 т/м<sup>3</sup>. Соответственно и порозность и водопрочность почвы были неудовлетворительными (таблица 3). К четвертому году исследований разуплотнение наблюдалось на вариантах 3 и 4, улучшились порозность и воздухообеспечение. Структурное состояние на этих вариантах стало удовлетворительным. На вариантах 1 и 2 осталось неудовлетворительным. Водопрочность агрегатов соответственно недостаточно удовлетворительная или отсутствует.

**Таблица 3 – Изменение физических свойств черноземов при снижении водной нагрузки**

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.						
Контроль Op = 100 %	0-20	1,36	43	42	10	16
	20-40	1,39	42	41	9	18
Op:Неор = 75:25 %	0-20	1,28	52	51	14	12
	20-40	1,32	48	48	13	14
Op:Неор = 50:50 %	0-20	1,23	54	56	18	10
	20-40	1,28	50	51	16	12
Op:Неор = 25:75 %	0-20	1,15	56	59	22	10
	20-40	1,24	52	53	20	12

Как отмечено выше, благоприятные условия для культурных растений могут быть созданы в почве только при одновременном развитии и сочетании аэробного и анаэробного процессов, способствующих накоплению гумуса. Это возможно только в рыхлых, хорошо проветриваемых почвах. Такие процессы в почвах можно создавать в условиях циклического орошения, чередуя орошаемые и неорошаемые фазы. Это подтверждается результатами наших полевых исследований.

Содержание гумуса за 4 года исследований изменилось лишь в 0-20-см слое и достоверные изменения произошли только

на «сухих» вариантах за счет усиления процессов гумификации и дополнительно проведенной по всем вариантам сидерации (таблица 4).

**Таблица 4 – Изменение общего гумуса при различном соотношении орошаемой и неорошаемой фаз, %**

Вариант опыта	Слой, см						
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-40	0-100
2005 г.							
Исходные данные	3,84	3,78	3,29	2,42	1,69	3,81	3,00
2009 г.							
Контроль Ор = 100 %	3,92	3,74	3,26	2,45	1,72	3,83	3,02
Ор : Неор = 75:25 %	3,98	3,79	3,27	2,47	1,70	3,89	3,04
Ор : Неор = 50:50 %	4,03	3,82	3,29	2,47	1,70	3,93	3,06
Ор : Неор = 25:75 %	4,10	3,86	3,26	2,49	1,69	3,98	3,08
НСР <sub>05</sub>	0,11	0,07	0,05	0,08	0,04	0,17	0,10

Так как гумификация на вариантах 3 и 4 протекала в аэробных условиях, гумус оказался более качественным: гуминовые кислоты преобладали над фульвокислотами. Степень гумификации на этих вариантах выше, по качеству гумус фульватно-гуматный, а на контроле и на варианте со снижением водной нагрузки на 25 % – гуматно-фульватный (таблица 5).

**Таблица 5 – Групповой состав гумуса в вариантах опытов с разным соотношением орошаемой и неорошаемой фаз (0-20 см), 2009 г.**

Варианты опыта	Гумус по Никитину, %	C <sub>орг.</sub> в исходном состоянии, %	C <sub>гумин. к-т</sub>	C <sub>фульвок-т</sub>	C <sub>ост.</sub>	Степень гумификации	$\frac{C_{гум.}}{C_{фул.}}$
Контроль Ор = 100 %	3,92	2,27	0,46	0,52	1,29	20	0,88 Г-Ф
Ор:Неор = 75:25 %	3,98	2,31	0,48	0,49	1,34	20	0,98 Г-Ф
Ор:Неор = 50:50 %	4,03	2,34	0,52	0,49	1,33	22	1,06 Ф-Г
Ор:Неор = 25:75 %	4,10	2,38	0,60	0,52	1,26	25	1,15 Ф-Г

Осенью 2005 года обеспеченность нитратами была средняя, подвижным фосфором – низкая, обменным калием – повышенная (таблица 6).

Благодаря внесению минеральных удобрений на планируемый урожай и запашке сидеральной культуры (горчицы), обеспеченность азотом и фосфором к осени 2009 г. возросла почти вдвое, но по срав-



нению с контролем содержание азота на вариантах 3 и 4 было выше на 35-43 %, по фосфору соответственно на 15 и 8 %. Содержание обменного калия уменьшилось по всем вариантам, но на вариантах 3 и 4 обеспеченность этим элементом была повышенной.

**Таблица 6 – Обеспеченность черноземов элементами питания при циклическом орошении 0-40 см слой, мг/кг**

Вариант опыта	Азот нитратный			Подвижный фосфор			Обменный калий		
	2005 г.	2009 г.	2010 г.	2005 г.	2009 г.	2010 г.	2005 г.	2009 г.	2010 г.
Контроль Ор = 100 %	9,5	21,6	17,1	27	48	49	215	176	49
Ор: Неор = 75:25 %	10,0	26,6	23,6	27	50	51	213	195	51
Ор: Неор = 50:50 %	10,1	29,1	22,5	27	55	50	229	211	50
Ор: Неор = 25:75 %	9,7	30,9	23,7	27	52	49	215	199	49

Выращивание картофеля в 2010 году резко уменьшило содержание всех элементов, но на «сухих» вариантах азота оставалось на 30-38 % больше.

Урожайность сельскохозяйственных культур при циклическом орошении в среднем за 4 года (2006-2009 гг.) представлена в таблице 7.

**Таблица 7 – Урожайность сельскохозяйственных культур при циклическом орошении**

Вариант опыта	Урожайность за год, т к.е./га	Прибавка урожайности	
		т. к.е./га	%
Контроль Ор = 100 %	5,41		
Ор: Неор = 75:25 %	5,16	- 0,24	4
Ор : Неор = 50:50 %	5,49	0,09	1,7
Ор : Неор = 25:75 %	4,96	- 0,45	8
Без орошения*	3,46	- 1,95	36

\* – Вариант без орошения вне схемы опыта

Только на варианте 3 со снижением водной нагрузки на 50 % нами достигнута практически такая же урожайность, что и при регулярном орошении. На остальных вариантах, несмотря на улучшение свойств почв, урожайности возделываемых культур были несколько

ниже, чем на контроле. Особенно на варианте 4, где всего 1 год возделывалась орошаемая культура, а остальные 3 года – без орошения. Но урожай на этом варианте был на 35 % выше, чем на участках без орошения.

Урожайность сельскохозяйственных культур в 4-й год освоения черноземов при циклическом орошении и при его последствии в орошаемом режиме представлена в таблице 8. В 2010 г. прибавка урожая картофеля того же сорта (Романа), который возделывался и в 2006 г., наибольшей оказалась на вариантах 3 и 4. Видимо, сказалось улучшение свойств почвы при циклическом орошении. В 2011 г. возделывалась капуста на орошении, закономерность подтвердилась.

**Таблица 8 – Урожайность сельскохозяйственных культур в 4 год освоения черноземов при циклическом орошении и при его последствии в орошаемом режиме**

		т/га	Прибавка		т/га	Прибавка		т/га	Прибавка	
			т/га	%		т/га	%		т/га	%
1	Контроль Ор = 100 %	2,38			27,6			26,8		
2	Ор : Неор = 75:25 %	1,95	- 0,43	- 18	27,8	+ 0,20	+ 1	28,7	+ 1,9	8
3	Ор : Неор = 50:50 %	2,13	- 0,25	- 10	31,7	+ 4,1	+ 15	34,3	7,5	28
4	Ор : Неор = 25:75 %	2,22	- 0,16	- 7	32,3	+ 4,7	+ 17	35,7	8,9	33
	НСР <sub>05</sub> , т/га	0,21			1,96			2,7		
	Точность опыта, %	9			2			3		

### **Выводы.**

Исследования в полевом опыте свидетельствуют о воспроизводстве плодородия черноземов при сочетании орошаемого и неорошаемого режимов при снижении водной нагрузки на 50 и 75 %. К пятому году исследований земли снова стали осваиваться в орошаемом режиме.

В силу воздействия некачественной поливной воды частично восстановилась щелочность, но она имела гораздо меньшее значение, чем на контроле и на варианте со снижением водной нагрузки на 25 %. Солонцеватость почв на этих вариантах пока не восстановилась, что положительно повлияло на урожайность сельскохозяйствен-

ных культур. Урожайность картофеля в 2010 году на вариантах со сниженными водными нагрузками на 50 и 75 % увеличилась соответственно на 15 и 17 % по сравнению с контролем, а прибавка урожая капусты на этих вариантах в 2011 году соответственно составила 28 и 33 %. Разницы в урожае согласно НСР<sub>05</sub> на этих вариантах нет. Предлагается на черноземах, подвергшихся деградации в результате поливов слабоминерализованной водой сульфатно-натриевого состава, с целью восстановления их плодородия 2-3 года вводить орошаемый и 2-3 года неорошаемый режимы.

УДК 631.453.001.2:631.67:574

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

### **ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЭЛЕМЕНТАМИ ПИТАНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ УДОБРИТЕЛЬНО-МЕЛИОРИРУЮЩИМИ КОМПОСТАМИ И ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

В статье показано влияние шестилетнего последствия мелиорантов и удобрительно-мелиорирующих компостов, а также ежегодно вносимых минеральных удобрений под планируемый урожай на динамику азота, фосфора, калия и обеспеченность черноземов этими элементами питания.

В процессе разработки способов химической мелиорации нами было выявлено, что почвы для восстановления плодородия требуют не только обогащения их кальцием с целью вытеснения натрия, но и создания условий для накопления органики и оптимизации питательного режима [1]. 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).

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 были заложены полевые опыты, представлена в таблице 1.

**Таблица 1 – Характеристики мелиорантов и компостов**

№ п/п	Средства	Мелиорирующая 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

Внесение фосфогипса и удобрительно-мелиорирующих компостов (УМК) в дозах, рассчитанных на полное вытеснение натрия из почвенного поглощающего комплекса (ППК), снизило щелочность, солонцеватость почв, обогатило ППК кальцием, почвы разуплотнились [2]. Все это благоприятно отразилось на питательном режиме и обеспеченности почв элементами питания.

Безусловно, дополнительное внесение с компостами и фосфогипсом питательных элементов также сказалось на агрохимических свойствах почвы и дозах минеральных удобрений (МУ), которые вносились нами из расчета на планируемый урожай и с учетом запасов питательных веществ в самих почвах (таблица 2). Мелиорирующие средства внесены один раз осенью 2004 г. под основную вспашку. В последующие годы изучалось их последствие на свойства чернозема обыкновенного деградированного в результате длительного орошения слабоминерализованной водой сульфатно-натриевого состава. Фосфорные, калийные и часть азотных удобрений вносились ежегодно под основную вспашку, малые дозы (20 кг д.в./га) – весной с посевом культуры, а азотные – еще и в подкормки.

Доступность азота растениям во многом определяется реакцией почвенной среды (рН), которая должна составлять 6-8 единиц [3, 4].

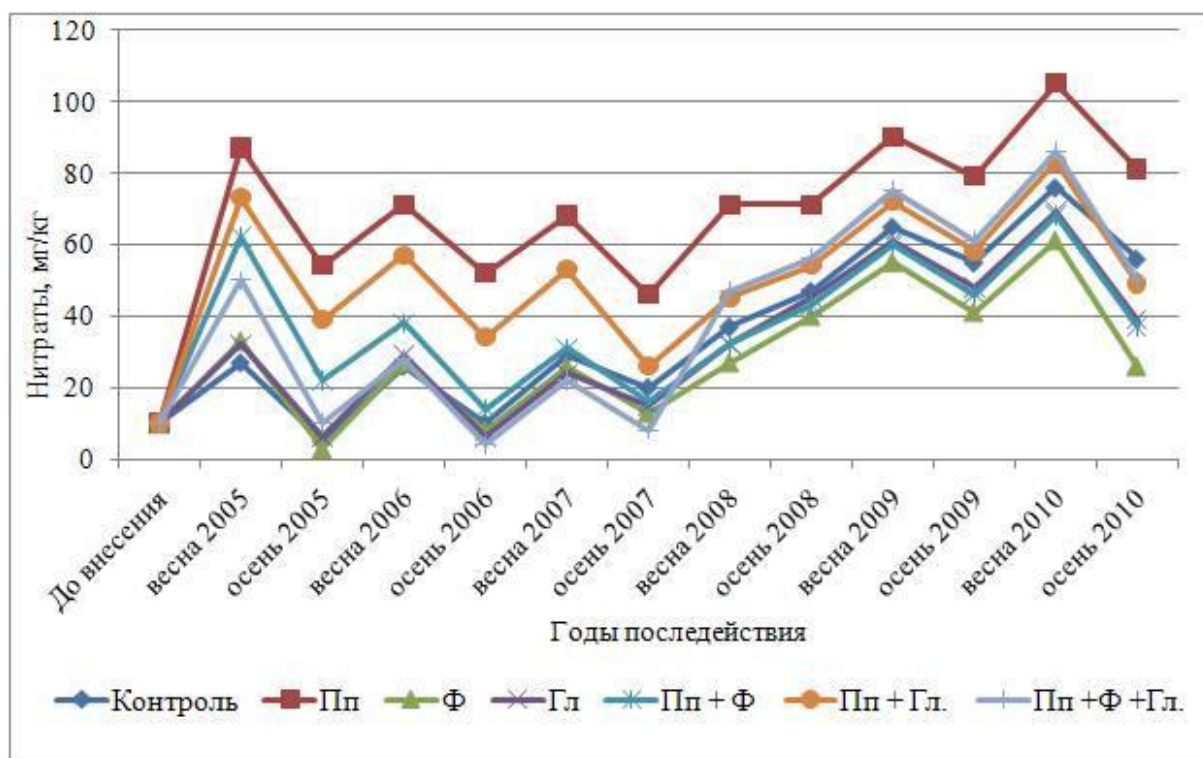
Внесение мелиорантов и удобрительно-мелиорирующих компостов устранили щелочность почв и способствовали поддержанию, в основном, нейтральной реакции среды [2, 5].

**Таблица 2 – Дозы удобрительно-мелиорирующих компостов и минеральных удобрений, вносимые под возделываемые культуры в полевом опыте, ГП «Батайское» Ростовская область**

Варианты опыта	Дозы УМК под основную обработку, т/га	Дозы МУ, кг д. в./га											
		Картофель		Оз. пшеница		Капуста		Яр. ячмень + горчица		Подсолнечник		Картофель	
		под основную обработку	под-кормка	под основную обработку	под-кормка	под основную обработку	под-кормка	под основную обработку	под-кормка	под основную обработку	под-кормка	под основную обработку	под-кормка
Контроль	0	N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>160</sub>	N <sub>50</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>50</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>25</sub> K <sub>100</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>40</sub> P <sub>0</sub> K <sub>65</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>20</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>200</sub>	N <sub>50</sub>
Птичий помет	16	N <sub>40</sub> P <sub>0</sub> K <sub>110</sub>	N <sub>35</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>40</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>80</sub>	-	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>65</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>170</sub>	N <sub>50</sub>
Фосфогипс	10	N <sub>80</sub> P <sub>0</sub> K <sub>160</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>0</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>50</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>25</sub> K <sub>100</sub>	N <sub>50</sub>	N <sub>45</sub> P <sub>0</sub> K <sub>65</sub>	N <sub>45</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>20</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>220</sub>	N <sub>50</sub>
Глауконит	13	N <sub>80</sub> P <sub>70</sub> K <sub>110</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>50</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>45</sub> P <sub>0</sub> K <sub>25</sub>	N <sub>45</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>20</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>170</sub>	N <sub>60</sub>
Пп + Ф	19	N <sub>45</sub> P <sub>0</sub> K <sub>160</sub>	N <sub>45</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>40</sub>	N <sub>45</sub>	N <sub>45</sub> P <sub>0</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>45</sub>	N <sub>40</sub> P <sub>0</sub> K <sub>65</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>35</sub> K <sub>200</sub>	N <sub>60</sub>
Пп + Гл.	25	N <sub>40</sub> P <sub>0</sub> K <sub>110</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>40</sub> P <sub>0</sub> K <sub>25</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>20</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>125</sub>	N <sub>50</sub>
Пп + Ф + Гл.	17	N <sub>60</sub> P <sub>0</sub> K <sub>110</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>0</sub> K <sub>40</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>25</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>50</sub>	N <sub>40</sub> P <sub>0</sub> K <sub>65</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>20</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>40</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>200</sub>	N <sub>50</sub>

Содержание нитратов в черноземах опытного участка до мелиорации было средним. Весной 2005 года содержание нитратов несколько возросло за счет прогревания почвы и влажности, а главное благодаря внесению птичьего помета и компостов, приготовленных на основе птичьего помета. Это объясняется тем, что в птичьем помете содержится около 1,5 % азота, и с каждой тонной было внесено приблизительно 15 кг азота.

В связи с этим на вариантах Пп + Ф, Пп + Гл. и Пп + Ф + Гл. обеспеченность азотом к весне 2005 г. стала очень высокой в слое 0-30 см, на контроле осталась средней, на остальных вариантах за счет улучшения аэрации и, видимо, активизации микробиологических процессов – повышенной (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Динамика нитратов в мелиорированных почвах (0-30 см) при внесении удобрений по вариантам опыта**

Картофель по расчетам и литературным данным на свое развитие расходует от 130 до 190 кг/га азота в зависимости от полученного урожая. Поэтому его запасы резко снизились по сравнению с весной, но остались высокими на варианте с Пп, так как азот плохо расходовался слаборазвивающимися растениями из-за присутствия в почве щелочности и солонцеватости. Аналогичная ситуация сложилась на вариантах с компостами из Пп + Гл., Гл. и на контроле. Глаукониту

в первый год последствий не удалось устранить щелочность и снизить солонцеватость, поэтому урожаи картофеля получились ниже, чем на вариантах с Ф и фосфогипсосодержащим компостом, а азот расходовался растениями слабее.

Наибольшее количество нитратов на весну 2006 г. имелось в почвах вариантов с Пп, с компостами из Пп + Гл. (за счет высоких доз этого средства) и из Пп + Ф. К осени 2006 года количество нитратов уменьшилось пропорционально по всем вариантам. Такое же уменьшение наблюдалось и при возделывании капусты. Некоторые коррективы в содержание нитратов были внесены возделыванием горчицы на сидераты. Лучшие варианты по физико-химическим свойствам, а именно Ф, Пп + Ф, Пп + Ф + Гл., обеспечили большую массу горчицы, что повлияло на содержание нитратного азота. По нашим расчетам на этих вариантах с горчицей дополнительно поступило до 90 кг/га азота, а на контроле и Пп всего по 60 кг/га.

Причина высокого содержания нитратов к осени 2009 г. на контроле и Пп и в этот год объясняется низким расходом азота из-за плохого развития растений.

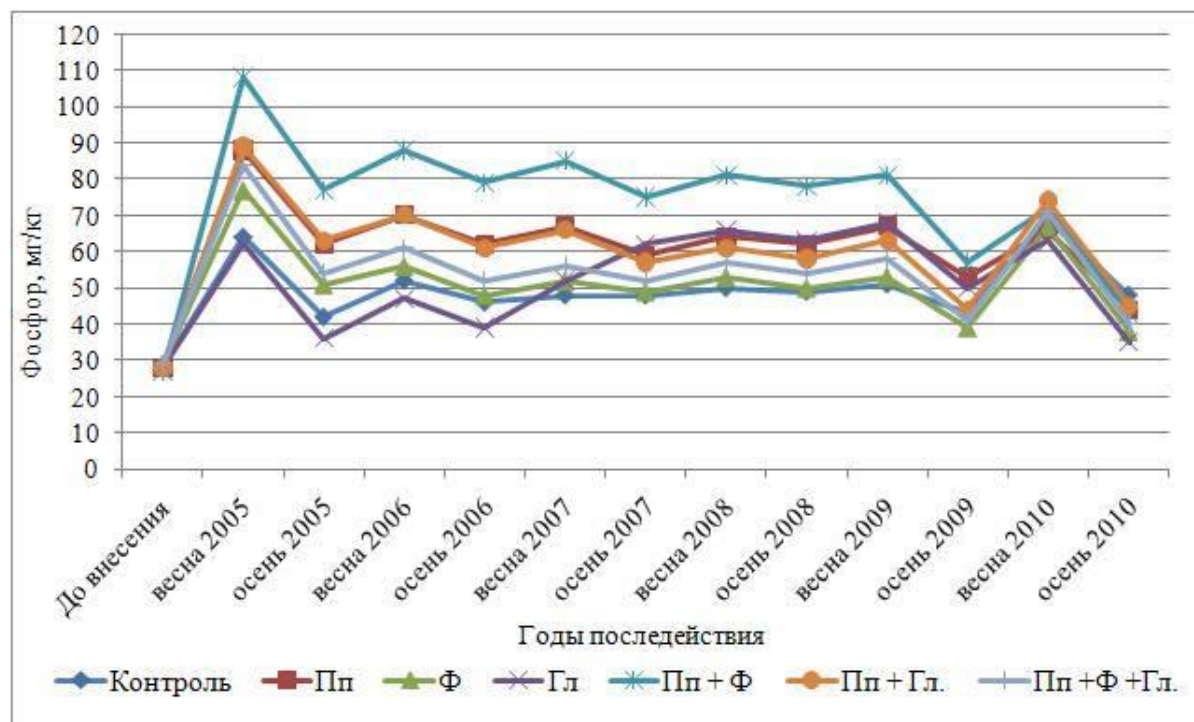
Подсолнечник мало повлиял на изменение содержания нитратов на всех вариантах, а картофель к осени 2010 года снизил количество азота по всем вариантам. Однако обеспеченность черноземов нитратами по сравнению с исходными данными резко возросла из-за внесения УМК и МУ из расчета на планируемый урожай и применения сидерации.

До мелиорации содержание подвижного фосфора в черноземах обыкновенных согласно группировке пахотных почв соответствовало средней обеспеченности (рисунок 2). Осенью 2004 г. с мелиорантами, птичьим пометом и компостами дополнительно были внесены фосфорные удобрения. На всех других вариантах они не требовались.

К весне следующего года почвы в слое 0-30 см были высоко обеспечены фосфором для выращивания картофеля. Наибольшее его количество содержалось на вариантах с компостами из Пп + Ф (108 мг/кг), из Пп + Гл. (99 мг/кг) и из Пп + Ф + Гл. (84 мг/кг), а также на вариантах с Пп (88 мг/кг) и фосфогипсом (77 мг/кг).

К осени после выращивания картофеля содержание фосфора резко снизилось по всем вариантам опыта, но осталось высоким на вариантах с Пп + Ф (78 мг/кг), Пп (62 мг/кг) и Пп + Гл. (62 мг/кг).

На варианте с Гл. его содержание соответствовало средней обеспеченности, так как и весной его количество было невысоким по сравнению с другими вариантами.



**Рисунок 2 – Динамика подвижного фосфора в мелиорированных почвах (0-30 см) при внесении удобрений по вариантам опыта**

К осени 2006 г. содержание фосфора уменьшилось по всем вариантам незначительно, так как озимая пшеница не особо требовательна к этому элементу.

К весне 2007 г. на варианте с Гл. запасы фосфора возросли благодаря внесенному удобрению, но наибольшее его количество было на вариантах с Пп + Ф, Пп и Пп + Гл. Несколько ниже оно было на варианте с компостом из Пп + Ф + Гл. Капуста расходует очень мало фосфора для своего формирования, поэтому внесенные удобрения и недостаточно высокие урожаи на контроле и варианте с Гл. (так как к этому году свойства почв еще не настолько улучшились, как например на вариантах с Ф и фосфогипсосодержащими компостами) сохранили к осени 2007 г. запасы этого элемента. К тому же яровой ячмень не требовал ни на одном из вариантов внесения фосфорных удобрений. Весной 2008 и 2009 годов результаты по этому показателю оставались практически неизменными.

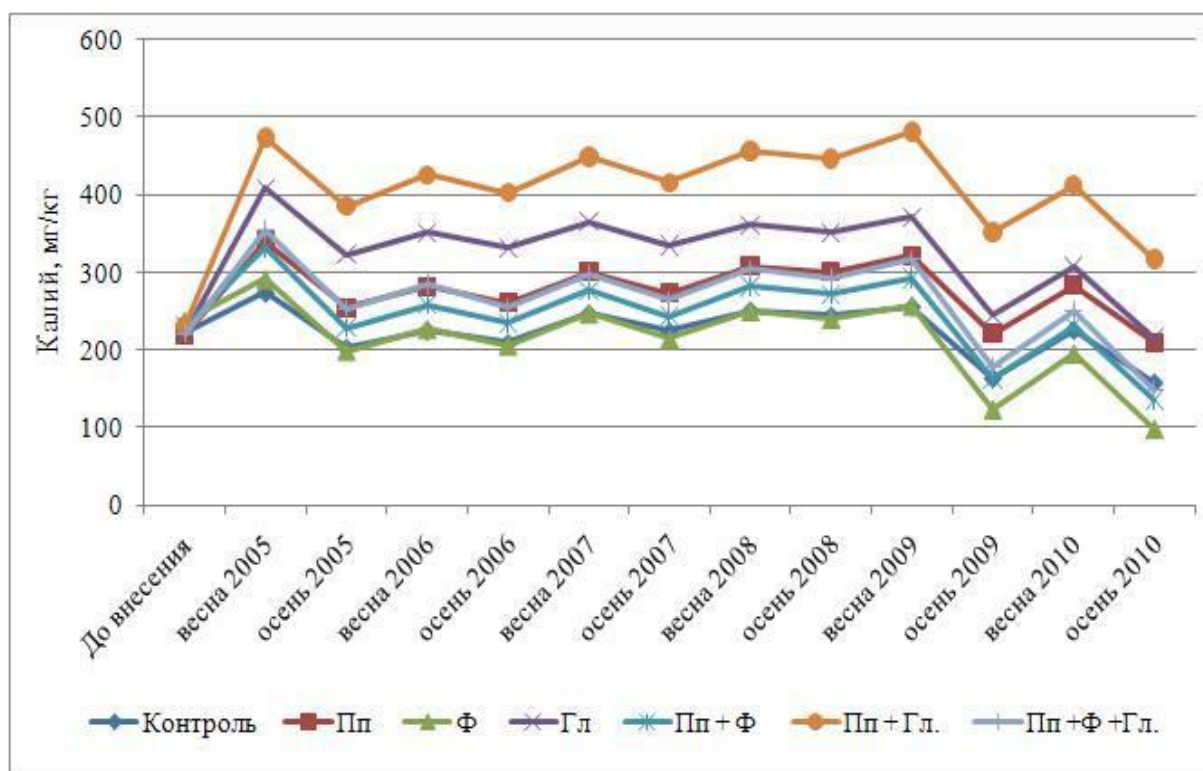


Такой стабильности способствовали сидераты в виде посевов горчицы после ярового ячменя, с которыми дополнительно пришло от 12 до 16 кг/га фосфора. Однако непосредственно под посев подсолнечника на некоторых вариантах был внесен фосфор по 20 кг д.в./га.

К осени самым высоким остаток  $P_2O_5$  остался на вариантах с Пп и Гл. из-за низких урожаев и на варианте с компостом из Пп + Ф, так как изначально на этом варианте было самое высокое его содержание (весной 2005 г. – 108 мг/кг). В связи с этим под картофель на этих вариантах внесено всего по 35 кг д. в./га  $P_2O_5$ , а на всех других – по 90 кг д. в./га.

Картофель к концу вегетации сократил содержание фосфора как на контроле, так и в мелиорируемых почвах на 40-45 % по сравнению с предыдущей осенью.

Обменный калий является основным показателем калийной обеспеченности почвы. До мелиорации этим элементом 0-30 см слой обладал повышенной степенью обеспеченности (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Динамика обменного калия в мелиорированных почвах (0-30 см) при внесении удобрений по вариантам опыта**

Химическая мелиорация внесла значительную корректировку в этот показатель, особенно на вариантах с глауконитом и глаукони-

тосодержащими компостами, так как с одной тонной глауконита по расчетам поступило до 29 кг/га калия. Однако для получения планируемого урожая картофеля этих запасов калия было недостаточно и потребовалось внести удобрение под основную обработку (таблица 2).

На вариантах с Гл., Пп и компостами, приготовленными на их основе, дозы калийных удобрений были на 30 % ниже, чем на контроле и других вариантах.

К осени 2005 года количество калия уменьшилось, но осталось на высоком уровне обеспеченности на варианте с компостом из Пп + Гл. (385 мг/кг) и на варианте с Гл. (323 мг/кг). На остальных вариантах произошло его снижение до повышенной обеспеченности. Это связано с выносом калия урожаем, а урожайность на вариантах с Ф и фосфогипсодержащими компостами была намного выше, чем на Гл. и глауконитосодержащих компостах. Так как фосфогипс – быстродействующий мелиорант, он уже в первый год устранил щелочность и снизил солонцеватость почвы, что в первую очередь отразилось на урожайности картофеля.

В последующие годы динамика обменного калия определялась последствием мелиорантов на свойства почв, проведенной сидерацией, внесением удобрений с расчетом на планируемый урожай. Необходимо отметить, что в течение 6 лет проводимых исследований дозы калийных удобрений на варианте с глауконитом и компостами, в которые входил глауконит в качестве компонента, оставались намного ниже, чем на вариантах с другими компостами и мелиорантами. Например, под капусту на варианте с фосфогипсом потребовалось внести 100 кг д.в./га  $K_2O$ , а на варианте с Гл. и Пп + Гл. всего 50 кг д.в./га.

После сидерации, когда приход калия при запаховании горчицы составил на контроле 32 кг/га, а на лучших вариантах – до 46 кг/га, внесения калийных удобрений под подсолнечник не потребовалось. Вынос его с урожаем, видимо, был значительным, так как к осени 2009 года его запасы в слое 0-30 см на варианте с компостом из Пп + Гл. снизились на 30 %, с компостом из Пп + Ф – на 45 %, с компостом из Пп + Ф + Гл. так же на 45 % (рисунок 3). На последних вариантах большее его уменьшение обуславливается его выносом с высоким урожаем подсолнечника.

В последний год исследований на опытном участке опять возделывался картофель. Так как это калиелюбивая культура были внесены удобрения с расчетом на планируемый урожай.

К осени 2006 года содержание калия по всем вариантам резко уменьшилось. Но если сравнивать результаты содержания обменного калия до мелиорации и после 6 лет освоения черноземов в режиме постоянного проведения мероприятий по воспроизводству плодородия, то следует отметить, что на вариантах с компостом из Пп + Гл. запасы калия в пахотном слое возросли на 37 % и с уровня повышенной обеспеченности перешли на уровень высокой обеспеченности. Особенно уменьшились его запасы на вариантах с фосфогипсом и фосфогипсодержащими компостами, так как на этих вариантах улучшались физико-химические свойства, которые содействовали получению более высоких урожаев возделываемых культур. В свою очередь высокие урожаи обеспечивают и повышенный вынос калия, особенно такими культурами, как подсолнечник и картофель.

Таким образом, химическая мелиорация удобрительно-мелиорирующими компостами, внесение минеральных удобрений с расчетом на планируемый урожай и сидерация способствовали увеличению обеспеченности питательными элементами черноземов обыкновенных деградированных.

### **Список использованных источников**

1 Мелиорация солонцовых почв в условиях орошения / Н. С. Скуратов [и др.]; под ред. Н. С. Скуратова. – Новочеркасск: Изд-во «НОК», 2005. – 180 с.

2 Докучаева, Л. М. Физические свойства чернозема обыкновенного после химической мелиорации удобрительно-мелиорирующими компостами [Электронный ресурс] / Л. М. Докучаева, Е. В. Долина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. период. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. – № 2(02). – 8 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=21&id=30>.

3 Ратнер, Е. И. Минеральное питание растений и поглощательная способность почв / Е. И. Ратнер. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – 319 с.

4 Безднина, С. Я. Экологические аспекты нормирования веществ в воде для орошения / С. Я. Безднина // Аграрная наука. – 1994. – № 5. – С. 53-57.

5 Влияние различных средств, приготовленных на основе птичьего помета, на физико-химические свойства чернозема обыкновенного деградированного / Л. М. Докучаева [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. – № 4. – С. 119-124.

УДК 631.95:631.4(470.61)

**С. А. Литвинов** (ФГБОУ ВПО «ДонГАУ»)

## **АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛОКАЛЬНО-ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ПОЧВ В АГРОЛАНДШАФТАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ<sup>1</sup>**

В статье представлены результаты обследования черноземных почв, приуроченных к Восточным отрогам Донецкого кряжа. Определено распространение ареалов локально-переувлажненных почв СХА «Донская Правда».

В настоящее время, одним из основных факторов обуславливающих изменение биосферы является производственная деятельность человека, что накладывает своеобразный отпечаток на большинство происходящих в ней процессов.

Степи России – яркий пример трансформации природных комплексов целой природной зоны в природно-антропогенные. Сформировавшийся на их месте за 200-летний период полевой биом характеризуется высокой степенью распашки – до 75-90 % площади отдельных регионов. Глубокие изменения претерпели растительность, животный мир, почвы.

В условиях экологической дестабилизации среды в лесостепных и степных районах на водораздельных территориях (плакорах и их склонах), занятых агроландшафтами, получило развитие явление локального переувлажнения. На переувлажненных землях формируются природно-территориальные комплексы (ПТК) современного гидроморфизма. Переувлажнение и часто сопутствующее ему засоление почв становится причиной деградации высокопродуктивных черноземных почв и вывода земель из сельскохозяйственного оборота, снижает эффективность хозяйственной деятельности человека. Устойчивая тенденция роста площадей ПТК, обусловленных переув-

---

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

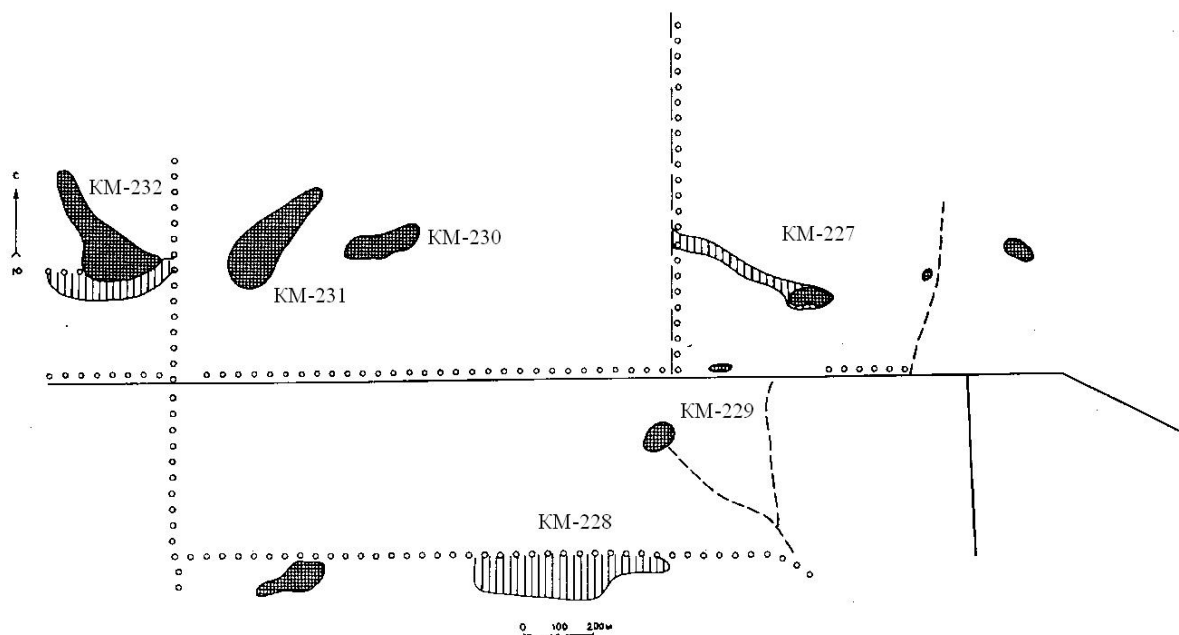
лажнением в отдельные периоды может создать ситуацию экологической напряженности [1].

Процесс подтопления, вызванный климатическими, геологическими, антропогенными факторами принял в последние десятилетия повсеместный характер. В настоящее время в России подтапливаются около 9 млн га земель различного хозяйственного назначения, из них 5 млн га сельскохозяйственных земель [1, 2]. В Ростовской области ареалы локально-переувлажненных почв приурочены к Восточным отрогам Донецкого кряжа и занимает площадь 60-80 тыс. га.

Автоморфные черноземы подвергаются интенсивному переувлажнению, не соответствующему экологии этих почв, приобретают признаки гидроморфизма, что и приводит к их деградации. В результате этого процесса огромные массивы пахотных почв, ранее используемые для размещения сельскохозяйственных культур, существенно снизили или полностью утратили свое плодородие. Так как переувлажнение имеет локальный характер, то вследствие этого нарушается однородность полей, задерживаются сроки проведения весенних полевых работ. На месте привычного агроландшафта формируется новый тип локально переувлажненного, или так называемого «мочарного» ландшафта, с типичной гидрофильной растительностью и гидроморфными почвами разной степени заболоченности и засоления. Значительное увеличение таких ареалов произошло из-за роста культуры земледелия, направленной на более полное поглощение осадков.

Интенсивное воздействие избыточного увлажнения на минеральную часть почвы приводит к изменению практически всех ее свойств, в результате чего автоморфные черноземы трансформируются в засоленные, осолонцованные, оглеенные, слитые почвы.

Очень часто хозяйственные объекты, становясь на пути поверхностного и внутрипочвенного водотока линейными преградами, задерживая или ухудшая его, представляют собой одну из причин в возникновении локального переувлажнения почв. Линейная преграда (лесополоса, дорога), располагаясь поперек склона, может вызвать образование ареала локально-переувлажненных почв как правило вытянутой формы. Обычно увеличение размеров пятен происходит либо вдоль преграды, параллельно ей, либо отдаляясь от нее по ложбинам (рисунок 1, участок КМ-227, КМ-232).



**Рисунок 1 – Участки КМ-227, КМ-228, КМ-229, КМ-230, КМ-231, КМ-232. СХА «Донская Правда» Куйбышевского района**

Причиной столь широкого распространения и развития контуров данного типа служит неоднородность геоморфологического строения территории и особая противозерозионная организация агроландшафта при проведении землеустроительных работ (при размещении полей и посадке лесополос), направленная на перехват поверхностного стока и перевод его во внутрипочвенный. Кроме того, проектирование и укладка водоотводных гидротехнических сооружений, при строительстве дорог, проводились лишь с учетом поверхностного объема стока. При этом совершенно не учитывался внутрипочвенный сток, а это недопустимо, если учесть двучленность почвенно-грунтовой толщи [3, 4].

Исследования, проведенные в СХА «Донская Правда» Куйбышевского района Ростовской области показали, что в настоящее время на территории хозяйства процесс роста площадей и числа ареалов локально-переувлажненных почв, несмотря на некоторое снижение динамики, продолжается.

Так, в 1985 году площадь ареалов локально-переувлажненных почв в СХА «Донская Правда» составляла 186,2 га, а количество ареалов достигало 59, в 1998 году таких ареалов было уже 111, а их площадь достигала 1747,9 га, к 2007 году – 143 ареала, общей площа-

дью – 2099,7 га., а в 2011 году – 157 ареалов, суммарной площадью – 2142 га (таблица 1).

**Таблица 1 – Распространение ареалов локально-переувлажненных почв в СХА «Донская Правда»**

Годы	Количество ареалов		Площадь, га		Отношение к пашне, %	
	Всего	Имеющих контакт с хозяйственными объектами	Всего	Имеющих контакт с хозяйственными объектами	Всего	Имеющих контакт с хозяйственными объектами
1985	59	40 (67,8 %)	186,2	149,3	2,1	1,7
1998	111	91 (82 %)	1747,9	1668,5	19,8	18,9
2007	143	123 (86 %)	2099,7	1949,7	23,8	22,1
2011	157	135 (86 %)	2142,0	1977,0	25,8	23,5

Контуров локально-переувлажненных почв в большинстве случаев (от 67,8 в 1985 до 86 % в 2007-2011 гг.) имеют непосредственный контакт с хозяйственными объектами (линейными преградами), что предполагает их антропогенное происхождение, обусловленное особенностями организации территории и агротехникой. Все это свидетельствует о значимой роли антропогенного фактора в расширении ареалов локально-переувлажненных почв на территории СХА «Донская Правда» Куйбышевского района.

Поэтому в настоящее время назрела необходимость перехода к новым стратегиям в землепользовании, основанным на принципах адаптивно-ландшафтных систем земледелия для того, чтобы улучшить экологическую ситуацию в агроландшафтах, защитить от дальнейшей деградации почвенный покров, как основу существования агроландшафта.

#### **Список использованных источников**

1 Почвы мочарных ландшафтов – формирование, агроэкология и мелиорация / Ф. Р. Зайдельман [и др.]. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 159 с.

2 Паракшин, Ю. П. Проблема прогрессирующего переувлажнения земель в Центрально-Черноземном регионе / Ю. П. Паракшин, Э. М. Паракшина, С. А. Уваров // Тез. докл. междунар. конф. «Проблемы антропогенного почвообразования». – Т. 2. – М., 1997. – С. 22-25.

3 Организация территории землепользования как причина развития переувлажнения черноземов в автоморфных агроландшафтах /

Н. Б. Хитров [и др.] // Почва, жизнь, благосостояние: сб. мат. Всероссийской конференции 29-30 марта 2000 г. – Пенза, 2000. – С. 79-81.

4 Литвинов, С. А. Влияние сельскохозяйственной деятельности человека на состояние почвенного покрова – как основного элемента агроландшафта / С. А. Литвинов, С. Н. Захаров // Актуальные проблемы экологии в сельскохозяйственном производстве. – Персиановский, 2007. – С. 105-107.

УДК 631.453.001.2:631.67:574

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

### **ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОД ОРОШЕНИЕ**

В статье представлены результаты обследования почв на наличие тяжелых металлов для проведения оценки экологического состояния. Определено содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов. Дана оценка степени загрязнения обследуемого участка и возможности его использования для возделывания сельскохозяйственных культур в условиях орошения.

Основной целью исследования было выявление наличия тяжелых металлов в почве участка СПК «Райгород» Светлоярского района Волгоградской области для проведения оценки экологического состояния обследуемого участка.

Почвенно-экологическое направление включает в себя определение степени загрязнения территории химическими веществами по стандартному или расширенному перечням в зависимости от особенностей объекта [1]. Стандартный перечень химических показателей включает определение:

- содержания тяжелых металлов (ТМ): свинца, кадмия, цинка, меди, никеля, мышьяка, ртути;
- рН;
- суммарного показателя загрязнения;
- содержания нефтепродуктов.

Как мы видим, определение загрязнения почв ТМ является обязательным элементом контроля загрязнения окружающей среды. Они в различной степени токсичны для живых организмов в зависимости от концентрации и почвенных условий. Источником их поступления в почву могут быть как природные, так и технические процес-



сы. Попадая на поверхность почв, ТМ могут либо накапливаться, либо рассеиваться в зависимости от характера геохимических барьеров, свойственных данной территории [2].

Загрязнение почв ТМ имеет сразу две отрицательные стороны. Во-первых, поступая по пищевым цепям из почвы в растения, а оттуда – в организм человека, ТМ могут вызвать серьезные заболевания. Во-вторых, накапливаясь в почве в больших количествах, ТМ способны изменять многие ее свойства, прежде всего, биологические: снижается общая численность микроорганизмов, сужается их видовой состав, падает интенсивность основных микробиологических процессов, активность почвенных ферментов и т.д. Сильное загрязнение может привести к изменению и более консервативных признаков почвы, таких как гумусное состояние, структура, рН среды и др.

Большая часть ТМ, поступивших на поверхность почвы, закрепляется в верхних гумусовых горизонтах и медленно удаляется при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии. Они сорбируются на поверхности почвенных частиц, связываются с органическим веществом почвы, в частности в виде элементарно-органических соединений, аккумулируются в гидроксидах железа, входят в состав кристаллических решеток глинистых минералов, дают собственные минералы в результате изоморфного замещения, находятся в растворимом состоянии в почвенной влаге и газообразном состоянии в почвенном воздухе, являются составной частью почвенной биоты [3].

На характер профильного распределения ТМ влияет комплекс почвенных факторов: гранулометрический состав почв, кислотность, содержание органического вещества, емкость катионного обмена, наличие геохимических барьеров, дренаж [4].

Гранулометрический состав почвы оказывает прямое влияние на закрепление и высвобождение ТМ, поэтому опасность их поступления в растения на тяжелых почвах меньше. Так как ТМ способны к образованию сложных комплексных соединений с органическим веществом, то в почвах с высоким содержанием гумуса они менее доступны растениям. Чем выше емкость катионного обмена, тем больше удерживающая способность почв по отношению к тяжелым металлам, что снижает доступность их растениям и живым организмам. Избыток влаги способствует накоплению ТМ в более раствори-

мых формах, имеющих низкую степень валентности. Анаэробные условия повышают их доступность растениям.

По фитотоксичности ТМ можно расположить следующим образом:  $Cd > Ni > Cu > Zn > Cr = Pb$ .

Для эколого-токсикологической оценки почв СПК «Райгород» были отобраны пробы почвы и проведен анализ на определение валового содержания и подвижных форм цинка, свинца, кадмия, никеля, меди.

После проведения анализа эколого-аналитической лабораторией были получены данные по содержанию ТМ (Zn, Pb, Cd, Ni, Cu) в исследуемой почве. В настоящее время еще нет однозначного и в достаточной мере обоснованного определения, что такое загрязнение почвы тяжелыми металлами. Одни исследователи под этим термином понимают любое накопление металлов в почвах относительно содержания в природных ландшафтах, другие загрязненными называют почвы, в которых концентрации химических элементов превышают фоновый уровень в 1,5-2 и более раз. Для многих микроэлементов превышение фонового содержания в почвах в определенных рамках может иметь благоприятное значение для биоты и для человека.

Оценку почв по степени загрязнения ТМ рекомендуется выполнять путем сопоставления реального состояния с нормативами по различным параметрам либо с исходным (фоновым) состоянием почв как по отдельным химическим веществам, так и с использованием суммарного показателя загрязнения  $Z_c$  [5]. Согласно рекомендациям степень загрязнения почв ТМ определялась путем сравнения с предельно-допустимой концентрацией (ПДК или ОДК) для валового содержания и подвижных форм соответствующего элемента в почве или его фоновым содержанием [6].

По степени опасности анализируемые нами валовые формы тяжелых металлов относятся:

- цинк, кадмий, свинец – к I классу опасности, т.е. высоко опасные;

- медь, никель – ко II классу опасности, т.е. умеренно опасные.

Оценка степени загрязнения участка цинком (валовое содержание) показала, что его среднее содержание на участке составляет 44 мг/кг, что в 2,3 раза ниже уровня ПДК (100 мг/кг). В среднем количество этого элемента соответствует кларковому содержанию

по А. П. Виноградову [7]. Согласно группировке суглинистых и глинистых почв с рН более 5,5 эколого-токсикологической оценки по содержанию валовых форм ТМ почвы исследуемого участка по содержанию цинка относятся к 1 группе, что означает пригодность данных почв для возделывания всех сельскохозяйственных культур [8].

Следующий анализируемый элемент – свинец, который в повышенных концентрациях является опасным токсикантом. Содержание Рb в почве исследуемого участка (6,8-8,5 мг/кг) не превышает ПДК (30 мг/кг) и находится даже ниже кларка по Виноградову (10 мг/кг).

Характер распределения рассматриваемого элемента по участку равномерный. Почвы по содержанию свинца относятся к 1 группе согласно группировке эколого-токсикологической оценки по содержанию валовых форм ТМ, т.е. данные почвы пригодны для возделывания всех сельскохозяйственных культур [8].

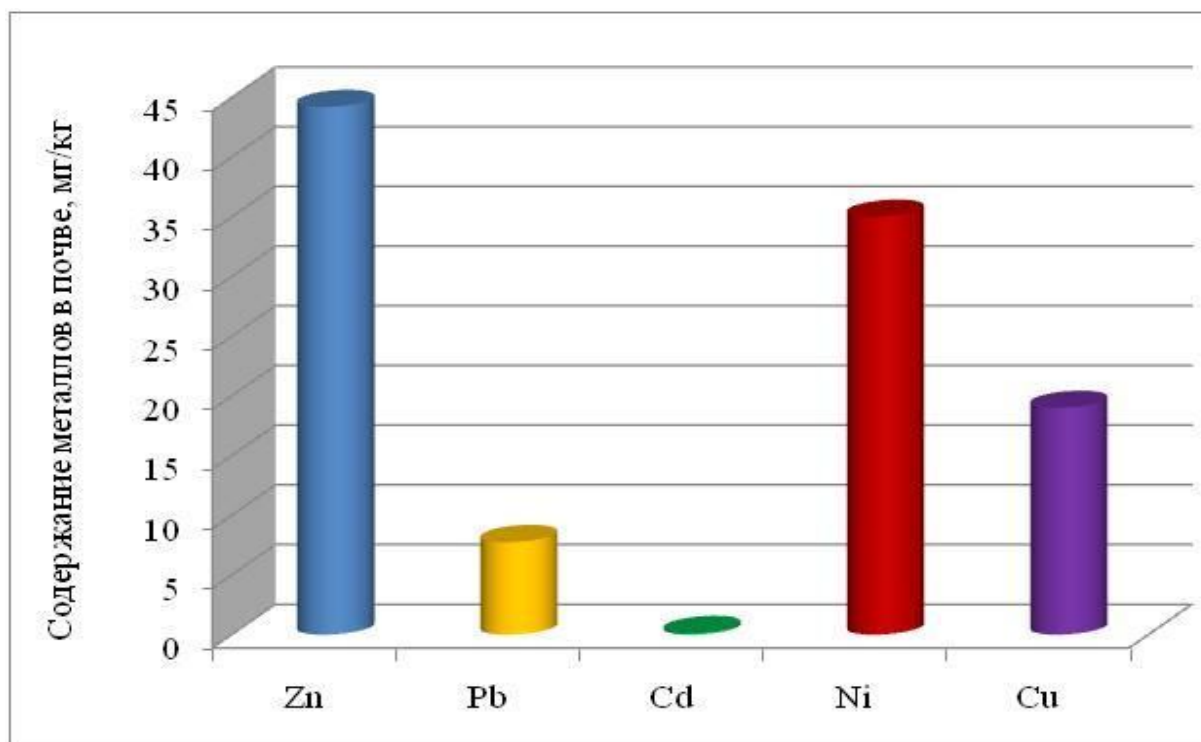
Кадмий – токсичный ТМ, что объясняется антагонизмом по отношению к цинку, т.е. кадмий способен замещать цинк в некоторых биохимических процессах и нарушать работу ферментов, связанных с дыханием, белковым обменом и т.д. ОДК для кадмия составляет 2,0 мг/кг.

Содержание Cd в исследуемых почвах значительно ниже ОДК. В среднем значение содержания кадмия около 0,14 мг/кг (от 0,100 до 0,195 мг/кг). Таким образом, почва исследуемого участка в верхнем слое незагрязнена кадмием.

Содержание никеля в почве составляет в среднем 35 мг/кг (от 29 до 39 мг/кг), что ниже ПДК (85 мг/кг) в среднем в 2,4 раза и чуть ниже фоновых значений (40 мг/кг). Распределение никеля по полю равномерно. Согласно группировке эколого-токсикологической оценки по содержанию валовых форм ТМ данные почвы пригодны для возделывания всех сельскохозяйственных культур

Содержание Cu варьирует от 16,8 до 21,2 мг/кг и в среднем составляет 19 мг/кг, что также ниже ПДК в 3 раза и находится на уровне фонового значения по Виноградову (20 мг/кг). Почвы, имеющие такое содержание меди, пригодны для возделывания сельскохозяйственных культур.

Содержание валовых форм тяжелых металлов в бурых полупустынных почвах участка СПК «Райгород» Волгоградской области представлено на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Содержание валовых форм тяжелых металлов на обследуемом участке в слое 0-20 см**

Также была проведена интегральная оценка степени загрязнения почв ТМ по суммарному показателю загрязнения, определяемому по формуле [4]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n-1),$$

где  $n$  – число определяемых компонентов;

$K_{ci}$  – коэффициент концентрации металла (определяется отношением металла в почве к его фоновому содержанию).

Расчеты содержания всех ТМ по всем скважинам показали, что почва относится к 1 незагрязненному уровню.

Но реальную угрозу для экосистем представляет не валовое содержание токсикантов, а содержание их подвижных форм, как более доступных растениям. Поэтому в практике оценки загрязнения почв важен учет и подвижных форм химических элементов. Содержание подвижных форм ТМ определялось путем вытяжки из почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8 (таблица 1).

**Таблица 1 – Содержание подвижных форм тяжелых металлов  
почве**

№ скважины	Содержание, мг/кг					
	Zn	Pb	Cd	Ni	Cu	pH
1	0,05	0,079	0,041	0,67	0,000	8,01
2	0,03	0,037	0,042	0,50	0,036	8,53
3	0,01	0,026	0,045	0,76	0,010	8,15
4	0,29	0,167	0,049	0,97	0,009	8,34
5	0,13	0,108	0,080	0,82	0,006	8,66
6	0,21	0,14	0,083	0,70	0,058	7,68
7	0,19	0,227	0,061	0,78	0,071	8,49
8	0,18	0,000	0,049	0,84	0,031	8,08
9	0,59	0,086	0,044	0,61	0,033	8,25
10	0,13	0,054	0,056	0,83	0,033	8,51
11	0,21	0,145	0,060	0,83	0,018	8,58
12	0,12	0,146	0,063	0,90	0,058	7,70
13	0,18	0,167	0,076	1,24	0,034	8,10
14	0,14	0,118	0,050	0,74	0,020	8,18
15	0,33	0,099	0,044	0,76	0,028	8,11
16	0,15	0,107	0,054	0,70	0,043	8,16
17	0,15	0,198	0,047	0,87	0,017	8,16
18	0,20	0,307	0,047	0,53	0,000	8,02
19	0,42	0,044	0,067	1,35	0,055	7,76
20	0,12	0,190	0,071	0,61	0,019	8,34
ПДК	23,0	6,0	2,0	4,0	3,0	
Фон (кларк)	< 5	< 0,8	< 0,1	< 2	< 1	

В таблице также представлены значения pH как одного из элементов стандартного перечня химических показателей для определения степени загрязнения почв. Реакция среды (pH) зависит от содержания ионов водорода ( $H^+$ ) и служит показателем кислотности или щелочности почвы. Этот показатель зависит, в основном, от ионного обмена с минеральными и органическими коллоидами и наличия карбонатов кальция, натрия, калия и других катионов. Реакция среды почвы варьируется от 3,5 (сильнокислая) до 11 (сильнощелочная) [9]. В нашем случае значение pH (8-8,5 ед. pH) являются оптимальными для большинства растений [10]. При снижении доступности токсичного металла растениям до минимума pH должно поддерживаться около 6,5 единиц.

Согласно группировке почв для эколого-токсикологической оценки по содержанию подвижных форм ТМ [8] количество Zn относится к 1 группе, т.е. почвы содержат менее 10 мг/кг цинка и пригодны для возделывания всех сельскохозяйственных культур.

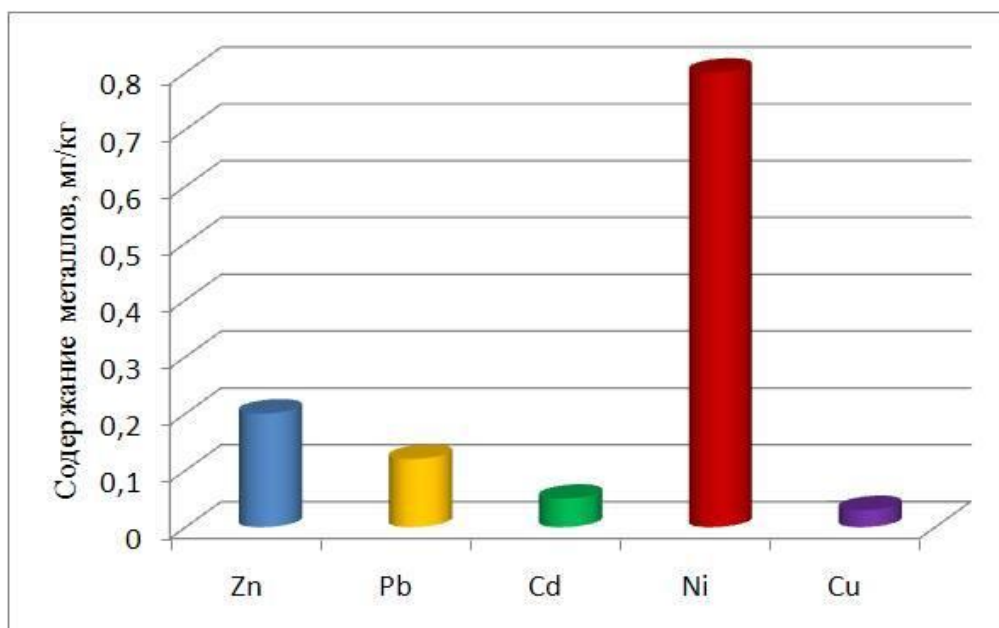
Свинец также содержится в очень малых количествах (от 0,026 до 0,307 мг/кг) относительно ПДК (ОДК) элемента и не представляет опасности для растений.

Относительно кадмия нет данных по ПДК подвижных форм. Его содержание в почве варьирует от 0,041 до 0,083 мг/кг. Но в ряду фитотоксичных металлов он самый опасный. И это необходимо учитывать.

Содержание никеля составляет от 0,50 до 1,35 мг/кг. Наибольшее количество определено в районе скважин 13 и 19 (1,24 и 1,35 мг/кг). Но и это количество значительно ниже (в 3 раза), чем значение ПДК. Почвы данным ТМ не загрязнены.

Медь также содержится в незначительных количествах (от 0,009 до 0,058 мг/кг). ПДК для Cu – 3,0 мг/кг.

Из рисунка 2 видно, что микроэлементный состав почв поля выглядит так: Ni > Zn > Pb > Cd > Cu.



**Рисунок 2 – Содержание подвижных форм тяжелых металлов на обследуемом участке в слое 0-20 см**

Исходя из результатов проведенных исследований, можно сделать вывод: содержание ТМ (валовое содержание и подвижная форма) в исследуемой почве находятся значительно ниже предельно-допустимых концентраций. Почвы незагрязнены тяжелыми металлами и пригодны для возделывания сельскохозяйственных культур. Здесь надо говорить не о загрязнении ТМ, а о низком обеспечении

микроэлементами бурых полупустынных почв. Это можно объяснить слабой степенью гумусированности обследуемых почв (до 1,5 %).

Поскольку ТМ имеют свойство накапливаться в почве, необходимо вести контроль их содержания в условиях интенсивного освоения сельскохозяйственных земель. В случае достижения концентрации ТМ предельно-допустимых параметров следует проводить мероприятия по снижению доступности токсикантов для растений (внесение органических удобрений, кальцийсодержащих мелиорантов и т.д.).

Полученные результаты использованы при проектировании оросительной системы в СПК «Райгород» Светлоярского района Волгоградской области для обеспечения гарантии получения урожая сельскохозяйственной продукции.

### **Список использованных источников**

1 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы: СанПиН 2.1.7.1287-03: утв. Главным государственным санитарным врачом Рос. Федерации 16.04.03. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003 – 50 с.

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

3 Реуце, К. Борьба с загрязнением почв / К. Реуце, С. Кырстя. – М.: ВО Агропромиздат, 1986. – 221 с.

4 Нейтрализация загрязненных почв: монография / под общ. ред. Ю. А. Мажайского. – Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2008. – 528 с.

5 Оценка и регулирование качества окружающей природной среды: учеб. пособие для инженера-эколога / под ред. А. Ф. Порядина, А. Д. Хованского. – М.: НУМЦ Минприроды России, Прибой, 1996. – 350 с.

6 Предельно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические требования: ГН 2.1.7.2041-06: утв. Главным государственным санитарным врачом Рос. Федерации 19.01.06. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003 – 11 с.

7 Виноградов, А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А. П. Виноградов. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 239 с.

8 Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: Росинформагротех, 2003. – 240 с.

9 Методы контроля качества почвы: учебно-методическое пособие / Д. Л. Котова [и др.]. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2007. – 106 с.

10 Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель при их использовании / Н. С. Скуратов [и др.]. – Новочеркасск, 2000. – 85 с.



Научное издание

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник научных трудов

Выпуск 47

Подписано в печать 19.12.2012. Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. 6,1. Тираж 100 экз. Заказ 47-3007.

Издательство ООО «Лик»

346430, г. Новочеркасск, ул. Красноармейская, 18

Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе «Колорит»

346430, г. Новочеркасск, пр. Платовский, 82Е