

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

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

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник статей

Выпуск 39

Часть II

Новочеркасск 2008

УДК 631.587

ББК 41.9

П 78

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

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

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

Пути повышения эффективности орошаемого зем-
П 78 **леделия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ» / Под ред.**
В.Н. Щедрина. – Новочеркасск: ООО «Геликон»,
2008. – Вып. 39. – Ч. II. – 154 с.

Сборник статей подготовлен ФГНУ «РосНИИПМ» по материалам научно-практического семинара «Современные приемы сохранения и восстановления плодородия орошаемых земель» (18-20 июня 2008 г.).

Выпуск 39

Часть II

УДК 631.587

ББК 41.9

ISBN

© ФГНУ «РосНИИПМ», 2008

© Оформление. ФГНУ

«РосНИИПМ», 2008

СОДЕРЖАНИЕ

Балакай Г.Т. Сохранение плодородия почвы сельскохозяйственных земель – гарантия продовольственной безопасности России	6
Васильев С.М., Акопян А.В. Обоснование необходимости разработки «Программы восстановления и дальнейшего развития мелиорации в России на 2009-2015 годы».....	11
Ильинская И.Н., Егорова О.В., Сиверинова И.В. Методология кадастровой оценки мелиорированных земель.....	16
Дробилко А.Д., Шевченко П.Д. Как сохранить плодородие чернозема при орошении	23
Калиниченко В.П., Черненко В.В., Шаршак В.К., Ладан Е.П., Генев Е.Д., Илларионов В.В., Зинченко В.Е., Морковской Н.А., Суковатов В.А. Природоохранная почвенно-мелиоративная агротехника	28
Балакай Н.И. Соотношение орошаемых и богарных сельскохозяйственных угодий на различных типах агроландшафтов.....	31
Крюков К.А., Мальцев А.В., Калиниченко В.П., Черненко В.В. Локальная агро-мелиорация ландшафта с мочаристыми почвами.....	35
Стратинская Э.Н. Изменение свойств черноземов обыкновенных в условиях циклического орошения	40
Воеводина Л.А. Приемы повышения почвенного плодородия и снижения деградации почв на примере ЗАО «Нива»	47
Долина Е.В. Влияние компостов из опилок на свойства чернозема обыкновенного деградированного.....	52
Субботина М.А. Новый сорбент-мелиорант для иммобилизации тяжелых металлов на орошаемых землях	56
Акопян А.В. Приемы снижения загрязнений орошаемых черноземов тяжелыми металлами	58
Иваненко А.А., Ендовицкий А.П., Ильин В.Б., Мищенко Н.А., Калиниченко В.П. Термодинамические процессы в почвенной системе после внесения фосфогипса.....	62
Калиниченко В.П., Ильин В.Б., Радевич Е.В., Пономарев Р.В., Мищенко Н.А., Бухтияров В.В. Проблема содержания Pb, Ni, Cd, Zn, Cu в темно-каштановой почве при внесении фосфогипса под культуру риса.....	65

Шаршак В.К., Миронченко С.Ф., Ладан Е.П., Генев Е.Д., Илларионов В.В., Зинченко В.Е., Калиниченко В.П., Удалов В.В., Удалов А.В., Черненко В.В., Рябцев Е.Н. Динамика продуктивности биogeосистемы светло-каштановых солонцовых почв в длительном стационарном эксперименте	68
Акулова Т.В., Калиниченко В.П., Филоненко В.Н. Результаты производственных испытаний баковых смесей сульфонилмочевинного препарата Гренч с пониженной нормой внесения	77
Митяева Л.А. Приемы борьбы с ирригационной эрозией на склонах деградированных земель	79
Щедрин М.А. Усовершенствованный способ оценки эрозийной безопасности дождевальных машин	86
Васильев В.В. Результаты исследований по изучению образования твердого стока	89
Васильев В.В., Щедрин М.А. Зависимости объема поверхностного стока от интенсивности дождевания и кинетической энергии капель дождя	93
Борешевская О.А. Развитие рисоводства в Российской Федерации	97
Ольгаренко И.В. Биологические коэффициенты сельскохозяйственных культур при расчете суммарного испарения	101
Пономарева А.И., Селицкий С.А. Элементы технологии возделывания кормовых культур в промежуточных посевах	107
Селицкий С.А., Егорова О.В. Возделывание люцерно-мятликовой травосмеси на выводном поле орошаемых севооборотов	110
Евтухов М.В. Эффективность использования картофелем различных сортов минеральных удобрений в условиях орошения Ростовской области	113
Бабичев А.Н., Бабичева Е.А. Урожайность и водопотребление лука репчатого в условиях Ростовской области	116
Юрина Л.И. Агроэкологические перспективы повышения плодородия малопродуктивных почв	119
Балакай Г.Т., Докучаева Л.М., Юркова Р.Е. Меры поддержки по повышению заинтересованности землепользователей в воспроизводстве плодородия мелиорированных земель	122

Кропина Е.А. Требования к качеству воды для орошения в России и за рубежом	126
Кропина Е.А. Модели для оценки минерализации дренажно-сбросных вод.....	129
Кулыгин В.А. Урожайность овощных культур в зависимости от доз удобрений.....	132
Васильев С.М., Кропина Е.А. Подбор оптимальных доз компонентов иммобилизатора для очистки дренажного стока от тяжелых металлов	136
Амелина В.В. Факторы, влияющие на развитие эрозионных процессов в Шолоховском районе Ростовской области.....	142
Амелина В.В. Результаты сравнительной оценки деградиционных процессов на агроландшафтах Шолоховского района Ростовской области.....	146

СОХРАНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ – ГАРАНТИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

Г.Т. Балакай

ФГНУ «РосНИИПМ»

Опыт многих стран показывает, что обеспечение продовольственной безопасности страны возможно только при сохранении и восполнении плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения как основного средства производства, способного обеспечить увеличение объемов производства высококачественной сельскохозяйственной продукции в необходимых количествах. В то же время в России за последние десятилетия наблюдаются процессы деградации земель и ухудшения плодородия почвы.

Так, за последние 15 лет по различным причинам выбыли из оборота 15 млн гектаров сельхозугодий, на более 56 млн га пашни продолжают усиливаться процессы дегумификации и снижения содержания гумуса. Среднегодовой дефицит гумуса в пахотном слое за последние годы в среднем по Российской Федерации составил 0,52 т/га. Вносимые дозы минеральных и органических удобрений не компенсируют потерю питательных веществ, выносимых с урожаем. Если процессы деградации будут продолжаться такими же темпами, то через 70-80 лет биопродуктивность агроценозов снизится в десятки раз. В связи с этим государство должно принять активные меры по воспроизводству плодородия земель, усилению ответственности землепользователей за сохранение плодородия земель, а также по повышению заинтересованности хозяйствующих субъектов в повышении плодородия.

В федеральной целевой программе «Плодородие...» сельскохозяйственные земли определены как национальное достояние России. Это действительно достояние, которое предоставила нам природа, и задача современных ученых и землепользователей сохранить эту землю для наших потомков, ибо только растения, произрастающие на этой земле, способны аккумулировать солнечную энергию и обеспечивать людей необходимыми продуктами питания, а промышленные отрасли – продукцией для переработки.

Сохранить плодородие почвы и одновременно создать условия для более полного усвоения растениями энергии солнечной радиации, и тем самым повысить коэффициент полезного действия фотосинтетического потенциала возможно только на основе выполнения комплекса агрохимических, гидромелиоративных, культуртехнических, агролесомелиоративных, водохозяйственных и организационных мероприятий с использованием современных достижений науки, техники и передовой практики. На выполнение этой цели и направлена программа ФЦП «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы и на период до 2012 года» [1].

Основными задачами Программы предусмотрен ряд мероприятий, позволяющих сохранить и повысить плодородие земель. Среди них:

- рациональное использование биоклиматического потенциала, получение стабильных урожаев, систематическое воспроизводство природного плодородия почв, улучшение баланса питательных веществ без отрицательного воздействия на все компоненты агроландшафтов;

- организация мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и формирование информационной базы данных по плодородию почв земель сельскохозяйственного назначения на основе проведения агрохимического и экологотоксикологического обследования земель сельскохозяйственного назначения;

- защита земель от затопления и подтопления путем строительства и реконструкции гидротехнических и мелиоративных сооружений, охрана сельскохозяйственных угодий от водной и ветровой эрозии, опустынивания;

- сохранение достигнутого уровня плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения в системе земледелия и защита земель от подтопления и затопления путем строительства и реконструкции гидротехнических и мелиоративных сооружений;

- защита и сохранение сельскохозяйственных угодий от водной и ветровой эрозии и опустынивания;

- снижение степени кислотности и солонцеватости почв;

- сохранение и поддержание агроландшафтов в системе сель-

скохозяйственного производства;

- разработка системы агролесомелиоративных мероприятий, обеспечивающих оптимизацию воздушного и гидротермического режимов агроландшафтов, улучшение качества природной среды и поверхностных водоисточников;

- улучшение социальных условий жизни селян и пр.

Программой предусмотрено направление средств федерального бюджета на капитальные вложения, строительство и реконструкцию мелиоративных и водохозяйственных объектов, осуществление других расходов (включая субсидии на проведение агрохимических мероприятий), выполнение прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проведение мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, создание картографической основы систем земледелия и землеустройства, а также совместное использование водохозяйственных объектов.

На выполнение намеченных мероприятий выделяются большие средства. Общий объем финансирования Программы составляет около 371 миллиарда рублей, в т.ч. из федерального бюджета около 64 млрд руб, из бюджета субъектов Российской Федерации 81,7 млрд руб. и 225,4 млрд из внебюджетных источников.

Учитывая, что в России площадь сельхозугодий составляют 401,6 млн га (по состоянию на 01.01.2005 г.), общий вклад средств в повышение плодородия земель сельхозугодий составит на 1 га в среднем по России около 925 руб./га, в т.ч. средств федерального бюджета около 160 руб./га, бюджет субъектов – 203 руб./га и внебюджетных средств более 560 руб./га. По сравнению с другими странами размеры государственной поддержки российских сельхозтоваропроизводителей очень малы. Однако рост имеется, и мы надеемся, что в дальнейшем темпы увеличатся, особенно в области мелиоративного комплекса.

Важнейшими показателями, которые мы должны достичь в 2009-2012 годах в результате выполнения Программы, являются:

- предотвращение выбытия из сельскохозяйственного оборота 5,55 млн га сельскохозяйственных угодий и введение в сельскохозяйственный оборот 3,2 млн. га таких угодий;

- ввод в эксплуатацию 397 тыс. га мелиорированных земель;

- вовлечение в сельскохозяйственный оборот 37 тыс. га земель, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС;

- внесение 15,8 млн тонн д.в. минеральных удобрений;
- защита 158,7 тыс. га земель от водной эрозии, затопления и подтопления;
- защита и сохранение 585 тыс. га сельскохозяйственных угодий от ветровой эрозии и опустынивания;
- преобразование материалов комплексного разномасштабного картирования плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения на основе агроинформационных систем для проведения мониторинга плодородия почв на 5,2 млн га;
- уменьшение степени кислотности почв путем проведения их известкования на площади 2037,5 тыс. га и фосфоритования на площади 475 тыс. га;
- уменьшение степени солонцеватости почв путем проведения гипсования солонцов на площади 162,5 тыс. га и мелиоративной обработки солонцов на площади 233 тыс. га.

Ожидается, что выполнение Программы позволит:

- предотвратить выбытие из сельскохозяйственного оборота около 5,55 млн га (1,38 %) сельскохозяйственных угодий;
- повысить класс почв по пригодности для использования в сельскохозяйственном производстве на 2 разряда в пределах одного класса;
- прирост сельскохозяйственной продукции за эти годы составит не менее 100 млн т зерновых единиц;
- сохранить существующие и создать 108 тыс. новых рабочих мест и пр.

Важное внимание в Программе отводится мелиорированным землям. В государственной и муниципальной собственности находятся 194 млн гектар земель сельскохозяйственного назначения, включая земли, занятые дорогами, болотами, а также другие категории земель. Из этой площади мелиорированные земли занимают 9,4 млн гектаров. Мелиоративными системами, находящимися в федеральной собственности, обслуживаются 3,4 млн га, мелиоративными системами, находящимися в собственности субъектов Российской Федерации, – 0,4 млн га, и 5,6 млн га эксплуатируются сельскохозяйственными товаропроизводителями.

Оросительные мелиорации являются основным рычагом получения стабильно высокой урожайности сельскохозяйственных культур и обеспечения продовольственной безопасности страны. При условии комплексного проведения оросительных и других видов ме-

лиорации обеспечивается наиболее полная реализация биоклиматического потенциала продуктивности почв земель сельхозназначения. Особенно это важно для юга страны, где имеются самые плодородные почвы в мире, но неравномерное выпадение осадков по годам и в течение года приводит к значительным недоборам урожая и снижает эффективность сельскохозяйственного производства.

В связи с возросшими требованиями к сохранению и эффективному использованию водных ресурсов возрастает необходимость разработки ресурсосберегающих технологий орошения, позволяющих сократить расходы воды на 15-20 % при одновременном получении высокой урожайности сельскохозяйственных культур. Необходимо предусмотреть повторное использование животноводческих стоков и сбросных вод, что позволит сократить использование и повысить качество воды в природных водных объектах.

Технологии орошения должны отвечать современным требованиям и обеспечивать сохранение плодородия почв, снижать до экологически допустимого уровня деградиционные процессы на агроландшафтах, повышать эффективность использования мелиорированных земель. Этому в большой степени может способствовать внедрение новых ресурсосберегающих технологий.

Одним из таких элементов ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве является, например, «точное земледелие», при котором производится управление продуктивностью посевов на новом уровне. Такая технология позволяет определять с большой точностью, условно говоря, с каждого 0,1 га земли, наличие питательных веществ в почве и таким же образом вносить расчетные дозы удобрений на планируемую урожайность. Это позволяет получать высокую отдачу от мелиорированных земель при минимальных затратах на единицу продукции.

Таким образом, внедрение достижений науки и практики позволяет сохранить плодородие почвы, повысить эффективность использования земельных ресурсов и обеспечить продовольственную безопасность России.

ЛИТЕРАТУРА

1. ФЦП «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы и на период до 2012 года».

**ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ
«ПРОГРАММЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ДАЛЬНЕЙШЕГО
РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ В РОССИИ НА 2009-2015 ГОДЫ»**

С.М. Васильев, А.В. Акопян

ФГНУ «РосНИИПМ»

В сельском хозяйстве нашей страны мелиорация земель должна занимать определяющее место в системе мероприятий по повышению почвенного плодородия, поскольку является стабилизирующим фактором в производстве сельскохозяйственной продукции. Она позволяет получать гарантированные урожаи, невзирая на неблагоприятные природные условия. Однако за годы реформ из сельскохозяйственного оборота выбыло свыше 2 млн га мелиорируемых угодий, из них более 1,6 млн га орошаемых. Посевные площади на орошаемых землях сократились до 4 млн га, или на 25 %, осушаемые в ряде регионов используются всего на 60...70 % имеющихся площадей. В настоящее время в пользовании сельхозтоваропроизводителей находится 9,3 млн га мелиорируемых земель, составляющих всего 8 % площади пашни.

Недостаток финансирования и дефицитность ресурсов, необходимых для мелиорации в целом по стране, привели к тому, что современное мелиоративное состояние земель в целом по стране оценивается негативно. И это связано не только с низким уровнем урожайности сельскохозяйственных культур, но и с ухудшением почвенного плодородия в ряде регионов за счет отрицательного баланса органики почвы, вторичного засоления, заболачивания и других негативных явлений. Это связано прежде всего с тем, что из-за отсутствия финансовых средств наблюдаются тенденции возврата к экстенсивному ведению сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях.

Состояние мелиорируемых земель в России характеризуется данными, приведенными в таблице, составленными на основе статистических данных.

**Мелиоративный фонд и мелиорированные земли
в Российской Федерации в 2003 году, тыс. га [1]**

Экономический район	Мелиоративный фонд		Мелиорированные земли	
	земли, нуждающиеся в орошении	земли, нуждающиеся в осушении	орошаемые	осушаемые
Российская Федерация	21425	50800	4737	4668
В том числе: Северо-Западный	127	5192	28,7	773
Центральный	144	4105	287,3	1385,2
Волго-Вятский		1478	117,1	303,6
Центрально-Черноземный	736	404	303,2	39,0
Поволжский	8734	482	1241,1	26,7
Северо-Кавказский	7144	457	1709,5	66,9
Уральский	395	3994	356,6	145,7
Западно-Сибирский	2494	11830	275,5	216,4
Восточно-Сибирский	1355	6225	284,3	89,7
Дальневосточный	296	17173	126,2	590,5
Калининградская область		153	2,4	566

Видно, что в Российской Федерации мелиоративный фонд орошаемых земель освоен лишь на 22,1 % (4737 тыс. га), а осушаемых – на 9,2 % (4668 тыс. га). По отдельным регионам освоение мелиоративного фонда также было неодинаковым.

По данным Россельхозакадемии, для обеспечения устойчивости земледелия и получения гарантированных урожаев сельскохозяйственной продукции в России следует иметь в перспективе как минимум 17...18 млн га мелиорируемых земель, в том числе орошаемых – 10 млн га* и осушаемых 7...8 млн га, что составит только 15 % пашни [2].

Программа «Плодородие» на 1992-2000 гг. предусматривала проведение комплекса взаимоувязанных и неотложных мероприятий по сохранению и восстановлению почвенного плодородия и мер государственной поддержки по его осуществлению. Но финансирование работ осуществлялось несвоевременно и не в полном объеме.

Программа «Плодородие» на 1992-2000 гг. не была выполнена из-за практического отсутствия целевых индикаторов, недостаточного финансирования, сокращения объемов работ. Следствием невыполнения программы «Плодородие» в целом явилась потеря производст-

*Площадь орошения в 10 млн га определена с учетом обеспеченности водными ресурсами и пригодными для развития орошения.

венных мощностей специализированных предприятий, парк мелиоративной и другой специальной техники сократился в 8-10 раз.

Главной причиной неудовлетворительного выполнения намеченных мероприятий явилось недостаточное и несвоевременное финансирование их из федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации и недостаточное участие хозяйств-землепользователей. Анализ состояния природной среды и сельскохозяйственного производства, оценка динамики изменения качественных показателей земель дали основание говорить о том, что тенденция снижения плодородия почв и ухудшения общей экологической обстановки в агропромышленном комплексе сохраняется и может привести к возникновению кризисной ситуации.

Следующим шагом в этом направлении явилась ФЦП «Повышение плодородия почв России на 2002-2005 годы», утвержденная Правительством Российской Федерации Постановлением № 780 от 8 ноября 2001 года.

Важнейшее условие выполнения программы – консолидация источников финансирования в соответствии с заключенными соглашениями по ее реализации между Минсельхозом России и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, и в первую очередь организация софинансирования программных мероприятий, что в данной программе было не выполнено.

Из-за несвоевременного финансирования работ, выполняемых за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации и внебюджетных источников, значительно были невыполнены основные физические показатели программных мероприятий. Недостаточное выделение средств на программные мероприятия сложилось в субъектах Российской Федерации за счет бюджетного дефицита в регионах и за счет недостатка средств в сельскохозяйственных предприятиях и организациях. Минсельхозом России со всеми регионами были заключены долгосрочные соглашения о выделении ими средств на осуществление Программы для реализации намеченных мероприятий в 2002-2005 годах. По указанным выше причинам соглашения не были выполнены. Кроме того, Минэкономразвития России не было выделено средств на инвестиционную подпрограмму. В результате многие реконструируемые и строящиеся объекты оказались не обеспеченными финансированием.

В приложении к разделу II протокола № 23 заседания Правительства Российской Федерации от 26 июня 2003 года в результате анализа существующих ФЦП и выявления недоработок были определены принципы формирования и реализации федеральных целевых программ на 2004 год и на период до 2006 года:

1. Оптимизация государственных обязательств: отказ от финансирования инвестиционных проектов, не соответствующих приоритетам государственного инвестирования.

2. Включение в федеральные целевые программы объектов, строительство и модернизация которых имеет федеральное значение и обеспечивается федеральным правительством.

3. Обеспечение максимальной социально-экономической эффективности инвестиционных расходов федерального бюджета.

4. Открытость, «прозрачность» и адресность принимаемых решений о реализации инвестиционных проектов.

5. Введение ответственности государственных заказчиков и соответствующих должностных лиц за достижение поставленных в программах целей.

6. Нормативно-правовое закрепление основных процедур формирования и реализации федеральной адресной инвестиционной программы.

Вследствие такого положения вещей при разработке ФЦП «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы» [3] были установлены обязательные количественные показатели хода реализации программы по годам, предусмотрен специальный раздел, включающий основные индикаторы, показатели ожидаемой эффективности и результативности, позволяющие ежегодно оценивать ход реализации программы. В данную ФЦП была заложена система рисков, влияющая на успешный ход реализации программных мероприятий.

Выделяемые ежегодно капитальные вложения по ФЦП «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы» на реконструкцию гидротехнических сооружений федеральной собственности крайне незначительны и составляют лишь пятую часть от потребности. На протяжении несколь-

ких лет практически не выделяются средства на ремонт гидротехнических сооружений, относящихся к федеральной собственности.

Существующая на федеральном уровне система управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом в АПК, по мнению Комиссии, требует совершенствования, поскольку практически отсутствует управление мелиоративными системами на уровне муниципальных образований и внутрихозяйственными мелиоративными объектами.

Федеральным законом № 264-ФЗ от 29.12.2006 г. «О развитии сельского хозяйства» [4] в июне 2007 г. принята «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы», согласно которой особая поддержка с 2008 г. будет оказываться ряду подотраслей АПК, включая кормопроизводство и животноводство. В данном документе приводятся количественные показатели роста животноводческой продукции и урожайности кормовых культур, но инструментарий реализации такого роста не рассматривается, так же, как и четко не определены стратегические вопросы развития мелиорации как гаранта получения высоких и стабильных урожаев за счет реализации производственного потенциала мелиорируемых сельскохозяйственных угодий.

В принятых и действующих документах, к сожалению, не предусмотрены меры по решению проблемы восстановления и дальнейшего развития мелиоративного комплекса страны. А ведь его основу составляют многочисленные оросительные и осушительные системы, развитая система эксплуатации и необходимый производственно-технический потенциал, принадлежащий государству. Вместе с тем, интенсификация и стабилизация сельхозпроизводства во многом зависят от существования и эффективной работы мелиоративного комплекса страны.

Вышеизложенное позволяет определить необходимость разработки «Программы восстановления и дальнейшего развития мелиорации в России на 2009-2015 годы» как важнейшей общегосударственной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.nauka-shop.com/>.

2. О задачах водохозяйственных организаций в реализации Федеральной Целевой Программы сохранения и восстановления плодородия почв России / Г.Г. Гулюк // Мелиорация и водное хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 2-4.

3. ФЦП «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы» // Постановление Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2006 г. № 99. – М., 2006.

4. Федеральный закон от 29 декабря 2006 г. № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства».

УДК 631.67:528.44.003.12

МЕТОДОЛОГИЯ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

И.Н. Ильинская, О.В. Егорова, И.В. Сиверинова
ФГНУ «РосНИИПМ»

При кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения существующие методики оценки слабо учитывают влияние географических, климатических и антропогенных факторов, в частности фактор мелиоративного воздействия, что приводит к неточному результату при расчете цены участков, а объекты недвижимости на нем необоснованно увеличивают его стоимость [1, 2, 3].

В этой связи необходим дифференцированный подход к определению кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения, подвергнутых мелиоративному воздействию.

Разработанная методика кадастровой оценки мелиорированных земель дополняет методику оценки земель сельскохозяйственного назначения путем введения ряда агроэкологических показателей и позволяет дать дифференцированную оценку земель, в том числе и орошаемых, и усовершенствовать эффективность землепользования.

Кадастровая оценка земель включает определение удельных показателей кадастровой стоимости земель и стоимости земельных участков, занятых сельскохозяйственными угодьями, на основе методических подходов, разработанных ранее в ряде научных учреждений [2, 3, 4, 5].

Основным показателем для определения стоимости сельскохозяйственных угодий, в том числе и мелиорированных земель, является капитализированный расчетный рентный доход.

Оценка показателей плодородия почв мелиорированных земельных участков проводится с учетом существующих классификаций их генетических, физических, физико-химических и химических свойств, а также параметров плодородия. Критериальные величины нормативных значений указанных характеристик регламентируются требованиями экологии.

Определение показателей кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий в границах субъектов Российской Федерации осуществляется в следующей последовательности:

- определение интегральных характеристик сельскохозяйственных угодий в границах землепользований по плодородию почв, технологическим свойствам и местоположению;
- определение оценочной продуктивности на основе полученных индивидуальных нормативов продуктивности и затрат, расчетного рентного дохода;
- определение оценочных затрат;
- определение расчетного рентного дохода;
- определение удельных показателей кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий в границах землепользований.

Интегральными характеристиками мелиорированных земель, как и сельскохозяйственных угодий, в границах землепользований являются: плодородие почв, технологические свойства, местоположение, нормативная урожайность, агроэкологический и биоклиматический потенциал.

Интегральной характеристикой плодородия мелиорированных земель является балл бонитета почв сельскохозяйственных угодий. Совокупные почвенные баллы по оценочным группам почв имеются в материалах IV тура оценки земель в виде оценочных шкал [6]. Значения бонитета почв корректируются в зависимости от степени влияния негативных свойств [7].

Технологические свойства мелиорированных земель в границах землепользований рассчитываются с учетом ряда показателей: энергоемкости почв, рельефа, каменистости, контурности, удаленности

полей и фермерских участков от хозяйственного центра, высоты над уровнем моря.

Физические значения технологических свойств для конкретных угодий переводятся в баллы и коэффициенты по соответствующим шкалам. На основе шкал оценки отдельных технологических свойств и зависимости от них затрат вычисляется обобщенный показатель – индекс технологических свойств объектов оценки по отношению к эталонным условиям.

Местоположение мелиорированных земель в границах землепользований характеризуется показателем эквивалентного расстояния по удаленности от пунктов реализации сельскохозяйственной продукции и баз снабжения материально-техническими ресурсами, объемов и классов грузов и качества дорог [6].

Нормативная урожайность сельскохозяйственных культур представлена как функция почвенных, климатических и экономических факторов, формирующих урожай, и рассчитывается по следующей формуле [3]:

$$Y_n = \frac{33,2 \cdot 1,4 \cdot AP_m \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4}{AP_6},$$

где Y_n – нормативная урожайность зерновых культур, т/га;

AP_m – величина местного агроэкологического потенциала для зерновых культур (по И.И. Карманову) [8];

33,2 – нормативная урожайность (т/га) зерновых культур на эталонной почве, соответствующая нормам нормальных зональных технологий при базовом значении AP_6 (10,0);

1,4 – коэффициент пересчета на уровень урожайности при интенсивной технологии возделывания;

K_1 - K_4 – коэффициенты, характеризующие содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, содержание физической глины и негативные свойства почв, разработанные по материалам четвертого тура оценки земель и результатам исследований ФГНУ «РосНИИПМ» [7].

Нормативная урожайность оценочных культур определяется для зональных почв, не имеющих негативных свойств, по коэффициентам, характеризующим соотношения урожайностей этих культур и зерновых [3].

Агроэкологический потенциал характеризует влияние климатических условий на урожайность зерновых культур и зависит от температурного фактора, влагообеспеченности территории (в том числе орошения) и континентальности климата и рассчитывается по формуле [3]:

$$AP = (\sum t_{ак} \geq 10^\circ) \cdot K_y / (K_k + 100),$$

где $\sum t_{ак}$ – сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации, °С;

K_y – коэффициент увлажнения (при орошении $K_y = 1$). Значения K_y приведены в зональных агроклиматических справочниках;

K_k – коэффициент континентальности (в пределах 130-200).

Почвенно-экологический индекс (ПЭи) предназначен для сравнительной межрегиональной оценки плодородия почв с учетом климатических факторов и включает показатели плотности сложения почвы, ее полезного объема, тепло- и влагообеспеченности и континентальности климата [8]. Он рассчитывается по следующей основной формуле:

$$ПЭи = 12,5 \cdot (2 - \nu) \cdot n \cdot \left[(\sum t^\circ > 10^\circ) \cdot (K_y - 0,05) / (K_k + 100) \right],$$

где ν – плотность сложения метрового слоя почвы, г/см³;

n – полезный (безбалластный) объем почвы в метровом слое;

$\sum t^\circ > 10^\circ$ – среднегодовая сумма температур более 10 °С.

При расчете индекса влияние орошения на почвы учитывается коэффициентом увлажнения. Примерные значения почвенно-экологического индекса для некоторых типов неорошаемых почв приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения почвенно-экологического индекса для различных почв [7]

Почва	Территория	Величина ПЭи
Дерново-подзолистая суглинистая	Ярославская обл.	49
Серая лесная суглинистая	Тульская обл.	63
Чернозем типичный мощный	Курская обл.	75
Чернозем типичный мощный	Алтайский край	60
Чернозем слабовыщелоченный	Краснодарский край	100
Чернозем южный	Ростовская обл.	47

Дополнительно к формуле вводятся поправки на соединение гумуса, подвижных форм питательных веществ, степень кислотности почв. Особо учитываются засоление и солонцеватость почв. Факторы, лимитирующие плодородие почв, учитываются с помощью показателей плотности и полезного объема почвы.

Почвенно-экологический индекс зависит от глубины залегания грунтовых вод, качества оросительных и грунтовых вод (табл. 2).

Таблица 2

Баллы для снижения почвенно-экологического индекса в зависимости от уровня и минерализации грунтовых и оросительных вод [7]

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

Оценка земельных участков из состава мелиорированных земель проводится на основе капитализации расчетного рентного дохода или определения нормативного среднегодового экономического эффекта от его использования, а также исходя из затрат, необходимых для воспроизводства и сохранения ценности его природного потенциала.

Расчетный рентный доход с 1 га сельскохозяйственных угодий определяется сложением дифференциального и абсолютного рентных доходов.

Абсолютный рентный доход принимается равным 1 % от стоимости валовой продукции с 1 га мелиорированных земель.

Дифференциальный рентный доход (P_i , руб./га) обусловлен плодородием почв, технологическими свойствами и местоположением объекта государственной кадастровой оценки [2, 3]:

$$P_i = (B_i - Z_i \cdot H_0) + \Delta P_{Ti} + \Delta P_{Mi},$$

где B_i – валовая продукция, обусловленная плодородием почв объекта кадастровой оценки пропорционально баллам бонитета почв объектов кадастровой оценки, руб./га;

Z_i – затраты на использование объекта кадастровой оценки при индивидуальной оценочной продуктивности и среднем индексе тех-

нологических свойств и местоположении земель, руб./га. Определяются дифференциацией части базовых затрат пропорционально баллу бонитета почв. При расчете нормативных затрат на выращивание и уборку сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях дополнительно учитываются затраты на полив и эксплуатацию мелиоративных систем [9, 10];

H_o – минимально необходимый для воспроизводства нормативный коэффициент рентабельности по отношению к затратам ($H_o=1,07$);

ΔP_{Ti} – рентный доход, определяется путем дифференциации части базовых затрат на использование 1 га сельскохозяйственных угодий в земельно-оценочном районе (Z_0) пропорционально индексу технологических свойств объекта оценки;

ΔP_{Mi} – рентный доход, определяется как разность между стоимостью грузоперевозок при средних по земельно-оценочному району значениях грузоемкости и удаленности земель (C_o , руб./га) и их стоимостью на оцениваемых объектах (C_i , руб./га).

Определение полной кадастровой стоимости земельного участка в составе земель сельскохозяйственного назначения осуществляется произведением удельного показателя кадастровой стоимости мелиорированных земель на площадь земельного участка.

Для обоснования кадастровой стоимости земель нами проведен сравнительный анализ основных показателей кадастровой оценки для богарных и орошаемых условий: агроклиматического потенциала, почвенно-экологического индекса, нормативной урожайности, прямых затрат и удельного показателя кадастровой стоимости земель (табл. 3).

Таблица 3

Основные показатели кадастровой оценки мелиорированных земель (на примере ЗАО «Нива» Веселовского района Ростовской области)

Показатель	Без орошения	При орошении	Модульный коэффициент
Агроклиматический потенциал АП	5,6	15,3	2,73
Почвенно-экологический индекс ПЭ _и	43,4	103,2	2,37
Нормативная урожайность U_n , ц к.е.	14,4	29,9	2,08
Прямые затраты, З, руб.	2451,0	4018,5	1,6
Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./га	41304,45	75744,90	1,83

Анализ данных табл. 3 показывает значительные колебания модульного коэффициента, обусловленные затратами, связанными с орошением и получением дополнительного урожая.

Прямые затраты на производство продукции растениеводства как на орошении, так и на богаре, зависят от почвенно-климатических и организационно-хозяйственных факторов, в том числе при орошении – от влагообеспеченности года, способа и техники поливов. Они входят составной частью только лишь в удельный показатель кадастровой стоимости [9, 10].

При расчете удельного показателя кадастровой стоимости, для наиболее полного учета влияющих рентообразующих факторов, целесообразно применять соответствующий модульный коэффициент. Для нахождения удельной кадастровой стоимости 1 га мелиорированных земель в указанных условиях значение показателя кадастровой стоимости 1 га сельскохозяйственных угодий необходимо умножить на коэффициент 1,83.

При изменении условий использования мелиорированных земель меняются соответствующие модульные коэффициенты, в связи с чем целесообразно рассчитать кадастровую стоимость мелиорированных земель для среднего по влагообеспеченности года в каждом земельно-оценочном районе, внося в каждом конкретном случае корректировку с учетом вида мелиорации и затрат на ее проведение.

Определение кадастровой стоимости земельных участков, в том числе мелиорированных, позволит в короткие сроки получить объективные результаты стоимости земель различных категорий и разного целевого назначения, необходимые для формирования рынка земли в Российской Федерации.

Методика рекомендуется для использования администрациям и учреждениям кадастровой службы федерального и муниципального уровня, для создания информации о стоимости мелиорированных земель и определения эффективности их использования на территории Российской Федерации, что позволит осуществлять более эффективное управление земельными ресурсами и связанными с ними объектами недвижимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная целевая программа «Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра и госу-

дарственного учета объектов недвижимости (2002-2007 годы)» № 560 от 13.09.2005 г. – СПС «Гарант».

2. Методические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения. – М., 2005. – 15 с.

3. Методические рекомендации по оценке качества и классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве / А.К. Оглезнев [и др.]. – М.: ВИСХАГИ, 2003. – 28 с.

4. Методика по организации и ведению мониторинга орошаемых земель / Н.С. Скуратов [и др.]. – Новочеркасск, 2000. – 51 с.

5. Игнатенко, Н.В. Основные методические подходы по эколого-экономической оценке мелиорируемых земель / Н.В. Игнатенко, А.С. Чешев // Земельный кадастр. – Вып. 12. – Ростов-н/Д: РГСУ, 2006.

6. Технические указания по государственной кадастровой оценке сельскохозяйственных угодий в субъекте Российской Федерации. – М., 2000. – 19 с.

7. Докучаева, Л.М. Природно-экологические показатели эффективности использования мелиорируемых земель / Л.М. Докучаева // Современные проблемы мелиорации земель, пути и методы их решения: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: ООО «Геликон», 2003. – С. 170-180.

8. Карманов, И.И. Плодородие почв СССР / И.И. Карманов.– М.: Колос, 1980. – 223 с.

9. Удельные нормативы ежегодных эксплуатационных затрат по мелиоративным системам и сооружениям федеральной собственности / М.Г. Рубин [и др.]. – М.: Госэкомелиовод, 2004. – 32 с.

10. Нормативы материально-денежных и трудовых затрат в растениеводстве / ВНИИЭиН. – Ростов-н/Д, 2002. – 295 с.

УДК 631.445.41:631.452

КАК СОХРАНИТЬ ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ОРОШЕНИИ¹

А.Д. Дробилко, П.Д. Шевченко

ГНУ «Донской ЗНИИСХ»

За годы советских пятилеток учеными России, в том числе и авторами, изучены, апробированы на практике оптимальные нормы ор-

¹ – Издается в авторской редакции.

ганических и минеральных удобрений для поддержания плодородия полей и увеличения урожайности полевых культур. Однако в период капитализации и реформирования АПК, в связи с резким удорожанием минеральных удобрений и практически отсутствием органических, частные и коллективные хозяйства прекратили их применять. Поэтому нами в 1999-2007 гг. применены на практике уменьшенные на 30 % от оптимальных нормы минеральных удобрений под все культуры шестипольных орошаемых севооборотов показанных в табл. 1.

Таблица 1

Продуктивность и экономическая эффективность культур на фоне отвальной вспашки, минеральных удобрений и режима орошения 70-80 % НВ

Культуры и их чередование	Нормы мин. удобрений кг/га д.в.	Показатели эффективности за год/га					
		фон NPK			фон без удобрений		
		ц/га к.е.	ГДж	чистый доход, тыс. руб.	ц/га к.е.	ГДж	чистый доход, тыс. руб.
Травянозернопропашной севооборот 1							
Ячмень (зерно) с подсевом люцерны	N ₆₀ K ₆₀ P ₆₀	59,0	63,7	15,3	47,2	51,3	11,9
Люцерна 2-3-го лет пользования на сено и семена	N ₃₀ + N ₃₀	213,8	308,0	50,5	203,7	293,5	45,3
Озимая пшеница, зерно	N ₄₅ K ₄₅ P ₄₅	72,0	77,8	29,6	58,2	62,8	23,8
Картофель, клубни	N ₆₀ K ₆₀ P ₆₀	80,4	116,0	92,0	64,8	93,3	56,0
Подсолнечник, семена	N ₃₀ K ₆₀ P ₆₀	36,4	52,4	5,4	30,8	44,3	4,7
В среднем по севообороту 1	N ₃₇ K _{37,5} P _{37,5}	76,9	115	41,8	67,5	90,8	23,6
в %		100	100	100	87,7	78,3	56,4
Зернопропашной севооборот 2							
Горох, зерно	N ₄₀ K ₃₀ P ₆₀	33,9	48,8	7,7	28,1	40,5	6,4
Озимая пшеница + пожн. смесь на з/корм	N ₆₀ K ₄₅ P ₆₀ + N ₃₀ P ₃₀	68,3	79,3	20,3	60,6	70,8	18,8
Кукуруза на силос	N ₉₀ K ₃₀ P ₆₀	82,7	119,0	38,4	74,8	108,0	36,3
Соя, зерно	N ₄₅ K ₆₀ P ₆₀	25,1	36,1	5,7	15,8	22,7	3,0
Кукуруза, зерно	N ₉₀ K ₆₀ P ₆₀	123,5	133,4	34,8	96,3	104,0	26,3
Подсолнечник, семена	N ₃₀ K ₄₀ P ₉₀	27,3	39,3	2,6	23,4	33,7	2,1
В среднем по севообороту 2	N ₅₅ K ₄₁ P ₆₀	60,1	75,9	16,3	49,8	63,3	15,5
в %		100	100	100	79,6	83,3	88,9
Преимущество сев. 1 над сев. 2, %		21,9	44,0	256,4	26,3	30,3	34,4

Для определения плодородия обыкновенного чернозема, на котором изучено влияние норм удобрений на рост, развитие, продуктивность и экономическую эффективность культур в период первой ротации возделывания культур севооборотов, изучен химический состав почвы, слоя 0-20 см, который существенно изменялся по периодам (табл. 2).

Таблица 2

Динамика химического состава черноземной почвы (0-20 см) при применении минеральных удобрений и запашке в почву пожнивных остатков, при орошении 70-80 % НВ

Севооборот	Период отбора и хим. анализа почвы, гг.	Содержание гумуса, %	Содержание питательных элементов, мг/кг			
			NNO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
Севооборот 1 (травянозернопропашной) среднегодовая норма N ₄₀ P ₃₇ K _{37,5}	1999-2001	3,20	11,0	8,9	55,0	448
	2002-2003	3,33	19,9	7,1	21,5	449
	2005-2006	3,36	15,1	13,6	40,0	530
Севооборот 2 (зернопропашной) среднегодовая норма N ₅₆ P ₄₆ K ₆₀	1999-2001	3,04	5,07	2,80	32,9	480
	2002-2003	3,18	5,87	3,67	25,4	485
	2005-2006	3,38	5,20	11,2	29,3	470

По данным табл. 2 видно, что показатели содержания гумуса в обоих севооборотах увеличивались соответственно на 0,16 и 0,34 %, NNO₃ – на 4,1-0,17 мг/кг, аммиачного азота – на 4,7-8,4, уменьшалось содержание фосфора – на 15,0-3,6 мг, калия – увеличивалось: в севообороте 1 – на 42 мг/кг, в севообороте 2 – уменьшалось на 10 мг/кг.

Показатели расчета баланса NPK и гумуса в севооборотах подтверждают сохранение плодородия за счет внесения удобрений, запашки пожнивных остатков полевых культур, их корневой системы, азотфиксации бобовыми культурами и др.

Так, например, за восьмилетний период ротации культур севооборота 1 в почву поступило: минеральных удобрений N₂₄₀P₂₂₂K₂₃₀, пожнивной массы т/га: зерновых культур – 4,8, люцерны – 6,1, картофеля – 2,4, подсолнечника – 3,0, всего – 16,6 т/га. В этих остатках сохранилось – N₁₈₅P₃₃K₂₄₀, в корнях однолетних культур – N₄₈P₈K₃₂, с семенами культур при их посеве – N₅₄K₂₀P₁₀₇, за счет азотфиксации люцерной – N₂₉, из воздуха и с поливной водой – N₁₆P₇K₁₈, других поступлений (сорные травы, падалица и др.) – N₈₈P₂₆K₅₂.

Общий вынос элементов питания из почвы урожаями культур севооборота 1 – N₈₄₀P₂₈₃K₈₄₁, а в нее поступило всего –

$N_{852}P_{382}K_{1020}$ кг/га. Аналогичный расчет поступления в почву и выноса урожаями получен и в севообороте 2, в котором баланс NPK и гумуса оказались положительными при внесении в почву за ротацию $N_{385}P_{325}K_{390}$ кг/га д.в. Во всех вариантах без внесения удобрений с заделкой в почву всех пожнивных остатков обоих севооборотов баланс NPK оказался отрицательным. Поэтому сохранение или повышение плодородия чернозема обыкновенного при орошении невозможно достичь без их внесения.

Плодородие чернозема обыкновенного повышалось в обоих севооборотах так же за счет насыщения структур их посевов новыми культурами, их сортами и гибридами, особенно люцерной, горохом, соей, подсолнечником, а также кукурузой на зерно и озимой пшеницей, оставляющих после уборки их урожая измельченную солому, стебли, опавшие листья, стерню, падалицу и др. органические вещества.

Минеральные удобрения, режимы орошения оказывали существенное влияние на рост и развитие растений изучаемых культур, особенно на густоту их стояния и площадь листовой поверхности, продуктивность, выход кормовых единиц, энергию и чистый доход (см. табл. 1). Например, более высокие показатели полевой всхожести семян отмечены, %: ячменя (80-84), люцерны (35-46) – в вариантах отвальной вспашки фона NPK и 70-80 % НВ, озимой пшеницы (до 85) – на всех обработках, картофеля (99 %) – на отвальной вспашке, подсолнечника (97) – на всех обработках тех же фонов.

Удобрения на фоне 70-80 % НВ повышали площадь листовой поверхности одного растения всех культур севооборотов до таких величин, см²: ячменя – до 34 на одном растении, озимой пшеницы – до 99-108, подсолнечника – до 32-35 тыс., картофеля – 5,3 тыс., гороха – 570, сои – до 1,5 тыс., кукурузы на силос – 4,8 тыс., на зерно – 9,4-9,5 тыс. Увеличение площади листовой поверхности от удобрений на фоне NPK и 70-80 % НВ составляло, %: ячменя – 23, пшеницы – 21,8, картофеля – 24,6, подсолнечника – 21,6, гороха – 4,3, озимой пшеницы – 23, кукурузы на силос – 7,3, на зерно – 16, сои – 14,7, подсолнечника – 18,4 в сравнении с вариантами без удобрений. Таким образом, более высокие показатели площади листовой поверхности оказали существенное влияние на продуктивность, выход энергии и чистый доход изучаемых культур и севооборотов (см. табл. 1).

В среднем по всем культурам севооборота 1 минеральные удобрения увеличивали продуктивность севооборота до 76,9 ц/га корм. единиц, до 115 ГДж энергии и 41,8 тыс. руб. чистого дохода, что превысило аналогичные показатели варианта без удобрений соответственно на 12,3, 21,7 и 43,6 %.

В среднем по севообороту 2 показатели эффективности удобрений и 70-80 % НВ составляли: 60,1 ц/га к.е., 75,9 ГДж/га, 16,3 тыс. руб./га чистого дохода, что превысило вариант без удобрений соответственно на 20,4, 16,7 и 11,1 %. По этим же показателям преимущество севооборота 1 над севооборотом 2 составляло, %: 26,3, 30,3 и 34,4 – за счет более урожайных и экономически эффективных культур основного посева.

Более продуктивными и экономически выгодными культурами оказались: в севообороте 1 – люцерна на корм и семена, картофель и озимая пшеница, севооборота 2 – кукуруза на зерно и силос, озимая пшеница. Горох и соя в этом севообороте оказали положительное влияние на накопление азота в почве, а также на увеличение сбора белка.

Травянозернопропашной севооборот с люцерной, картофелем, озимой пшеницей и другими культурами внедрен в ОНО ОПХ «Семикаракорское» на площади 720 га, а зернопропашной – на 482 га. При внесении под все культуры минеральных удобрений ($N_{40-50}P_{45}K_{45}$), посевах новых сортов и гибридов, в хозяйстве за период 2004-2006 гг. увеличена урожайность полевых культур в два-три раза. Например, в 1970-1975 гг. урожай зерна озимой пшеницы не превышал 21,0 ц/га, в 2004-2006 гг. он увеличен до 64-48 ц/га, урожай картофеля увеличен с 60-80 до 250-300 ц/га, кукурузы на зерно с 30-40 до 60-70, гороха – до 24, семян подсолнечника – до 25-27 ц/га. Регулярное применение минеральных удобрений, ежегодная заделка в почву всех органических остатков возделываемых культур (солома, стебли, опавшие листья, сидераты и др.) позволили сохранить плодородие всех орошаемых полей, в которых в 2005-2006 гг. содержание гумуса (в пахотном слое) увеличено до 3,3-3,4 %, азота – до 15-20, фосфора – 30-48, калия – 430-480 мг/кг.

УДК 631.1:631.459(470.61):633.11

ПРИРОДООХРАННАЯ ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНАЯ АГРОТЕХНИКА¹

В.П. Калиниченко, В.В. Черненко, В.К. Шаршак, Е.П. Ладан,
Е.Д. Генев, В.В. Илларионов, В.Е. Зинченко, Н.А. Морковской,
В.А. Суковатов

ФГОУ ВПО «ДонГАУ»

В настоящее время земельные угодья эксплуатируются исходя из производственного императива, причем на базе краткосрочных бизнес-планов. Управление почвами, структурами почвенного покрова (СПП), встроенными в нее индивидуальными элементарными почвенными ареалами (ЭПА), ландшафтами в таких условиях или не рассматривается вообще, или строится без учета представлений о долговременном их изменении, устойчивости антропогенно обусловленных биogeосистем.

В результате некорректной эксплуатации земельного фонда ЮФО имеет место упущенная выгода, экспертная оценка по ЮФО – 20-30 млрд руб. и более в год.

Разработана циклическая природоохранная почвенно-мелиоративная агротехника, эффект применения которой имеет продолжительность более 30 лет. Прибавка урожайности основных сельскохозяйственных культур более 50 %.

Вариантом инновационного проекта с длительным ландшафтным и экономическим эффектом является циклическая природоохранная ресурсосберегающая почвенно-мелиоративная агротехника.

Эффект применения такой агротехники имеет продолжительность более 30 лет. Предложение о конструировании агроландшафта на основе превентивного управления плодородием почв ЮФО путем агро-мелиорации является одним из практических следствий разработанной нами концепции научного экспертного сопровождения управления плодородием почв.

¹ – Издается в авторской редакции.

В 70-х годах XX века был разработан принцип мелиорации почв путем ротационно-фрезерного рыхления мелиорируемого слоя почвы 20-50 см, предложена схема технологического процесса.

Приводим данные многолетних режимных наблюдений по одному из почвенно-мелиоративных стационаров.

Место и время закладки почвенно-мелиоративного стационара: колхоз «Ленинский путь» (ныне СПК «Веселовский») Дубовского района Ростовской области, 1972 г.

Объект: комплекс солонцовых каштановых почв, солонцы 25 % площади комплекса.

Схема длительного стационарного опыта:

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

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

3. Обработка роторным агромелиоративным орудием ПМС-70 на глубину 45 см.

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

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

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

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

После обработки ПТН-40 происходит неполное разрушение солонцового горизонта почвы. Он просто разделяется на крупные блоки,

между которыми просыпается гумусовый горизонт. Влага атмосферных осадков проникает только в верхний горизонт почвы, или ограниченно поступает в метровый слой почвы по зонам просыпания гумусового слоя. Даже через 30 лет после обработки почвы орудием ПТН-40 агрегаты солонцового горизонта сохраняются в неизменном виде и остаются недоступными корневой системе культурных растений.

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

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

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

Прибавка урожайности после однократной обработки этим мелиоративным орудием уже в течение более чем 30 лет составляет 25-60 % от уровня стандартной технологии земледелия. В процессе многолетних исследований на стационарных участках установлено, что улучшение водно-физических и физико-химических свойств солонцов и зональной каштановой почвы после однократного применения указанных орудий оказывает длительное положительное влияние на свойства мелиорированных почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

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

СООТНОШЕНИЕ ОРОШАЕМЫХ И БОГАРНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ АГРОЛАНДШАФТОВ

Н.И. Балакай

ФГНУ «РосНИИПМ»

Оптимизация ландшафтов на землях сельскохозяйственного назначения имеет особую важность, поскольку их распаханность достигла критической черты, лесистость территорий сведена к минимуму, а вредное воздействие хозяйственной деятельности возрастает из года в год.

В зависимости от экологической емкости конкретных регионов должно быть достигнуто оптимальное соотношение используемых и неиспользуемых в сельскохозяйственном производстве элементов ландшафта. При разработке эколого-ландшафтных систем земледелия главным критерием их полноценности служит достижение экологического равновесия, т.е. такого состояния природной среды, когда возможны ее саморегуляция, соответствующая охрана и воспроизводство основных природных компонентов.

При анализе прогнозов трансформации агроландшафтов в различных вариантах антропогенных воздействий необходимо иметь систему качественных критериев, позволяющую определить допустимый уровень освоения территории для предотвращения негативного хозяйственного развития, ведущего к деградации агроландшафта и потере его устойчивости.

Агроландшафт должен отвечать следующим требованиям:

1. Получение экономически обоснованного и экологически лимитированного объема фитопродукции.

2. Мелиорированный агроландшафт должен быть устойчивым, т.е. обладать способностью поддерживать значение своих параметров и свойств в заданных пределах.

3. Перевод естественного ландшафта на более высокий уровень организации посредством хозяйственной и мелиоративной деятельности.

4. При мелиорации земель в пределах агроландшафта следует придерживаться меры преобразования природной среды.

На сегодняшний день нами обоснованы и рекомендуются экологически допустимые пределы насыщенности сельскохозяйственных угодий орошаемыми землями в зависимости от дефицита влаги (табл. 1).

Таблица 1

Допустимые пределы насыщенности сельскохозяйственных угодий орошаемыми землями в различных агроклиматических зонах, %

Агроклиматическая зона	Вся площадь			Сельхозугодия, в т.ч.					
	все-го	в том числе		пашня		Лесонасаждения	луга и пастбища		прочие
		с.-х. угодья	залежь, лесонасаждения и пр.	всего	в т.ч. орошаемая		всего	в т.ч. орошаемые	
Сухая, полусухая и очень сухая	100	60-75	25-40	25-30	15-18	2-3	65-70	2-5	5-10
Засушливая и полузасушливая	100	75-77	23-25	65-80	10-15	5-6	20-25	3-5	5-7
Остальные зоны России	100	30-70	30-70	30-70	< 10	5-50	15-20	1-2	5-10

5. Оптимизация ландшафта включает мероприятия по усилению одних сторон функционирования ландшафта и ослаблению других, т.е. нахождение максимума или минимума той или иной функции ландшафта.

6. Принцип необходимого разнообразия при создании мелиорированного агроландшафта предполагает размещение мелиорированных земель, сооружений, лесополос, природоохранных и буферных зон и организацию процессов самоочистки окружающей среды путем создания переходных полос от сельхозугодий к естественным биоценозам (лес, кустарник, болота).

7. Природно-антропогенная совместимость включает в себя соответствие фитоценоза местообитанию, совместимость антропогенных элементов с природой, учет микрозональности, сохранение уникальности и неповторимости природного объекта.

Одним из основных факторов, способствующих стабилизации и сохранению плодородия земельных угодий и экологии агроландшафтной среды, является оптимальное соотношение сельскохозяйственных угодий. От того, насколько они оптимально адаптивны к ме-

ственным условиям, зависит не только качественное состояние земельных угодий, но и их производительность.

Решение задачи состава и соотношения угодий в агроландшафтах заключается в увеличении доли средостабилизирующих угодий, т.е. в увеличении площадей, занятых лесными насаждениями, многолетними травами, пастбищами, сенокосами, водоемами с одновременным сокращением доли пашни.

Среди средостабилизирующих факторов значительная роль отводится лесным насаждениям. Увеличение площадей, занятых лесными полосами на орошаемых землях, позволит стабилизировать экологическую ситуацию, снизить интенсивность деграционных процессов.

Огромная роль в сохранении плодородия почв принадлежит посевам многолетних трав. Рекомендуемая доля их в орошаемых севооборотах в зависимости от природно-климатических зон составляет от 8,5 до 30 % , что позволяет вывести из активного сельскохозяйственного использования часть орошаемой пашни, надежно защитив ее от деграционных процессов.

В настоящее время пока нет достаточно четких рекомендаций по установлению оптимальных соотношений угодий в агроландшафте. Региональные подходы к этой проблеме позволили установить рекомендуемое соотношение орошаемых и богарных сельхозугодий в агроландшафтах засушливой и полузасушливой зон с учетом экологических ограничений.

Нами произведена оценка большого количества данных научно-исследовательских и проектных учреждений по состоянию различных типов агроландшафтов и степени их деграции, и на этой основе разработаны и рекомендуются следующие показатели доли сельхозугодий и пашни (табл. 2).

При этом, в зависимости от степени и преобладающих процессов деграции, на различных типах агроландшафтов рекомендуются следующие соотношения пашни, в том числе орошаемой, лесонасаждений, лугов и пастбищ, в том числе орошаемых (табл. 3).

Так, при условии применения средостабилизирующих угодий и системы почвозащитных мероприятий на первом типе агроландшафта доля пашни может составлять 80-85 % , в том числе орошаемой 15-20 % . В то же время на пятом типе агроландшафта пашня не должна превышать 30-40 % , а орошаемые земли не более 2-5 % .

Таблица 2

Доля сельхозугодий в агроландшафтах засушливой и полузасушливой зон Юга России, %

Тип агроландшафта	Вся площадь			
	всего	в том числе		
		с.-х. угодья	в т.ч. орошаемые	залежь, лесонасаждения и прочие
1. Полевой приводораздельный	100	80-90	20-30	10-20
2. Прибалочно-полевой или ложбинно-балочный	100	70-75	5-10	25-30
3. Межбалочно-полевой или балочно-овражный	100	55-60	2-5	40-45
4. Овражно-балочно-полевой	100	50-55	1-2	45-50
5. Овражно-полевой	100	40-45	2-5	55-60
6. Равнинно-западинный	100	80-90	20-30	15-20
7. Террасовый надпойменный	100	90-95	20-40	10-20
8. Пойменный	100	80-85	25-35	15-20
	100	75-80	13-15	20-25

Таблица 3

Рекомендуемое соотношение орошаемых и богарных сельхозугодий в агроландшафтах засушливой и полузасушливой зон Юга России, %

Тип агроландшафта	Сельхозугодия, в т.ч.						
	всего	пашня		Лесонасаждения	луга и пастбища		прочие
		всего	в т.ч. орошаемая		всего	в т.ч. орошаемые	
1. Полевой приводораздельный	100	80-85	15-20	3,5-4,5	10-15	5-10	0,5-1,5
2. Прибалочно-полевой или ложбинно-балочный	100	70-75	5-10	5-6	15-20	-	1-2
3. Межбалочно-полевой или балочно-овражный	100	60-65	2-5	6-8	28-30	-	2-3
4. Овражно-балочно-полевой	100	35-40	1-2	8-12	45-60	-	3-4
5. Овражно-полевой	100	30-40	2-5	10-12	50-55	-	2-3
6. Равнинно-западинный	100	40-50	15-20	3-4	25-30	5-10	2-3
7. Террасовый надпойменный	100	85-90	15-30	3-4	5-10	1-5	5-6
8. Пойменный	100	20-25	10-15	6-8	60-65	15-20	8-10
В среднем	100	65-70	не > 10-15	5-6	20-25	3-5	5-7

Таким образом, соотношение угодий для каждого конкретного случая складывается из преобладающего типа агроландшафта и предлагаемого соотношения средостабилизирующих и средоразрушающих угодий, а также в зависимости от применения системы почвозащитных мероприятий, обеспечивающих защиту почв от разрушения деградационными процессами и поддерживающих их плодородие на определенном уровне.

УДК 631.621.445.5

ЛОКАЛЬНАЯ АГРОМЕЛИОРАЦИЯ ЛАНДШАФТА С МОЧАРИСТЫМИ ПОЧВАМИ¹

К.А. Крюков, А.В. Мальцев, В.П. Калиниченко, В.В. Черненко
ФГОУ ВПО «ДонГАУ»

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

Несоответствие землеустроительных решений и дифференциации агротехники устройству гидрографии, орографии и климатическим факторам, а технологий обработки почвы – критериям устойчивости агроэкосистем приводит к трансформации соответствующей агроландшафтной системы и структуры почвенного покрова (СПП).

Переувлажнение происходит в агроландшафтах ввиду создания промышленной, транспортной, селитебной, аграрной инфраструктуры, причем использование гидрометеоров сокращается из-за отсутствия расхода воды на эвапотранспирацию растениями непосредственно в местах выпадения гидрометеоров, а необходимость поверхностной канализации территории для отвода возросшего поверхностного стока, наоборот, увеличивается. Зона аэрации почв и грунтов имеет устойчивую тенденцию насыщения, причем не только на орошаемых землях, но и на землях, возделываемых по неорошаемой зональной агротехнике.

¹ – Издается в авторской редакции.

Современная агрогенная трансформация гидрологического и гидрогеологического режимов ландшафта приводит к тому, что полностью или частично вовлеченные в аграрное использование земли юга России в последние 50-100 лет находятся в состоянии антропогенно-климатического эксцесса водного баланса.

Фактором, усиливающим деградацию почв, является широкое распространение среди автоморфных черноземов своеобразных гидроморфных почв, называемых мочарами. Эти почвы малоконтурны, но опасность состоит в неуклонном росте их площадей. Проявление их спорадично.

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

Цель исследований – провести анализ экологического состояния ландшафтов, подверженных периодическому переувлажнению, разработать и предложить методы и способы агромелиорации мочаров на примере переувлажненных склоновых участков.

Задачи исследований – изучить свойства переувлажненных почв вдоль экологического профиля, дать характеристику их свойств, предложить подходы к снижению неблагоприятного воздействия переувлажнения, разработать способы регулирования гидрологического режима мочаров на агроландшафтной основе и предложить орудия для локальной агромелиорации.

Методика исследований.

Стационарные режимные наблюдения проведены в 2002-2007 гг. на стационарных объектах ДГАУ ЗАО «Топаз» Красносулинского района Ростовской области (объект – х. Садки, Миллеровского района, поле № 7). Объектом изучения служат переувлажненные почвы склонов (мочары).

Условия проведения опыта – участок организован согласно геоморфологическому устройству ландшафта с очагом переувлажнения. Общая площадь участка 118 га, гидроцентр 3 га, мочар 14 га.

Варианты опыта:

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

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

Способ локальной агромелиорации мочаристых почв [2] – изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности, к мелиорации переувлажненных (мочаристых) почв, и может быть использовано для локальной агромелиорации мочаристых почв на склоновых участках.

Известен способ кротования, при котором проходы орудия (кротователя) совершаются параллельно, с расстоянием между проходами 4-5 м, и началом обработки за 30-50 м, и окончанием через 80-100 м после очага переувлажнения [1, 3].

Недостатком этого способа является то, что грунтовые воды, проходя по кротодренам через гидроцентр, могут при наличии неблагоприятных условий скапливаться в их тупиковой части. Это может привести к повторному образованию очага переувлажнения в месте окончания кротодрен.

Технической задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является повышение эффективности локальной агромелиорации мочаристых почв и предотвращение возможности возникновения повторного очага переувлажнения при устройстве кротового дренажа на склоновых участках. Поставленная задача решается за счет оптимального распределения в горизонтальной плоскости грунтовых вод, отводимых из гидроцентра.

На рис. 1 представлена схема выполнения способа [2].

Эффект рассредоточения достигается тем, что в способе локальной агромелиорации мочаристых почв, включающем прокладку кротового дренажа через гидроцентр переувлажненного участка вдоль основного уклона, ниже гидроцентра прокладку кротодрен продолжают с отклонением от направления основного уклона так, чтобы кротодрена была направлена поперек склона и вдоль ее направления имел место минимальный уклон 0,03-0,05 %. При этом обработка может проводиться с началом кротования за 40-50 м перед гидроцентром и окончанием на расстоянии 80-100 м ниже ареала переувлажнения. Выше гидроцентра кротодрены расположены на расстоянии 1,5 м и выполнены параллельно друг другу, а ниже гидроцентра – на расстоянии 5-10 м друг от друга поперек основного склона.

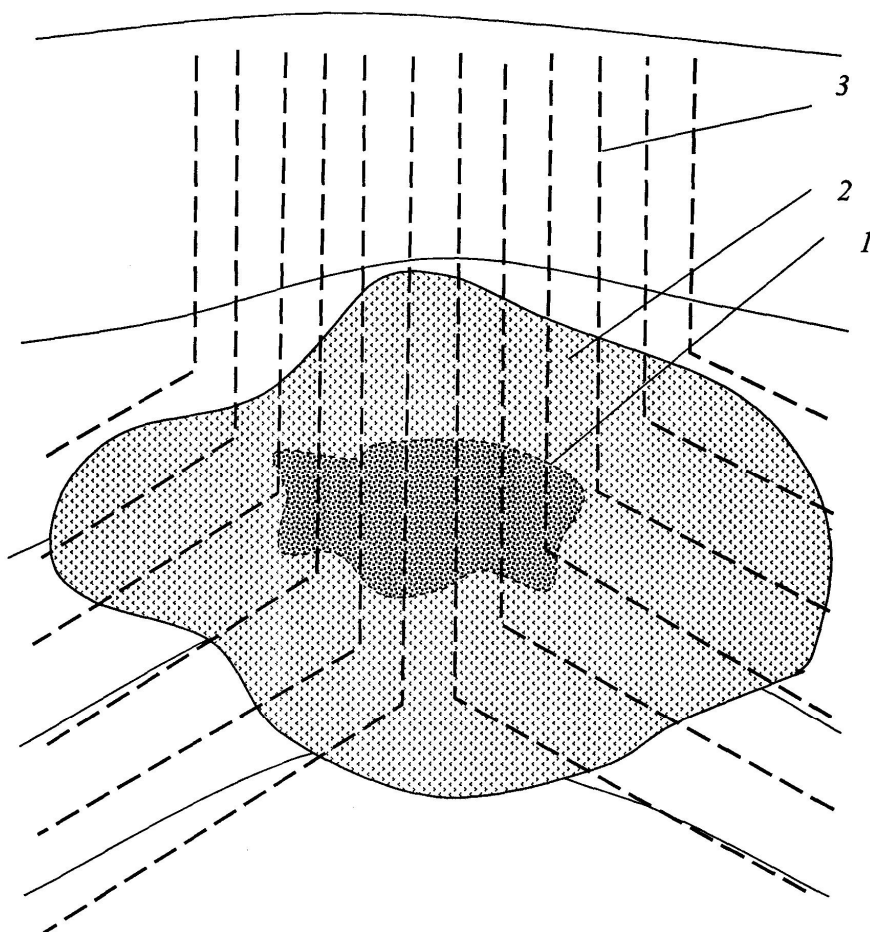


Рис. 1. Способ локальной агромелиорации мочаристых почв

Расстояние между кротодренами в зоне гидроцентра равно 1,5 м, а в зоне рассредоточения грунтового стока – 5 м, причем грунтовых стоков, проходящий через кротодрены, распределяется на значительно большую, чем это имеет место в гидроцентре, ширину склона. Это позволяет не только интенсивно отводить воду из гидроцентра, но и увлажнять почву склона. При этом повышается расход воды из дрены в зоне увлажнения, а водоприемная способность дрены по отношению к гидроцентру выше, чем при простом транзите воды вниз по склону.

Способ осуществляется следующим образом:

Обработка проводится кротователем, с началом кротования за 40-50 м перед гидроцентром 1 и окончанием на расстоянии 80-100 м ниже ареала переувлажнения 2. Выше гидроцентра, кротодрены 3 должны быть выполнены параллельно друг другу на расстоянии 1,5 м, а ниже их необходимо располагать по склону вдоль горизонталей с уклоном 0,3-0,5 % таким образом, чтобы обеспечить устойчивый

ток грунтовых вод внутри дрен для предотвращения их заиливания и устойчивого рассредоточения воды поперек склона.

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

Таблица

Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от управления расчлененным земельным фондом

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

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

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

Такой способ прокладки дрен позволяет отвести поток воды от линии основного стока и равномерно рассредоточить его по поверхности склона и помогает скорее добиться желаемого результата.

Способ повышает эффективность локальной агромелиорации мочаристых почв, а также значительно снижает возможность возникновения повторного очага переувлажнения при устройстве кротового дренажа на склоновых участках.

Стартовые условия биogeосистемы за счет локальной веерной агроmелиорации обеспечивают гомогенизацию СПП.

ЛИТЕРАТУРА

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

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

3. Земледелие / Г.И. Баздырев [и др.]. – М.: Колос, 2000. – С. 431.

УДК 631.445.41:631.67 «5»

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧЕСКОГО ОРОШЕНИЯ

Э.Н. Стратинская
ФГНУ «РосНИИПМ»

Первые оросительные системы в Ростовской области построены в 50-е годы прошлого столетия. Мощной базой орошения на Дону являлись Нижне-Маньчское, Веселовское, Пролетарское водохранилища, созданные в системе Маньчского водного пути, а позднее и Цимлянское водохранилище, находящееся в системе Волго-Донского судоходного канала. Строительство этих водохранилищ решало комплекс народнохозяйственных задач, и в том числе проблему орошения, так как большая часть пашни области расположена по условиям обеспеченности влагой в засушливом и очень засушливом агроклиматических районах. Кроме того, дефицит влаги в почве в летний период совпадает с дефицитом влаги в воздухе, что проявляется в резком его иссушении и приводит к суховеям. Это отрицательно сказывается на развитии растений и требуется дополнительное их обеспечение влагой.

Орошение засушливых степей создает благоприятные условия для гарантированного воспроизводства продукции растениеводства: овощей, зерновых и кормовых культур, картофеля, фруктов, виногра-

да. Оно стимулирует развитие других отраслей сельскохозяйственного производства, в том числе животноводства и птицеводства.

В связи с этим, альтернативы орошения на Юге России пока нет. Над вопросом, каким оно должно быть, сейчас работают многие ученые.

Дело в том, что постоянное орошение, опыт которого был перенесен со Средней Азии в степную и сухостепную зоны Юга России, привело на многих массивах к развитию негативных процессов. Особенно ярко эти процессы проявились на системах Ростовской области [1, 2].

Так, в своей монографии Г.И. Андреев и другие отметили, что в естественных условиях при постепенном понижении базиса эрозии территория Нижнего Дона и Западного Маныча, где потом стали располагаться основные государственные оросительные системы, подвергалась медленному рассолению, баланс солей был отрицательным. На территории Багаевско-Садковской оросительной системы, где в большей своей части распространены самые плодородные почвы – черноземы обыкновенные, грунтовые воды до орошения залежали на глубине от 4-6 до 20-23 м [3]. Химический состав грунтовых вод был весьма разнообразен, но преобладали воды сульфатно-натриевого состава, так как почвообразующие породы, представленные тяжелыми лессовидными суглинками и глинами, содержали преимущественно сульфаты натрия, остальные соли – сульфаты и гидрокарбонаты кальция и магния, хлориды натрия имели подчиненное значение.

Проектирование оросительных систем велось в расчете на дождевание, которое не должно было содействовать подъему уровня грунтовых вод (УГВ). Каналы всех порядков строились в земляном русле, а дренаж вообще не предусматривался.

Через 3-5 лет эксплуатации оросительных систем грунтовые воды на значительных площадях поднялись буквально до поверхности, и поля со степными почвами (черноземами) стали превращаться в болота. В спешном порядке стала создаваться коллекторно-дренажная сеть, вначале с неглубокими дренами (1-1,5 м), а затем с каждым годом расширялся фронт работ по созданию открытого дренажа, но уже глубокого. Наряду с этим одновременно велись работы в целях уменьшения фильтрации на оросительных системах Ростовской области. Внутрихозяйственную оросительную сеть стали строить в бетонных лотках. Но массивное постоянное орошение, несмотря

на техническое усовершенствование систем, не давало положительных результатов в снижении УГВ. Кроме этого, высокие температуры воздуха в летний период обуславливают большую испаряемость влаги из почвы. При высоком стоянии УГВ возникают очаги выпотного (испарительного) типа водного режима [4], вызывающего при орошении вторичное засоление, а при определенных условиях и вторичное осолонцевание.

Нами обработаны данные результатов анализов почв и грунтовых вод, отобранных в период постоянного орошения (1986 г.) на мелиоративно-неблагоприятном участке ОПХ РООМС, относящимся к Багаевско-Садковской ОС. Как показал опыт эксплуатации донских оросительных систем, первый этап формирования грунтовых вод, проявляющийся в их подъеме и выравнивании химического состава, длился 5-12 лет, на смену которому пришел второй этап, характеризующийся стабилизацией уровня залегания на отметках около двух метров и выше.

Исследование полей ОПХ РООМС весной 1986 г. как раз приходится на второй этап формирования грунтовых вод. Для анализа взяты весенние отборы, поскольку в работах В.К. Белогаева [1], М.А. Сиваня [3], В.А. Турулевой и И.В. Козуненко [3] говорится о том, что в целом на орошаемых землях Нижнего Дона и Западного Маныча наблюдается сезонность глубин залегания грунтовых вод. Она проявляется в том, что наиболее высокий уровень стояния грунтовых вод наблюдается весной: март-апрель. Затем начинается их опускание, но с увеличением поливов (июнь-июль) к августу намечается второй пик стояния грунтовых вод.

Поля ОПХ РООМС орошаются пресной водой с Цимлянского водохранилища с минерализацией 0,5-0,7 г/л гидрокарбонатно-кальциевого состава, поэтому засоления и осолонцевания поверхностных слоев черноземов обыкновенных в течение длительного орошения (более 50 лет) не происходило. Однако в некоторых скважинах, где располагались близкозалегавшие грунтовые воды, обнаружено засоление, превышающее по сумме ионов 0,2 % и выше в слоях 80-100 см и глубже (табл. 1). В слое 0-40 см при минерализации $ГВ > 4 \text{ г/дм}^3$ засоление составляет от 0,107 до 0,267 %.

Таблица 1

**Влияние уровня грунтовых вод и их минерализации на засоление почвенного профиля
при орошении водами с минерализацией < 0,5 г/л**

Слой, см	Сумма ионов, %	Токсичные соли, %	Водорастворимые соли, мг-экв/100 г почвы							рН	Щелочн. (по Зимовцу)
			Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		
Скв. 13											
0-40	0,115	0,051	0,46	0,20	0,52	0,48	0,28	0,38	0,03	7,6	0,71
40-100	0,110	0,069	0,51	0,61	0,64	0,46	0,60	0,72	0,03	8,3	1,50
Грунтовая вода: глубина 230	5,03 г/дм ³		12,81	60,56	5,37	21,78	18,02	38,91	0,03	7,4	
Скв. 15											
0-40	0,110	0,074	0,61	0,53	0,46	0,36	0,70	0,51	0,03	8,2	1,32
40-100	0,267	0,209	0,64	2,52	0,51	0,45	0,99	2,12	0,03	8,7	3,17
Грунтовая вода: глубина 125	6,08 г/дм ³		15,74	52,93	26,49	20,39	26,73	48,04	-	8,5	
Скв. 16											
0-40	0,98	0,092	0,56	0,53	0,37	0,35	0,69	0,32	0,09	8,1	1,03
40-100	0,99	0,068	0,61	0,52	0,42	0,46	0,47	0,55	0,09	7,9	0,81
Грунтовая вода: глубина 130	1,897 г/дм ³		7,20	19,41	2,87	19,01	2,12	8,30	0,05	7,4	
Скв. 23											
0-40	0,087	0,043	0,71	0,16	0,50	0,38	0,48	0,47	0,03	7,8	1,07
40-100	0,107	0,047	0,84	0,29	0,51	0,45	0,45	0,71	0,03	7,7	0,70
Грунтовая вода: глубина 140	4,727 г/дм ³		18,41	51,91	4,99	27,13	14,45	33,70	0,03	7,2	
Скв. 25											
0-40	0,086	0,038	0,66	0,10	0,56	0,45	0,44	0,38	0,05	7,5	0,93
40-100	0,172	0,055	0,89	1,24	0,51	1,10	0,47	1,02	0,05	7,8	0,90
Грунтовая вода: глубина 140	4,232 г/дм ³		8,27	51,22	5,49	21,78	16,33	26,87	-	7,3	

Грунтовые воды – сульфатно-натриевого состава. Чем выше их минерализация и УГВ, тем ближе к поверхности обнаруживаются соли и тем большее их содержание и выше щелочность, так ГВ не только минерализованная, но и щелочная (например, скв. 15). Как видно из табл. 1, процессы вторичного засоления, несмотря на длительное орошение, проявились в слабой степени, но в верхних слоях обнаруживается слабая щелочность, а с 40 и до 80 см – средняя, при минерализации ГВ – 2-4 г/дм³ и их залегании на глубине 130-140 см. Щелочность рассчитана по Зимовцу: $\text{HCO}_3^{2-}-\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}+\text{Na}^+$, мг-экв/100 г по водной вытяжке.

Но близкое залегание грунтовых вод сульфатно-натриевого состава особенно сказалось на усилении солонцеватости почв в нижних слоях (табл. 2). Как показывают расчеты содержания катионов кальция (Ca), магния (Mg) и натрия (Na), в почвенном поглощающем комплексе (ППК) наряду с увеличением Na уменьшается содержание Ca в ППК до уровня предельно-допустимых параметров, что для свойств черноземов катастрофично.

Таблица 2

Влияние глубины залегания и минерализации грунтовых вод на солонцеватость почв, май 1986 г., ОПХ РООМС

Слой, см	∑ ППК, мг-экв/100 г	% от ∑ ППК,		
		Ca	Mg	Na
1	2	3	4	5
Скв. 13				
0-20	25,59	79	19	2
20-40	24,84	80	18	2
40-60	24,92	79	19	2
60-80	21,12	84	13	3
80-100	20,55	78	19	3
Грунт. вода; h=230 см; Мин. – 5,0 г/дм ³ ; SO ₄ -Na-состава				
Скв 15				
0-20	26,95	76	22	2
20-40	24,70	72	26	2
40-60	23,02	73	25	2
60-80	22,52	76	21	3
80-100		72	23	5
Грунт. вода; h=125 см; Мин. – 6,1 г/дм ³ ; SO ₄ -Na-состава				
Скв. 16				
0-20	25,37	80	19	1
20-40	24,61	77	22	1
40-60	24,01	79	20	1
60-80	24,20	80	19	1
80-100	23,65	81	17	2
Грунт. вода; h=130 см; Мин. – 1,9 г/дм ³ ; SO ₄ -Na-состава				

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Скв. 23				
0-20	30,21	78	20	2
20-40	29,96	76	21	3
40-60	26,2	80	17	3
60-80	25,64	77	17	4
80-100	25,94	77	16	7
Грунт. вода; $h=140$ см; Мин. – 4,7 г/дм ³ ; SO ₄ -Na-состава				
Скв. 25				
0-20	28,77	81	18	1
20-40	27,63	79	19	2
40-60	23,77	77	20	3
60-80	23,07	73	22	5
80-100	24,94	70	22	8
Грунт. вода; $h=140$ см; Мин. – 4,2 г/дм ³ ; SO ₄ -Na-состава				

Нами установлена зависимость содержания обменного натрия в ППК от глубины залегания уровня грунтовых вод. Прямая связь отмечена между этими показателями в слоях 40-100 см и 0-100 см. Коэффициент детерминации соответственно равнялся 0,82 и 0,88, а для слоя 0-40 см всего 0,35 (рис. 1).

В 2007 году, после 16 лет освоения этого участка в режиме циклического орошения (2-3 года поле орошается при выращивании в основном овощей, а 2-3 года находится в режиме богары при возделывании более засухоустойчивых культур – озимой пшеницы, подсолнечника, сидератов), нами отобраны образцы почв по слоям 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см. Грунтовые воды ближе 2,5 м не обнаружены, то есть в почвообразовательном процессе они не участвуют.

В связи с этим щелочность по всему метровому слою исчезла (табл. 3). Об этом свидетельствуют расчеты щелочности по Зимовцу. Уменьшилось и содержание обменного натрия в ППК.

Таблица 3

**Щелочность и состав почвенного поглощающего комплекса
в черноземах обыкновенных после 16 лет освоения земель
в условиях циклического орошения**

Слои, см	Щелочность		Сумма ППК, мг-экв/100 г	% от \sum ППК		
	pH	по Зимовцу		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
0-20	7,3	0,69	27,67	80	18	2
20-40	7,4	0,69	27,99	79	19	2
40-60	7,2	0,63	26,35	79	19	2
60-80	7,5	0,70	24,56	78	20	2
80-100	7,5	0,71	23,54	75	23	2
0-40	7,4	0,69	27,83	80	18	2
40-100	7,4	0,68	24,82	77	21	2
0-100	7,4	0,69	26,02	78	20	2

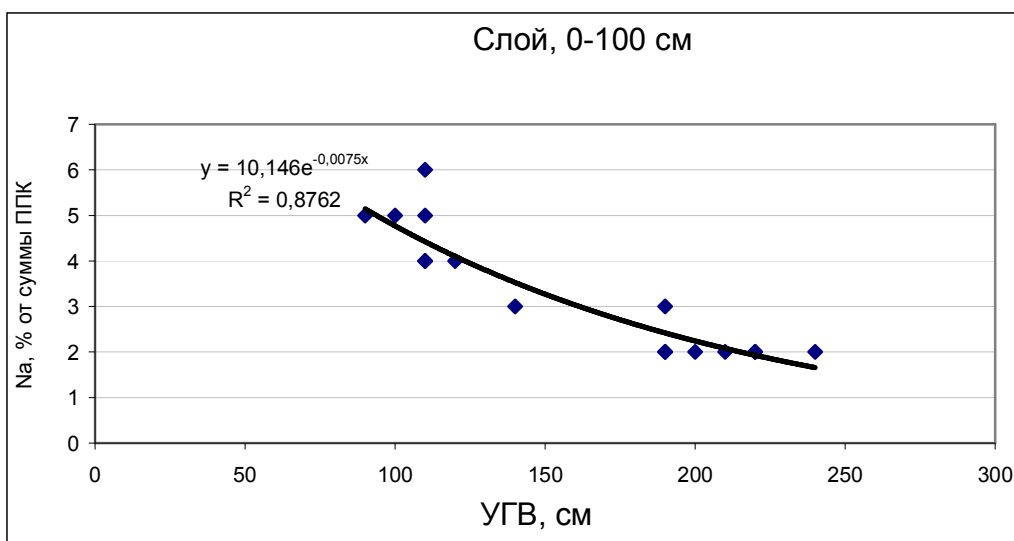
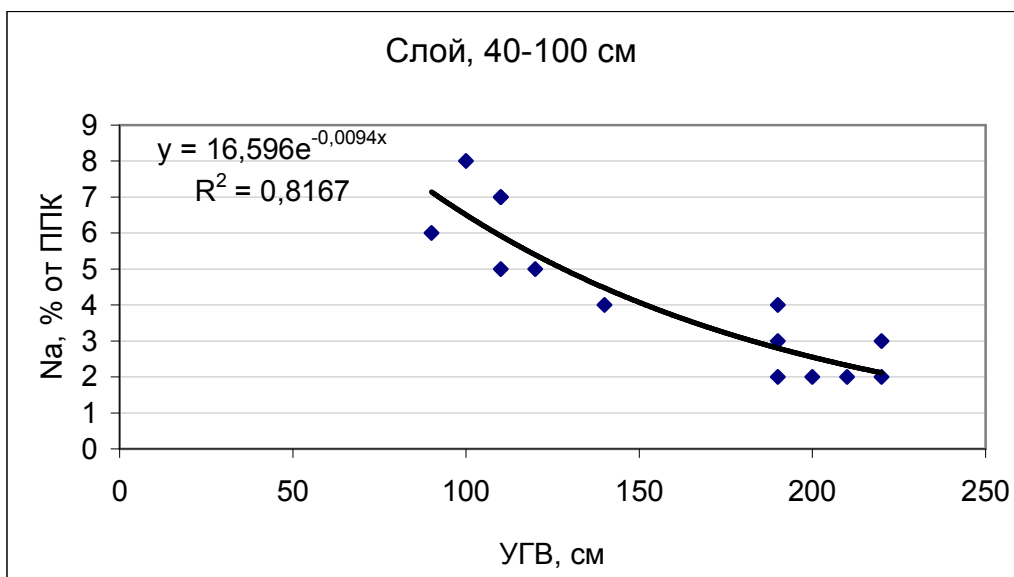
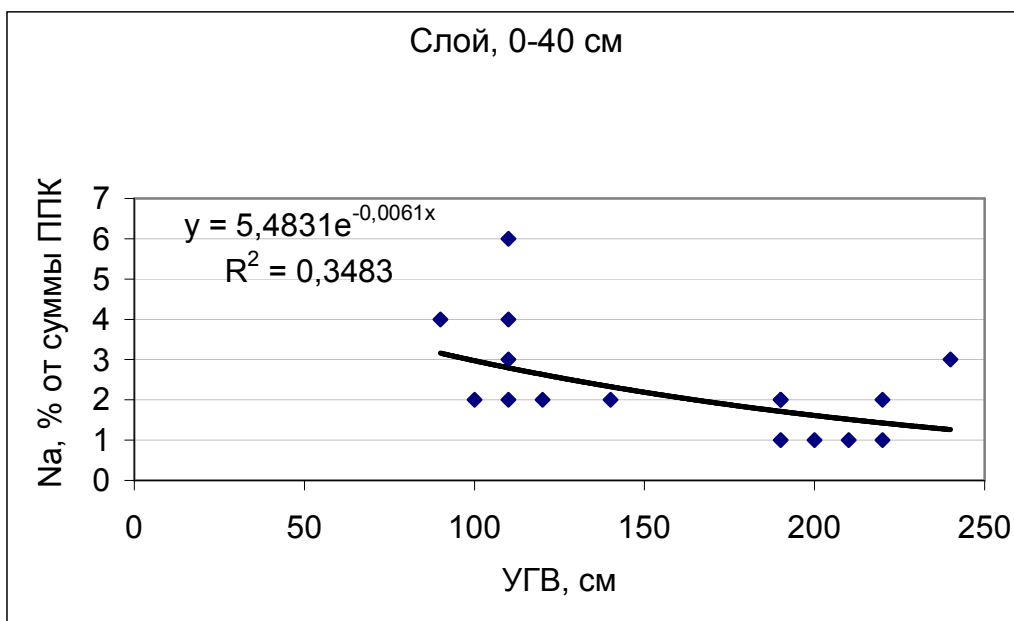


Рис. 1. Зависимость содержания обменного натрия в ППК от уровня грунтовых вод

Таким образом, сравнивая некоторые свойства черноземов обыкновенных в период постоянного орошения и через 16 лет, когда длительно орошаемые массивы стали осваиваться в режиме циклического орошения, можно отметить восстановление параметров этих почв до предельно-допустимых величин, а именно: исчезла щелочность, содержание обменного кальция в ППК слоя 0-40 см достигло 80 %, а обменный натрий уменьшился до 2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев, Г.И. // Экологическое состояние орошаемых почв на Нижнем Дону / Г.И. Андреев, Г.А. Козлечков, А.Г. Андреев. – М. – Днепропетровск – Новочеркасск, 2007. – 261 с.
2. Скуратов, Н.С. // Использование и охрана орошаемых черноземов / Н.С. Скуратов, Л.М. Докучаева, О.Ю. Шалашова. – М., 2001. – 245 с.
3. Труды Ростовской областной опытно-мелиоративной станции. – Вып. 1. – Ростов-н/Д: Ростовское книж. изд-во, 1970.
4. Ковда, В.А. Почвы аридной зоны как объект орошения / В.А. Ковда. – М., 1968. – 230 с.

УДК 631.452

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ И СНИЖЕНИЯ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ ЗАО «НИВА»

Л.А. Воеводина
ФГНУ «РосНИИПМ»

Как было отмечено на V съезде Всероссийского общества почвоведов, одной из проблем на Юге России является проблема деградации почвы, в частности утраты черноземными почвами этого региона комковато-зернистой структуры. Потеря этого уникального качества ведет к развитию неблагоприятных почвенных процессов и деградации почв.

Со структурой почв связаны водный, солевой, воздушный и тепловой режимы почв. Когда почва имеет комковато-зернистую структуру, она гораздо экономнее расходует воду, обладает большей водопроницаемостью, может противостоять процессам засоления, водной

и ветровой эрозии, в ней складывается оптимальное соотношение между водой и воздухом.

В 2005 году нами было проведено обследование двух полей в ЗАО «Нива» Веселовского района. Хозяйство считается одним из передовых, а его земли одними из лучших в центральной орошаемой зоне Ростовской области. Орошение проводится здесь водой из Донского магистрального канала, почвы – обыкновенные черноземы. Основные показатели, полученные в ходе обследования, мы объединили в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная таблица показателей свойств почвы в ЗАО «Нива»

Показатель	Оптимальные*	Предельно допустимые*	ЗАО «Нива»						
			Поле 36	Поле 38					
Содержание водопрочных агрегатов более 0,25 мм, %	60...70	50...75	35	28					
Содержание почвенных агрегатов 10-0,25 мм, %	70...85	60...90	51	70					
Содержание агрегатов более 10 мм, %	20...30	15...35	48	29					
Содержание в ППК, %									
					Кальция	Более 85	85...80	64	65
					Магния	Менее 15	15...20	14	15
	Натрия	Менее 1	1...3	0,8	0,6				
Гумус, %	Более 4,4	3,8...4,0	3,7	3,4					
Соотношение гуминовых и фульвокислот	Более 2,0	2,0...1,7	1,21	1,29					
Плотность почвы, т/м ³	1,15	1,15...1,25	1,17	1,35					
Примечание * – значения из [1].									

Обследование показало, что основные показатели, характеризующие структурное состояние почв, такие как содержание водопрочных агрегатов, содержание кальция в ППК, а также содержание гумуса, оказались ниже предельно-допустимых значений. Поэтому основным направлением дальнейшей работы стала разработка приемов, направленных на улучшение структурного состояния почвы. При этом мы руководствовались мнением В.А. Ковда, что образование зернистой водопрочной структуры связано с накоплением большого количества коагулированного кальцием гумуса, т.е. для создания агрономически ценной структуры почвы необходимо, чтобы содержание кальция и гумуса находилось на должном уровне.

В целом, по результатам обследования были сделаны следующие выводы:

- работа дренажной системы неэффективна;
- уровень грунтовых вод выше критической глубины;
- структурное состояние, и особенно водопрочность почв являются неудовлетворительными;
- подпахотный слой уплотнен;
- содержание гумуса низкое;
- тип гумуса фульватно-гуматный;
- насыщенность обменным кальцием ППК недостаточная.

Исходя из сложившейся обстановки на обследованных полях ЗАО «Нива» и опираясь на типовую схему работ по снижению деградации (табл. 2), были определены основные направления работ по повышению плодородия почв, это:

- нормализация работы дренажа;
- разуплотнение подпахотного слоя;
- улучшение структуры почвы за счет одновременного увеличения содержания гумуса и кальция в ППК.

Таблица 2

Схема работ по снижению деградации орошаемых земель

Сложившая ситуация	Необходимые действия	Срок выполнения
1	2	3
Залегание грунтовых вод выше критического уровня	Строительство или реконструкция закрытого горизонтального дренажа	В сроки, отведенные для технического переустройства орошаемого участка (безморозный период)
Неровность поверхности, ложбины, впадины	Планировка (капитальная)	Весна. Точность планировки ± 5 см
Наличие токсичных солей в слое 0-60 см, соответствующее сильной степени засоления	Промывка засоленных земель	Весна-лето, после проведения капитальной планировки
Нарушения кальциевого режима почв. Недостаточное содержание кальция в ППК, менее 80 % от ППК	Внесение кальцийсодержащих веществ и создание условий для поглощения кальция ППК	Лето-осень. После уборки возделываемой с.-х. культуры
Уплотнение подпахотного слоя плотность почвы на черноземах свыше $1,3 \dots 1,4 \text{ т/м}^3$	Глубокое рыхление на глубину залегания уплотненного слоя. Включение в севооборот многолетних трав с глубокопроникающей корневой системой	Осень

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Низкое содержание гумуса, менее 3,8 %	Увеличение поступления в почву органического вещества (ОВ). Замедление процессов минерализации ОВ	В течение всего года
Повышенное содержание фульвокислот в составе гумуса $C_{г.к.}:C_{ф.к.}<1,7$	Добавление к вносимому ОВ кальцийсодержащие вещества для снижения подвижности гумусовых веществ	Осень

Нормализация работы дренажа состояла в проведении работ по увеличению количества отводимой воды и ее беспрепятственному прохождению по дрене. Для этого дрена была очищена от растительности и мусора и углублена. В последующие годы застоя воды в холодное время года на этих полях не наблюдалось.

Для разуплотнения подпахотного слоя было предусмотрено рыхление на глубину 35...50 см. При проведении рыхления были приняты все меры по сокращению количества просыпающейся почвы из верхних горизонтов, особенно на тех участках, где мощность гумусового слоя невелика и составляет около 30 см. Рыхление проводилось с помощью стойки СибИМЭ. Для повышения плодородия и профилактики уплотнения почв хозяйство осуществляет планомерную замену машинно-тракторного парка хозяйства на более легкую технику с пониженным удельным давлением на почву (до 100 кПа и менее). Кроме того, на тяжелых тракторах и машинах используются сдвоенные колеса, снижается давление воздуха в шинах, применяются тракторы и комбайны на гусеничном и полугусеничном ходу.

Направление по улучшению структуры почв требует одновременного увеличения и обменного кальция в ППК, и органического вещества (гумуса), т.к. только внесение органического вещества без повышения содержания обменного кальция может привести к появлению подвижных форм гумусовых веществ с повышенной гидрофильностью, которая не способствует образованию агрономически ценной водопрочной структуры. Внесение же кальцийсодержащих веществ может привести к повышению концентрации почвенного раствора и вызовет коагуляцию почвенных коллоидов (мелких частиц почвы размером менее 0,0002 мм), что является положительным проявлением, но недостаточным для образования водопрочной почвен-

ной структуры, т.к. для ее образования требуется свежесформированный перегной, который образуется из органического вещества, например растительных остатков.

В качестве источника органического вещества было выбрано зеленое удобрение. Сидеральной культурой была горчица как растение, формирующее большое количество вегетативной массы в течение 50...70 дней, а на приобретение его семян были произведены минимальные затраты. Кроме горчицы можно использовать: рапс, редьку масличную, подсолнечник, горох, сою, донник, суданскую траву, сорго, чину, кукурузу и другие. Для увеличения поступления органического вещества в почву в хозяйстве применяют зерноуборочные комбайны, оборудованные соломоизмельчителями, которые разбрасывают измельченную солому по полю, например, при урожайности озимой пшеницы порядка 5 т/га с соломой и пожнивными корневыми остатками в почву поступает около 4 тонн сухого органического вещества. На каждую тонну измельченной соломы для усиления процесса гумификации следует добавлять до 15 кг азота.

Вторым обязательным элементом направления по улучшению структурного состояния почв ЗАО «Нива» является повышение содержания кальция в ППК. В свежем органическом веществе, которое рекомендуется внести в почву, содержание кальция очень мало, к тому же чаще всего в нем преобладает калий, он быстрее всех элементов вымывается из органических остатков, особенно растительного происхождения. Поэтому внесенного с органическим веществом кальция будет недостаточно для изменения содержания кальция в ППК. Для того, чтобы повысить содержание кальция в ППК почв, в хозяйстве было использовано такое кальцийсодержащее вещество как фосфогипс. Фосфогипс является отходом производства фосфорной кислоты. Огромные объемы этого отхода накоплены вблизи химических комбинатов, производящих минеральные фосфорные удобрения. ЗАО «Нива» автотранспортом осуществило доставку одной тысячи тонн фосфогипса из г. Белореченска, где расположено одно из предприятий ЗАО «МХК Еврохим». Транспортные расходы составили порядка двух миллионов рублей.

Применение фосфогипса предполагает большие капитальные затраты, в основном из-за высокой стоимости доставки. Однако при капитальных затратах порядка 7,5 тыс. руб./га при внесении 10 т фосфо-

гипса на гектар хозяйство в среднем за три года получило экономический эффект около 3,0 тыс. руб./га в год, что доказывает целесообразность применения кальцийсодержащих мелиорирующих веществ для повышения плодородия орошаемых земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв сельскохозяйственного назначения. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.

УДК 631.879.4:631.445.41

ВЛИЯНИЕ КОМПОСТОВ ИЗ ОПИЛОК НА СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ДЕГРАДИРОВАННОГО

Е.В. Долина

ФГНУ «РосНИИПМ»

Учитывая недостаток органического сырья для воспроизводства плодородия почв, особенно деградированных, нами в качестве нового компонента, вводимого в удобрительно-мелиорирующие компосты (УМК), использовались опилки.

Опилки являются ценным органическим сырьем для приготовления компостов. В отличие от соломы они более бедны питательными элементами — 0,04 % азота, 0,02 фосфора и 0,04 % калия, но обладают большой поглотительной способностью (от 400 до 445 частей воды на каждые 100 частей опилок) и содержат больше лигнина, который медленно разлагается микроорганизмами. Тем не менее, все виды опилок при непосредственном внесении в почву улучшают ее физические свойства. Размеры опилок таковы, что они легко слипаются с другими компонентами. Опилки так же улучшают порозность и воздушный режим, снижают плотность тяжелых глинистых почв, повышают водоудерживающую способность песчаных почв. В результате их разложения возрастает агрегатность почв и емкость поглощения. Высокое содержание в опилках углерода стимулирует деятельность почвенных микроорганизмов, их число возрастает, увеличивается потребление ими почвенного азота в ущерб высшим растениям, поэтому вносить опилки в чистом виде нежелательно, а использовать как компонент для приготовления компостов, видимо, можно.

Состав компостов при различных соотношениях компонентов, полученных в результате лабораторных экспериментов (опыт 1), представлен в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Определение оптимальных сочетаний птичьего помета, опилок, фосфогипса (опыт 1)

Соотношение компонентов			Мелиорир. основа, в пересчете на чистый гипс, %	Питательная основа компоста, %			Тяжелые металлы, мг/кг				
Пп	О	Ф		А	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	Cd	Ni	Cu	Pb
1	0	0	5	100	1,40	1,60	60,9	0,2	24,0	19,7	9,4
0	1	0	1	100	0,02	0,04	26,0	0,1	0,9	6,9	1,6
0	0	1	92	0	1,80	н/обн	4,2	0,01	0,1	6,5	0,5
1	1	1	32	67	1,10	0,56	30,4	0,1	8,3	11,0	3,8
1	1	2	47	50	1,26	0,41	23,8	0,08	6,3	9,9	3,0
1	2	2	39	60	1,00	0,34	24,3	0,08	5,2	9,3	2,7
2	2	1	20	80	0,93	0,66	35,6	0,12	10,0	11,9	4,5

Примечание – А - масса органического вещества.

Таблица 2

Определение оптимальных сочетаний птичьего помета, опилок, глауконита (опыт 1)

Соотношение компонентов			Мелиорир. основа, в пересчете на чистый гипс, %	Питательная основа компоста, %			Тяжелые металлы, мг/кг				
Пп	О	Гл.		А	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	Cd	Ni	Cu	Pb
1	0	0	5	100	1,40	1,60	60,9	0,2	24,0	19,7	9,4
0	1	0	1	100	0,02	0,04	26,0	0,1	0,9	6,9	1,6
0	0	1	73	0	0,41	3,60	13,5	н/о	2,8	2,2	2,0
1	1	1	26	67	0,64	1,83	33,4	0,1	9,2	9,6	4,3
1	1	2	38	50	0,59	2,32	28,5	0,07	7,6	7,8	3,7
1	2	2	31	60	0,47	1,90	28,0	0,08	6,3	7,61	3,3
2	2	1	17	80	0,70	1,38	37,5	0,12	10,5	11,1	4,8

Примечание – А - масса органического вещества.

Опыт 1 показал, что по мелиорирующей и удобрительной основам наилучшим является компост с соотношениям Пп+О+Ф – 1:1:2, в котором мелиорирующая основа в пересчете на чистый гипс составляет 47 %, масса органики – 50 %, P₂O₅ – 1,26 % и K₂O – 0,41 %, но поскольку и другие компосты, кроме Пп:О:Ф – 2:2:1, отвечают технологическим требованиям, лабораторные опыты с черноземами солонцеватыми заложены с компостами, приготовленными при различных соотношениях.

В опыте 1 во второй его части вместо фосфогипса использовали глауконит (табл. 2). Он содержит меньшую мелиорирующую основу (73 % в пересчете на чистый гипс) по сравнению с фосфогипсом, поэтому и компосты получились с гораздо меньшей мелиорирующей основой.

При отношении Пп:О:Гл.=1:1:1 мелиорирующая основа в пересчете на чистый гипс составила всего 26 %, поэтому, на наш взгляд, более оптимальными следует считать соотношения компонентов Пп:О:Гл. = 1:1:2 и 1:2:2, так как компосты, в которых глауконита использовалось две части гораздо лучше, чем компосты, в которых использована одна часть мелиоранта. Масса органики, составляющая соответственно 50 и 60 %, так же для них достаточна. Поскольку глаукониты в своем составе содержат много калия, компосты обогащены этим элементом.

Для установления влияния компостов на свойства деградированного чернозема в лабораторном эксперименте нами взяты компосты второй части из опыта 1 с соотношениями Пп:О:Гл. 1:1:1, 1:1:2 и 1:2:2. Во всех компостах содержание тяжелых металлов не превышает ПДК.

Результаты лабораторных опытов 2 и 3 по изучению трех компонентных компостов из Пп+О+Ф и Пп+О+Гл представлены в табл. 3 и 4. Они свидетельствуют о мелиорирующей способности фосфогипсо- и глауконитосодержащих компостов. Через три месяца их воздействия на почвы среднещелочные разновидности стали слабощелочными. Это подтверждают и результаты определения pH. В почвенном поглощающем комплексе на вариантах с компостами и чистыми мелиорантами увеличилось содержание кальция, что способствовало рассолонцеванию почв. В компостах с участием фосфогипса из общей суммы ионов содержание ионов SO_4^{2-} и Ca^{2+} составляло от 69 до 72 %, а с глауконитом – от 40 до 42 %. Это подтверждает факт, что фосфогипсосодержащие компосты более быстродействующие средства, чем глауконитосодержащие.

Однако следует отметить, что разница по воздействию на свойства почв между компостами с различными соотношениями практически не прослеживается. Видимо, это связано с тем, что их дозы рассчитывались на полное вытеснение натрия из ППК.

При обосновании вариантов полевых опытов предпочтение будет отдаваться удобрительно-мелиорирующим компостам с большей

мелиорирующей основой, например, приготовленным из Пп+О+Ф (Гл.) в соотношении 1:1:2 или 1:2:2.

Таблица 3

Влияние компостов (Пп+О+Ф) на свойства чернозема обыкновенного деградированного (лабораторный опыт 2)

Вариант опыта	∑ ионов	Из них Ca ²⁺ +SO ₄ ²⁻	Щелочность		ППК			
			(HCO ₃ ⁻ Ca ²⁺)+Mg ²⁺ +Na ⁺ , мг-экв/100 г почвы	рН водной суспензии	∑ ППК, мг-экв/100 г почвы	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
	%		от ∑ ППК, %					
Контроль	0,073	0,027	1,2	8,0	33,04	70	24	6
Пп (16 т/га)	0,074	0,029	1,3	7,8	34,31	71	24	5
О (5 т/га)	0,063	0,020	0,9	7,8	33,48	70	24	6
Ф (10 т/га)	0,269	0,221	отсутствует	7,4	33,19	79	19	2
Компост 1:1:1 (30 т/га)	0,167	0,120	отсутствует	7,6	35,25	77	20	3
Компост 1:1:2 (20 т/га)	0,160	0,110	отсутствует	7,5	34,64	76	21	3
Компост 1:2:2 (25 т/га)	0,187	0,136	отсутствует	7,5	34,96	77	20	3

Таблица 4

Влияние компостов (Пп+О+Гл.) на свойства чернозема обыкновенного деградированного (лабораторный опыт 3)

Вариант опыта	∑ ионов	Из них Ca ²⁺ +SO ₄ ²⁻	Щелочность		ППК			
			(HCO ₃ ⁻ Ca ²⁺)+Mg ²⁺ +Na ⁺ , мг-экв/100 г почвы	рН водной суспензии	∑ ППК, мг-экв/100 г почвы	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
	%		от ∑ ППК, %					
Контроль	0,075	0,024	1,2	8,0	33,47	71	23	6
Пп (16 т/га)	0,092	0,029	1,5	7,8	33,71	72	23	5
О (5 т/га)	0,068	0,021	1,3	7,8	33,29	70	24	6
Гл. (13 т/га)	0,073	0,030	1,2	7,8	32,35	74	22	4
Компост 1:1:1 (36 т/га)	0,074	0,034	0,9	7,7	33,55	75	21	4
Компост 1:1:2 (25 т/га)	0,087	0,040	0,9	7,7	33,01	73	24	3
Компост 1:2:2 (31 т/га)	0,080	0,033	0,9	7,7	33,09	74	23	3

Таким образом, компосты, приготовленные из птичьего помета, опилок, фосфогипса (глауконита), обладают достаточной мелиорирующей активностью. Оптимальными соотношениями компонентов Пп+О+Ф (Гл.) при их приготовлении являются 1:1:2 и 1:2:2. Для установления удобрительной ценности и подтверждения мелиорирующей активности необходимо с этими компостами провести полевые опыты.

УДК 631.453:66.081:631.48

НОВЫЙ СОРБЕНТ-МЕЛИОРАНТ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

М.А. Субботина
ФГНУ «РосНИИПМ»

Загрязнение почв тяжелыми металлами – одно из негативных последствий человеческой деятельности. В настоящее время это явление приняло глобальный характер.

Накапливающиеся в почве в больших количествах тяжелые металлы способны изменять многие ее свойства. В первую очередь изменения затрагивают биологические свойства почвы: уменьшается общая численность микроорганизмов, сужается их видовой состав, изменяется структура микробиоценозов и т.д. Сильное загрязнение почвы тяжелыми металлами приводит к изменению гумусного состояния, структуры, рН среды и др. Результатом этого является частичная, а в ряде случаев и полная утрата почвенного плодородия.

В сложившихся условиях необходимо использовать мелиоративные приемы, которые позволяют при минимальных затратах получить максимальную прибыль, обеспечивая при этом экологическую защиту орошаемых площадей. Так, например, для уменьшения масштабов загрязнения почв тяжелыми металлами полезно известкование почвы, поскольку даже при наличии органики в кислой среде тяжелые металлы подвижны. Часто применяют глубокую перепахку с оборотом пласта, но этот прием может оказаться неэффективным и даже опасным, если на поверхность выйдут загрязненные слои глины с низкой способностью к поглощению. Так же очень большое применение в иммобилизации тяжелых металлов получили мелиоранты природного происхождения, в частности, глинопорошки на основе

различных по составу глинистых минералов. Чаще всего, это цеолиты, реже – бентониты, слюды и другие глинистые материалы [1, 2].

Наиболее прогрессивный способ на сегодняшний день – внести специальный сорбент-мелиорант избирательного действия.

В лаборатории ФГНУ «РосНИИПМ» нами были проведены исследования и разработан новый состав мелиоранта-иммобилизатора (заявка на патент РФ № 2007130652/12(033395).

В процессе подбора нового состава мелиоранта-иммобилизатора был произведен патентный поиск, полевые и лабораторные исследования.

В полевых условиях с помощью разбрасывателя удобрений мелиорант-иммобилизатор вносят в почву, затем бороной запахивают в мелиорируемый слой на 2-4 см.

В таблице представлены схема и результаты опытов по определению оптимального состава мелиоранта-иммобилизатора.

Таблица

Определение оптимального состава мелиоранта-иммобилизатора

Состав сорбент-мелиоранта, масс. %	Емкость поглощения, мг-экв/100 г	Структурообразование
Глауконит – 25 Термонеизмененный ОПУШ – 60 Синие глины – 15	200,0	Оптимальный состав
Глауконит– 47 Термонеизмененный ОПУШ – 36 Синие глины – 17	160,0	Низкий уровень оструктурирования почвы
Глауконит– 30 Термонеизмененный ОПУШ – 55 Синие глины – 15	180,0	Средний уровень оструктурирования почв
Глауконит– 40 Термонеизмененный ОПУШ – 30 Синие глины – 30	140,0	Нарушает водно-физический режим почв
Глауконит– 60 Термонеизмененный ОПУШ – 10 Синие глины – 30	120,0	Не обеспечивает процесса структурообразования
Глауконит– 15 Термонеизмененный ОПУШ – 50 Синие глины – 35	120,0	Средний уровень оструктурирования почв

В ходе проведенных исследований дополнительно было установлено, что за счет фракций термонеизмененного ОПУШ (1-10 мм) происходит вытеснение поглощенного натрия из почвы и происходит коагуляция почвенных частиц, а пленка из синей глины, покрываю-

щая фракции термонеизмененного ОПУШ, позволяет извлекать из почвы подвижные формы тяжелых металлов и переводить их в неподвижные за счет мембранного эффекта, делая тяжелые металлы недоступными для растений. Глауконитовый песок и синие глины, улучшая водопроницаемость почвы за счет минерального обмена между собой, позволяют достигнуть удобрительного эффекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайдельман, Ф.Р. Экологическая защита мелиорируемых почв и ландшафтов / Ф.Р. Зайдельман // Почвоведение. – 1993. – № 1. – С. 5-15.

2. Скуратов, Н.С. Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель при их использовании / Н.С. Скуратов, Л.М. Докучаева, О.Ю. Шалашова. – Новочеркасск, 2000. – С. 85.

УДК 631.445.41.001.76:631.453

ПРИЕМЫ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОРОШАЕМЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

А.В. Акопян

ФГНУ «РосНИИПМ»

В настоящее время загрязнение почв тяжелыми металлами приняло глобальный характер [1]. Негативное влияние на экологическое состояние агроландшафта оказывает промышленное производство, являющееся источником различного рода загрязняющих веществ, в первую очередь тяжелых металлов.

Снижение продуктивности земель во многом связано с формированием негативных процессов в почвах при орошении. В почве протекают различные физические, химические и биологические процессы, которые в результате загрязнения нарушаются. Загрязнение почвы связано с загрязнением атмосферы и гидросферы. В почву попадают твердые и жидкие промышленные, сельскохозяйственные и бытовые отходы. Основными загрязняющими веществами являются металлы и их соединения, удобрения и пестициды, радиоактивные отходы. По пищевым цепям эти загрязнения попадают в организм че-

ловека, оказывая токсическое, канцерогенное, мутагенное действие, подавляя иммунитет.

Поступление тяжелых металлов в литосферу вследствие техногенного рассеяния осуществляется разнообразными путями. Важнейшим из них является выброс при высокотемпературных процессах (черная и цветная металлургия, обжиг цементного сырья, сжигание минерального топлива). Кроме того, источником загрязнения биоценозов могут служить орошение водами с повышенным содержанием ТМ, внесение осадков бытовых сточных вод в почвы в качестве удобрения, вторичное загрязнение вследствие выноса ТМ из отвалов рудников или металлургических предприятий водными или воздушными потоками, поступление больших количеств ТМ при постоянном внесении высоких доз органических, минеральных удобрений и пестицидов.

Для предупреждения неблагоприятных последствий загрязнения почв тяжелыми металлами необходимо принимать меры по иммобилизации (закреплению) этих опасных веществ [2]. Без проведения профилактических мероприятий, направленных на снижение выщелачивания кальция и обогащение почв органикой, плодородие орошаемых земель снижается, загрязненность прогрессирует. Необходима разработка приемов санации почв, технологически эффективных, экономически рентабельных и экологически безопасных.

На сегодняшний день представляется весьма актуальной разработка методов и способов мелиорации загрязненных почв [3]. Проведение мелиораций, различных по своему качественному состоянию элементов природы, позволяет считать их экологически и экономически приемлемыми и обоснованными средствами преобразования среды «обитания» человека.

Основным направлением борьбы с загрязнением почвы остаются агрохимические приемы, снижающие или предотвращающие поступление загрязнителей в растительную продукцию. Это требует дополнительных усилий и затрат, что, естественно, удорожает продукцию. При выборе наиболее перспективных приемов вопрос должен решаться путем технико-экономического обоснования и соответствующего перераспределения ограниченных финансовых возможностей. Одним из важнейших принципиальных направлений является перевод тяжелых металлов в нерастворимые и недоступные растениям соединения. Прием этот хорошо известен и широко применяется

в земледелии как «известкование» и «фосфоритование». При подщелачивании почвы «известкованием» большинство тяжелых металлов превращается в нерастворимые, труднодоступные для растений соединения, а фосфор фосмуки образует еще более прочные соединения с токсичными для растений алюминием, марганцем, железом и свинцом. Действие «известкования» и «фосфоритования» гораздо более многостороннее, чем просто связывание тяжелых металлов, и эти универсальные агромероприятия обязательны перед применением других удобрений. К сожалению, из-за экономического спада в последние годы резко сокращены площади «известкования» и «фосфоритования», что уже привело к значительному загрязнению почв из-за перехода в подвижное состояние ранее связанных токсичных примесей. Поэтому следовало бы сосредоточить внимание и финансовую поддержку прежде всего на этом направлении, хорошо освоенном и не требующем каких-то дополнительных проверок.

Другим принципиальным направлением является повышение сорбционной емкости почвы путем внесения различных иммобилизаторов ТМ. Очевидно, что чем выше емкость почвы, тем дольше она способна противостоять загрязнению. Сорбционная емкость почвы возрастает с увеличением содержания в ней гумуса и глинистых веществ, являющихся хорошими сорбентами широкого профиля. Гумус хорошо связывает свинец, кадмий, ртуть, никель, кобальт, марганец, медь. Глинистые минералы в основном сорбируют хром, медь, никель, цинк, ртуть. Активный кремнезем нейтрализует в почве токсическое действие железа, марганца, меди, мышьяка, алюминия, магния, стронция-90 и фенолов. В этом направлении ведется наибольшее количество исследований. Технологии повышения экологической эффективности сельскохозяйственного производства, основанные на применении природных минералов, активно разрабатываются и внедряются во многих странах мира, включая Европейский союз, США, Японию и Китай.

Эффективность таких мероприятий напрямую зависит от свойств используемых сорбентов, которые весьма разнообразны. К тому же восполнять плодородие земель и сохранять их традиционными способами становится все более невозможным из-за дороговизны минеральных удобрений, химических мелиорантов, горючесмазочных средств, транспортных расходов.

В качестве сорбентов часто используют местные материалы – отходы горных разработок, обогатительных фабрик, переработки минерального сырья, природные минералы. Как правило, в них нет внешнего техногенного загрязнения и таких отходов более чем достаточно. Основными требованиями к таким сорбентам являются отсутствие токсичных примесей, низкая стоимость и удовлетворительные физико-химические характеристики. Известны и различные смеси из специально подобранных природных минералов, которые используются для достижения комплексной задачи – очистки почвы, повышения урожайности, увеличения срока последействия удобрений.

Существенными недостатками местных мелиорантов являются: низкая сорбционная емкость; отсутствие универсальности (мелиорант обычно связывает только ограниченное число элементов и применять его можно только на почвах, их содержащих); при изменении внешних условий часть ранее прочно связанных металлов снова переходит в доступную растениям форму; ограниченный срок существования мелиоранта в почве, после чего он начинает разрушаться с переходом металлов в подвижное состояние. Из-за значительных различий в избирательности и других характеристиках местные сорбент-мелиоранты обычно имеют частное значение, порой в пределах одного хозяйства или даже одного поля. В связи с этим разработка технико-экономического обоснования по применению конкретного мелиоранта является обязательной.

Очень эффективным приемом получения отвечающей санитарным нормам «чистой» продукции является грамотное применение минеральных удобрений. Вопреки сложившемуся мнению, что «чистую» продукцию можно получить только на органике и без минеральных удобрений, в сегодняшней ситуации, когда все почвы в той или иной степени уже загрязнены, органические удобрения поступают с тех же загрязненных территорий, а огромные дозы их внесения приведут к дополнительному загрязнению почвы. И только не содержащие вредных примесей минеральные удобрения позволяют получать достаточно «чистую» продукцию на загрязненных почвах. Принцип достижения такого эффекта заключается в том, чтобы обеспечить растение достаточным количеством полноценного питания и тем самым предотвратить чрезмерное развитие корневой системы. В результате корням нет необходимости распространяться на обширную площадь почвы; с меньшей площади растение, естественно, усвоит меньше вредных

примесей, а достаточное полноценное питание обеспечит максимальный урожай. Эффект достигается за счет поступления меньшего количества вредных примесей и их «разбавления» в увеличенной массе урожая. Основными недостатками этого приема являются относительно высокая потребность в минеральных удобрениях, необходимость строгого соблюдения доз и отношения элементов питания. Ограниченные возможности отечественной промышленности и финансовое состояние крупных хозяйств не позволяют рассчитывать на широкое промышленное применение этого направления.

Других путей для получения «чистой» растительной продукции на загрязненных почвах на сегодня нет. Наиболее прогрессивный способ – это разработка специального иммобилизатора тяжелых металлов на основе природных мелиорантов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов, О.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие / О.А. Соколов, В.А. Черников. – Книга I / Атлас распространения ТМ в объектах окружающей среды. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. – 164 с.

2. Влияние мелиорантов на содержание подвижных форм металлов в дерново-подзолистой супесчаной почве / В.А. Касатиков [и др.] // Агрохимия. – 1995. – № 7. – С. 94-99.

3. Степанова, Т.Г. Оценка природных сорбентов для мелиорации загрязненных почв / Т.Г. Степанова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2006. – Вып. 36. – 196 с.

УДК 631.41.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВЕННОЙ СИСТЕМЕ ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ФОСФОГИПСА¹

А.А. Иваненко, А.П. Ендовицкий, В.Б. Ильин, Н.А. Мищенко,
В.П. Калиниченко

ФГОУ ВПО «ДонГАУ»

Актуальной проблемой контроля окружающей среды является ее охрана от техногенного загрязнения. На Белореченском химиче-

¹ – Издается в авторской редакции.

ском комбинате имеется огромное количество фосфогипса, который хранится открытым способом, содержащиеся в нем в большом количестве загрязняющие вещества, в частности, стронций и фтор, поступают в окружающую среду эоловым путем, поступают в почвы, грунты и грунтовые воды [1].

Процесс загрязнения окружающей среды Белореченска и прилегающих территорий находится только на начальном этапе, он будет нарастать во времени.

Применение на полигонах открытого хранения фосфогипса грунтовых экранов, которые, якобы, предохраняют от поступления растворимых веществ в грунтовые воды, дает только некоторую отсрочку тотального загрязнения грунтовых вод. Вначале происходит формирование грунтовых вод в толще фосфогипса над экраном. Через несколько лет загрязненные грунтовые воды в полном объеме истекают через край экрана в природную среду.

Имеется опыт применения фосфогипса в агрохимических (как фосфорное удобрение) и агромелиоративных целях. Фосфогипс – тонко размолотый порошок, в нем содержится 85-90 % гипса, до 5 % фосфорных соединений, до 1,5 % микроэлементов. В результате применения серной кислоты реакция фосфогипса сильноокислая – рН 2,8-3,2. Это опасно, например, для кислых почв Нечерноземья.

Однако для почв ЮФО с нейтральной и щелочной реакцией, отличающихся дисперсностью и буферностью свойств, параметры фосфогипса благоприятны [2, 3]. На черноземах Краснодарского края требуется применение фосфогипса в превентивных агромелиоративных и агрохимических дозах до 7 т/га.

Аналитически контролируемые изменения свойств почв наступают по истечении более или менее продолжительного времени после начала загрязнения. Обычно наблюдение за состоянием почв приходится осуществлять достаточно долго, поскольку только таким образом можно отследить устойчивые формы изменений, происходящих с веществом почвы под воздействием загрязнения. Данная проблема в научно-методическом плане разработана крайне слабо. Целесообразно проводить моделирование закономерностей миграции и транслокации тяжелых металлов в почве, что позволит прогнозировать поведение поллютантов на количественном уровне.

С целью изучения термодинамических процессов почвенной системы после внесения химического мелиоранта фосфогипса и выявления изменений форм существования ионов Pb^{2+} , Cd^{2+} в почвенном

растворе при понижении его рН в зависимости от доз внесения фосфогипса (10, 20 и 40 т/га), нами был заложен модельный опыт для исследования влияния фосфогипса с рН в пределах 5,0-5,3. Образцы почв взяты по слоям 0-20 и 0-40 см в Дубовском, Шолоховском, Октябрьском районах Ростовской области и в станице Каневской Краснодарского края. Почвенный образец Дубовского района представлен каштаново-солонцовым комплексом, по другим районам – чернозем обыкновенный.

В опытных образцах почв определили химический состав водной вытяжки и ее рН по общепринятым методикам. Равновесный состав форм нахождения главных ионов в растворах рассчитывался по разработанной нами программе «ION» [4, 5]. В результате решения системы уравнений материального баланса были определены равновесные концентрации форм существования главных ионов в водных вытяжках [6]. Используя значения равновесных концентраций анионов по уравнению материального баланса, рассчитано содержание форм кадмия и свинца в почвенных растворах.

В результате проведенного исследования слабощелочных почв (чернозем обыкновенный и каштаново-солонцовый комплекс) установлено, что внесение в них фосфогипса в дозах до 40 т/га понижает величину рН почвенного раствора от 0,2 до 1,7 единиц в зависимости от типа почвы. В результате этого мольные доли свободного Cd^{2+} и Pb^{2+} возрастают.

С учетом ионной силы растворов, снижающей подвижность заряженных частиц, мольная доля активной концентрации свободного Cd^{2+} на черноземах находится в пределах 30,50-39,18 %, каштаново-солонцовом комплексе – 36,27 % от аналитической концентрации. Для свободного Pb^{2+} мольная доля активной концентрации составляет соответственно 4,75-7,32 и 4,77 %.

Такое влияние фосфогипса на активные концентрации свободного Cd^{2+} и Pb^{2+} показывает, что доля подвижных форм тяжелых металлов мала и не представляет большой угрозы для растений, фосфогипс можно вносить в слабощелочные почвы без предварительной нейтрализации его избыточной кислотности. Применение фосфогипса в сельском хозяйстве даст природоохранный эффект. Большинство почв ЮФО имеет автоморфный (т.е. непромывной) водный режим. По этой причине вносимые в них вещества остаются на глубине векового проникновения влаги в почву – 50-80 см и исключаются из биосферы. Следовательно, будет не только повышено плодородие почв,

но решена задача безопасной консервации загрязнения современным способом максимального рассредоточения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, А.В. Контроль техногенного загрязнения почв и растений / А.В. Кузнецов // Агрехимический вестник. – 1997. – № 5. – С. 7-9.

2. Калиниченко, В.П. Интенсификация мелиоративного процесса на орошаемых солонцовых комплексных почвах / В.П. Калиниченко, М.Б. Минкин. – М., 1991. – 196 с.

3. Минкин, М.Б. Солонцы юго-востока Ростовской области / М.Б. Минкин, В.М. Бабушкин, П.А. Садименко.– Ростов-н/Д, 1980. – 271 с.

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

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

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

УДК 631.41.

ПРОБЛЕМА СОДЕРЖАНИЯ Pb, Ni, Cd, Zn, Cu В ТЕМНОКАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ ПРИ ВНЕСЕНИИ ФОСФОГИПСА ПОД КУЛЬТУРУ РИСА ¹

В.П. Калиниченко, В.Б. Ильин, Е.В. Радевич, Р.В. Пономарев,
Н.А. Мищенко, В.В. Бухтияров
ФГОУ ВПО «ДонГАУ»

Накопление ТМ в почве – это не только увеличение их содержания, но и нарастание экологически опасных последствий, создающих угрозу здоровью человека.

¹ – Издается в авторской редакции.

Засушливость климата Ростовской области приводит к увеличению испаряемости с поверхности почвы и повышению концентрации в верхнем гумусовом горизонте целого ряда тяжелых металлов. Другим фактором, способствующим их аккумуляции, является засоление.

Почва является мощным поглотителем многих химических элементов. Они удерживаются в поверхностном, плодородном слое. Почвы способны снижать токсичность металлов и загрязнителей за счет своей буферности, но скорость ее самоочищения снижается пропорционально ухудшению ее свойств и потери плодородия. Несмотря на исследования, проводимые ранее рядом ученых, многие вопросы по разработке способов инактивации тяжелых металлов изучены недостаточно [1].

Предпринятые в 60-х годах XX века первые попытки практического решения проблемы повышения плодородия солонцовых почв Ростовской области посредством химической мелиорации с использованием местных залежей глиногипса оказались недостаточно эффективными из-за низкого качества мелиоранта, слабой растворимости гипса в условиях щелочной среды и малого количества атмосферных осадков, частичного пассивирования гипса гумусом. С 1985 года был предложен и внедрен в использование новый мелиорант – фосфогипс, который является отходом химической промышленности при производстве фосфорных удобрений и обладает рядом преимуществ перед другими гипсосодержащими мелиорантами [2].

Отрицательной особенностью фосфогипса является присутствие в нем ряда тяжелых металлов, которые являются загрязнителями окружающей среды. Накопление тяжелых металлов (ТМ) нарушает физико-химическое равновесие почвенной системы и дает толчок ряду процессов, воздействующих на свойства почвы: величину рН, течение микробиологических процессов, образование гумуса и др. [3].

Обстоятельством природоохранного содержания предлагаемых мер является автоморфный водный режим большинства солонцовых почв. При использовании фосфогипса рекомендуемая глубина внесения мелиоранта не менее 40 см. Таким образом, вследствие автоморфного режима солонцовых почв, вносимые с фосфогипсом тяжелые металлы будут локализованы на глубине векового проникновения влаги в почву – 50-80 см.

Тяжелый гранулометрический состав и высокое содержание органического вещества приводят к связыванию ТМ почвой за счет межкристаллических связей и органо-минерального комплекса. Рост значений рН усиливает сорбированность катинообразующих металлов (медь, цинк, никель, ртуть, свинец и др.).

В ООО «Энергия» Пролетарского района Ростовской области занимаются возделыванием рисовой культуры. В силу особенностей биологии риса и технологии выращивания хозяйство столкнулось с проблемой образования солонцовых пятен и переувлажнения почвы. Решением возникших в хозяйстве проблем стало применение фосфогипса в качестве химического мелиоранта, так как данное вещество в силу наличия в своем составе гипса, обладающего гидрофильными свойствами, уменьшает долю переувлажненных почв и улучшает гранулометрический состав почв, подвергшихся мелиорации.

Согласно проведенным исследованиям, в почвах хозяйства содержание тяжелых металлов не превышает значений ПДК для валового содержания в почве Pb, Ni, Cd, Zn, Cu (9,8; 32; 0,14; 30; 18) (ПДК соответственно – 130,0; 80,0; 2,0; 220,0; 132,0 мг/кг почвы).

Для снижения вероятности попадания ТМ в водоемы вместе с промывными водами при возделывании риса разрабатывается новый способ полива риса, основанный на пониженном количестве промывной воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калиниченко, В.П. Природоохранный характер использования фосфогипса в сельскохозяйственной мелиорации / В.П. Калиниченко, А.А. Иваненко, В.А. Суковатов // Материалы 71-й регионально-практ. конф. «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного федерального округа». – Ставрополь: Ставропольское книжное изд-во, 2007. – С. 166-168.

2. Калиниченко, В.П. Влияние применения фосфогипса на улучшение почвенного покрова и повышение плодородия / В.П. Калиниченко, Е.В. Радевич, В.А. Суковатов // Материалы 71-й регионально-практ. конф. «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса южного федерального округа». – Ставрополь: Ставропольское книжное издательство, 2007. – С. 192-195.

3. Внесение химического мелиоранта фосфогипса под орошаемую культуру риса / Б.В. Ильин [и др.] // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационный путь развития АПК – магистральное направление научных исследований для сельского хозяйства». – п. Персиановский, 2007. – С. 174-176.

УДК 631.1:631.459(470.61):633.11

**ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ БИОГЕОСИСТЕМЫ
СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВ
В ДЛИТЕЛЬНОМ СТАЦИОНАРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ¹**

В.К. Шаршак, С.Ф. Миронченко, Е.П. Ладан, Е.Д. Генев,
В.В. Илларионов, В.Е. Зинченко, В.П. Калиниченко, В.В. Удалов,
А.В. Удалов, В.В. Черненко, Е.Н. Рябцев
ФГОУ ВПО «ДонГАУ»

Сложившийся в настоящее время менеджмент плодородия почв по накоплению возмущения определяет некоторые меры регулирования процессов в производственной сельскохозяйственной среде, применяются традиционные подходы, но общей чертой разнообразных мероприятий является их применение со значительным запозданием.

В результате некорректной эксплуатации земельного фонда РФ имеет место упущенная выгода, экспертная оценка по ЮФО – 20-30 млрд руб. и более в год [1].

В отсутствие фундаментального подхода к научному обоснованию использования природных (солонцы, слитые почвы) и антропогенных (плужная подошва, переуплотнение) почв тяжелого гранулометрического состава с точки зрения долговременных изменений биосистем, в отсутствие инструментов экономического управления с горизонтом прогноза 10-15 и более лет происходит деградация почвенного покрова, неверно выстраиваются приоритеты природопользования, остаются без внимания важные закономерности функционирования почвенного покрова.

Выдвинута гипотеза конструирования устойчивого во времени высокопродуктивного агроландшафта на основе циклического воспроизводства стартовых условий максимума размера и продолжи-

¹ – Издаётся в авторской редакции с сокращениями.

тельности его биопродукции, при которых антропогенная почва будет иметь устойчивые во времени свойства.

В 70-х годах XX века был разработан принцип мелиорации почв путем ротационно-фрезерного рыхления мелиорируемого слоя почвы 20-50 см как альтернатива трехъярусной мелиоративной вспашке почвы.

В порядке коррекции рассогласования функционирования биогеосистем и их менеджмента и с целью разработки принципиально новых способов управления плодородием почв были заложены долговременные стационарные эксперименты.

Некоторые материалы многолетних исследований по одному из стационаров Донского государственного аграрного университета (ДСХИ) и Института плодородия почв юга России приведены в настоящем сообщении.

Эксперимент был заложен в порядке ведомственных испытаний МСХ РСФСР [2] фрезы солонцевой ФС-1,3 (рис. 1).



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

Место и время закладки почвенно-мелиоративного стационара: колхоз «Мир» (ранее колхоз имени VII партконференции) Ремонтненского района Ростовской области, бригада № 1, поле № 4 полевого севооборота, июль 1977 г.

Объект: комплекс солонцовых каштановых почв, солонцы 30-35 % площади комплекса. Рельеф участка под экспериментом спокойный.

Схема длительного стационарного опыта:

1. Отвальная обработка на глубину 20-22 см (рекомендованная обработка согласно зональным рекомендациям о ведении агропромышленного производства). Стандарт; 2. Отвальная обработка на глубину 20-22 см, почвоуглубление 40-45 см; 3. Трехъярусная обработка на глубину 45 см серийным плугом ПТН-40 на глубину 40 см; 4. Обработка роторным агро-мелиоративным орудием ФС-1,3 на глубину 45 см.

После агро-мелиорации опытный обрабатывался согласно зональной агротехнике с отвальной обработкой почвы.

Гомеостаз антропогенной биогеоценотической ландшафтной системы следует формировать согласно современной парадигме природопользования исходя из соображений обеспечения регионально обусловленного длительного биологического продукционного максимума. Это позволит корректно выбрать приоритет инновации в аграрную технологию.

Картина структурной организации почвенного профиля мелиорированной почвы имеет место после обработки роторным фрезерным орудием. Почва становится гомогенной и состоит из мелких однородных по размеру агрегатов на всю глубину обработки. Равномерное крошение и перемешивание почвы в обрабатываемом слое прослеживается не только визуально, но и по рентгеновским снимкам.

Отмечены морфологические отличия почв по вариантам опыта. Они следуют за изменениями, которые вызывает в почве ее обработка. При отвальной обработке сохраняется выраженное элювиально-иллювиальное устройство профиля почвы.

При отвальной обработке на глубину 20-22 см с почвоуглублением 40-45 см отчетливо дифференцируется регулярное нано-латеральное устройство почвенного континуума, которое следует за проходами почвоуглубителя, но в целом морфологические призна-

ки, как и в варианте стандарта, мало отличаются от природных характеристик.

При трехъярусной обработке важной особенностью устройства почвенного профиля является его турбированность, причем размер агропедов почвы интенсивно варьирует в диапазоне 10-100 мм. В основном представлены педы солонцового горизонта, большое количество которых расположено в верхнем слое почвы 0-20 см, что свидетельствует о неблагоприятном устройстве искусственного почвенного профиля.

После обработки ПТН-40 происходит неполное разрушение солонцового горизонта почвы. Он разделяется на крупные блоки, между которыми просыпается гумусовый горизонт. Влага атмосферных осадков проникает только в верхний горизонт почвы, или ограниченно поступает вглубь почвы по зонам просыпания гумусового слоя. Даже через 30 лет после обработки почвы орудием ПТН-40 большая часть агрегатов солонцового горизонта сохраняются в неизменном виде и остаются недоступными корневой системе культурных растений.

Наилучшие показатели крошения и перемешивания солонцового и подсолонцового горизонтов почвы были получены в варианте обработки роторным агромелиоративным орудием ФС-1,3 на глубину 45 см. После мелиоративной обработки орудием с активным рабочим органом структура почвы становится не только более рыхлой. Структурные отдельности при этом получают на порядок мельче, чем после обработки ПТН-40. Плотность почвы как непосредственно после мелиорации, так в условиях длительного изменения биогеосистемы после мелиоративной обработки была наименьшей в варианте обработки ФС-1,3.

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

Определение механического сопротивления почвы усилию вдавливания в нее с поверхности стандартного объекта вели пенетрометром. Это механический прибор с коническим наконечником диаметром 2,5 см, конструктивным стержнем диаметром 2 см, на одном конце которого установлен конический наконечник, а на другом кон-

це выполнен динамометр, воспринимающий осевое усилие, передаваемое на стержень от конического наконечника при его вдавливании в почву. Шкала оцифрована в единицах давления КПа для двух вариантов диаметра наконечника.

Данные о сопротивлении каштановой почвы механическому проникновению в нее показывают, что длительное изменение ее свойств после мелиорации отличается отсутствием положительных изменений при зональной агротехнике, угасанием мелиоративного эффекта почвоуглубления на 40-45 см, трехъярусной вспашки орудием ПТН-40 и устойчивым сохранением положительных изменений, которые произошли в почве 30 лет назад после ее однократной обработки орудием ФС-1,3 (табл. 1).

Таблица 1

**Пенетрационная способность каштановой почвы
под культурой озимой пшеницы
в длительном стационарном опыте, 2006 г. (КПа)**

Слой почвы	Вариант			
	1	2	3	4
0-15	400	430	380	360
15-20	exceed	600	450	340
20-30	exceed	exceed	exceed	380
30-40	exceed	exceed	exceed	370

Примечание: exceed – максимум допустимого усилия на вдавливание пенетрометра в почву, более 600.

Высокая степень крошения почвы орудием с активными рабочими органами, малый размер структурных отдельностей почвы обеспечивают проникновение влаги в почву. Поступление влаги к корневой системе происходит от большого числа мелких агрегатов почвы, ризосфера получает большую поверхность контакта с влажной почвой, идет с меньшим расходом энергии растением, растение расходует меньше энергии и пластических веществ на развитие ризосферы в почвенном континууме и получение влаги из почвы. Все это существенно сказывается на варьировании доступного запаса влаги, который, как установлено, во все время действия стационара был наибольшим в варианте ФС-1,3, но особенно на режиме расходования этого запаса, что сказывается на урожайности культуры.

Особенно наглядно рассмотренные закономерности интегрируются по данным об урожайности культур, полученным после дли-

тельного изменения биogeосистемы в результате агроmелиоративного воздействия (табл. 2). Учет урожая выполнен методом рендомизации с визуальной оценкой корректности выбора учетных площадок по признаку репрезентативности компонентов комплексности почвенного покрова.

Таблица 2

**Биологическая урожайность культур
в длительном стационарном опыте, ц/га**

Показатель	Вариант			
	1	2	3	4
1978 г.				
Урожайность озимой пшеницы	26,3	28,0	32,0	35,0
Прибавка урожайности озимой пшеницы к стандарту	0	1,7	5,7	8,3
НСР _{0,05}	2,5			
2006 г.				
Урожайность озимой пшеницы	41,4	49,3	51,2	65,8
Прибавка урожайности озимой пшеницы к стандарту	0	7,9	9,8	24,4
НСР _{0,05}	5,9			
2007 г.				
Урожайность ярового ячменя	2,4	3,8	3,2	9,1
Прибавка урожайности ярового ячменя к стандарту	0	1,4	0,8	9,1
НСР _{0,05} , ц/га	1,9			

Данные 1978 г. характеризуют первый год действия мелиорации, когда новая агроэкосистема еще не сформировалась. Тем не менее, уже в этот год имела место значительная прибавка урожайности, обусловленная ротационной обработкой солонцового и иллювиального горизонтов почвы. Длительное действие ротационной агроmелиорации дает еще более значимые преимущества. На 30-й год прибавка урожайности озимой пшеницы к стандарту составила 59 % в благоприятном 2005-2006 с.-х. году. В чрезвычайно неблагоприятном 2006-2007 году урожайность ярового ячменя была низкой по всем вариантам опыта, однако отметим, что если в вариантах зональной агротехники и традиционной мелиорации культура практически не сформировала колос, то в варианте обработки орудием ФС-1,3 органогенез растений ячменя протекал в условиях меньшего угнетения.

Рассмотренный вариант конструкции агроландшафта позволяет корректно и превентивно управлять СПП в рамках точной агротехно-

логии (precise technology), учитывать гомеостаз солонцевой агропочвы, формирующейся при агромелиорации.

Срок положительного действия обработки солонцевых почв составляет более 30 лет, что недостижимо для почвенно-мелиоративных орудий с пассивными рабочими органами типа ПТН-40 и им подобным. Современные данные подтверждают положительную оценку ротационного способа агромелиорации солонцов, которая была выработана на основании данных независимых ведомственных испытаний орудия ФС-1,3. Орудие в наибольшей степени решает задачу создания однородного в пространстве почвенного покрова, ослабляет пространственную природную и антропогенную дифференциацию биогеоценотической системы.

Результаты исследований с точки зрения экономических представлений позволяют предложить разработанный почти 40 лет назад инновационный проект к широкому внедрению. Имевшиеся на этапе разработки орудий опасения по поводу их одинакового механизма действия с трехъярусной вспашкой не подтвердились. В действительности установлено, что только роторная обработка в состоянии обеспечить реализацию теоретической схемы агромелиорации солонцов, причем длительное время.

Последнее обстоятельство является решающим в преодолении коллизии высокой стоимости почвенно-мелиоративных ротационных фрезерных плугов ПМС-70, ПМС-100, ФС-1,3, и небольших затрат на стандартную почвенно-мелиоративную агротехнику ПТН-40, которая рекомендуется к использованию в производстве системами ведения сельского хозяйства до настоящего времени [3]. Коллизия преодолевается очень легко, если учесть длительность срока действия первого и второго агромелиоративного вариантов. В ценах 2006 г. амортизация почвенно-мелиоративных ротационных фрезерных плугов ПМС-70, ПМС-100, ФС-1,3, согласно полученным данным о длительности почвенно-мелиоративного эффекта, составляет $7000/30=233,3$ руб./га, тогда как при стандартной почвенно-мелиоративной агротехнике ПТН-40, как согласно действующим рекомендациям, так и в соответствии с полученными данными, срок почвенно-мелиоративного эффекта значительно короче, не более 10 лет, и амортизация составляет $3000/10=300$ руб./га.

На базе российского патента международного уровня выполнено новое техническое решение роторно-фрезерного почвенно-мелиоративного орудия, которое позволит обеспечить внесение в почву любых веществ в процессе ее роторно-фрезерной обработки, причем с рассредоточением и тщательным перемешиванием вещества с почвой в обрабатываемом слое 20-50 см (рис. 2, 3).

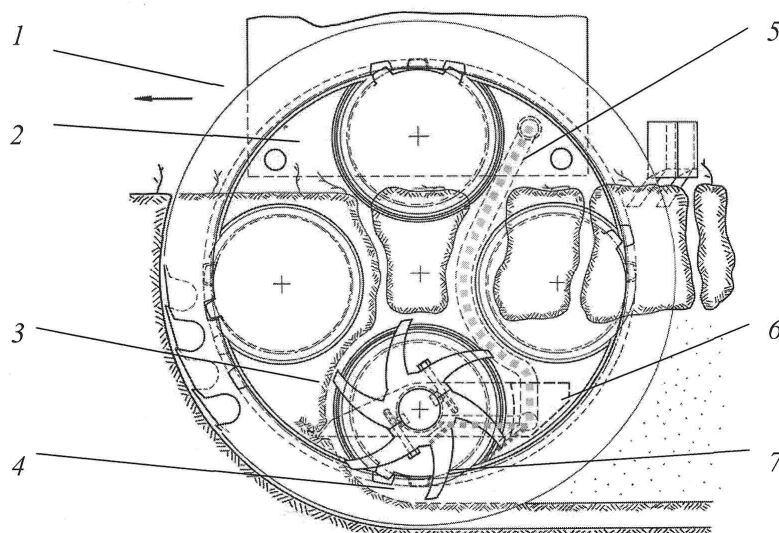


Рис. 2. Устройство для внесения вещества при ротационном внутрипочвенном рыхлении, вид сбоку

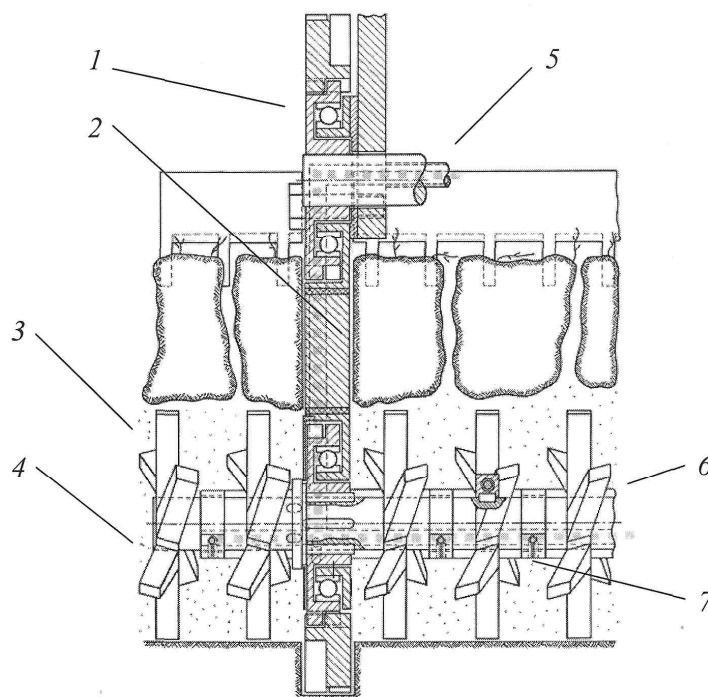


Рис. 3. Устройство для внесения вещества при ротационном внутрипочвенном рыхлении, вид спереди

Ротационные щелерезы 1, установленные каждый на отдельном диске 2, производят нарезку водопоглощающих щелей. Внутрипочвенный фрезерователь 3, оборудованный почвенными фрезами 4, производит внутрипочвенное ротационное рыхление и перемешивание. В диске щелереза 2 выполнен канал 5, в который подается жидкое пастообразное вещество, предназначенное для внесения в почву. Из канала 5 вещество поступает в рампу 6, а оттуда через каналы 7 в почву, где перемешивается с нею фрезами 3.

Для случая мелиорации солонцовых почв технологический процесс обеспечивает перемешивание солонцового и подсолонцового горизонтов почвы, вовлечение в мелиорацию карбонатов почвы.

Для случая старопахотных черноземов, слитых почв и других объектов, природа которых проявляется в генетически и агротехнически значимом резком различии свойств слоев или горизонтов почвы на глубине 20-30 см, предлагаемое устройство является агентом реорганизации почвенного профиля, углубления корнеобитаемого слоя почвы, создания предпосылок адаптации агротехники к свойствам агроландшафтной системы.

Применение предлагаемого устройства дает агроландшафтной системе адаптационные возможности совершенно нового уровня.

ЛИТЕРАТУРА

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

2. Протокол ведомственных испытаний фрезы солонцовой ФС-1,3 / М-во сельского хозяйства РСФСР, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т механизации и электрификации сельского хозяйства, Донской зональный науч.-исслед. ин-т сельского хозяйства, Донской с.-х. ин-т. – зерноград, 1977. – 14 с.

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИННОГО ПРЕПАРАТА ГРЕНЧ С ПОНИЖЕННОЙ НОРМОЙ ВНЕСЕНИЯ¹

Т.В. Акулова, В.П. Калиниченко, В.Н. Филоненко
ФГОУ ВПО «ДонГАУ»

В 2005-2006 гг. на полях Ростовского ГСУ в посевах ярового ячменя мы провели опыты по сравнительной оценке гербицидов Гренч и баковой смеси Гренч + Диамакс и Гренч + Диамакс + Корректор в посевах ячменя при сильной засоренности корнеотпрысковыми сорняками. Учитывали влияние гербицидов на видовой состав растений и урожайность ячменя.

Результаты исследований показывают, что через 30 дней после обработки посевов гербицидами гибель сорняков составила 68,3-86,8 % (табл. 1).

Таблица 1

Влияние гербицидной обработки на засоренность посевов ячменя, экз/м² (2005-2006 гг.)

Вариант	До обработки		Через 30 дней		Биологическая эффективность, %	
	всего	в т.ч. много-летние	всего	в т.ч. много-летние	всего	в т.ч. много-летние
Гренч	85	31	27	16	68,3	48,4
Гренч+Диамакс	80	36	15	7	81,3	80,6
Гренч + Диамакс + Корректор	83	23	11	5	86,8	78,3
Контроль	86	21	74	22	-	-
НСР _{0,5}	12,2	6,6	4,6	3,5	-	-

Следует отметить, что обе баковые смеси гербицидов показали более высокую эффективность в подавлении сорняков, чем Гренч при его самостоятельном применении. При этом смеси по эффективности значительно не различались.

Так, если при самостоятельном применении в полной норме Гренч подавлял все сорняки на 68,3 %, а многолетние всего на 48,4 %, то смеси с его участием обеспечили, соответственно, 81,3-86,8 % эф-

¹ – Издается в авторской редакции.

фективности против всех и 78,3-80,6 % против многолетних сорняков. При этом по подавлению всех сорняков, незначительное преимущество показала тройная смесь, а по подавлению многолетних – двойная смесь гербицидов. Данные по численности коррелируют с накоплением зеленой и воздушно-сухой массы сорняков.

Накопление зеленой массы сорняков в вариантах с гербицидами сократилось на 63,4-82,4 % по сравнению с контролем, а воздушно-сухой – на 65,0-83,8 %. Причем большую эффективность также показали баковые смеси.

Снижение засоренности посевов положительно сказалось на развитии растений ячменя.

По результатам опыта выявлено, что наибольшие показатели развития ярового ячменя наблюдались в варианте Гренч + Диамакс + Корректор (табл. 2).

Таблица 2

Влияние внесения гербицидов на показатели развития ярового ячменя (2005-2006 гг.)

Вариант	Продуктивная кустистость, шт.	Масса растений, г/м ²		Высота, см	Площадь листьев, тыс. м ² /га
		сырая	воздушно-сухая		
Гренч	1,12	104,3	59,4	43,1	29,9
Гренч+Диамакс	1,06	100,8	58,8	43,9	32,2
Гренч+Диамакс+Корректор	1,15	109,9	64,1	45,8	32,8
Контроль	1,05	92,7	51,5	38,7	31,7

Из приведенной табл. 2 видно, что наиболее эффективной оказалась гербицидная смесь Гренч + Диамакс + Корректор. Продуктивная кустистость на этом варианте составляет 1,15 шт., т.е. почти на 10 % больше, чем на контроле.

Масса 1000 зерен в этом варианте не сильно отличалась от массы 1000 зерен в варианте с гербицидной смесью Гренч + Диамакс, но урожайность ярового ячменя была выше в варианте Гренч + Диамакс + Корректор.

Лучше растения развивались в вариантах с внесением гербицидов: имели большую высоту и массу, были более облиственны, у них была выше продуктивная кустистость и масса 1000 зерен. Все это положительно сказалось на урожайности ячменя: прибавка от применения гербицидов составила 0,21-0,66 т/га.

Данные опыта позволяют рекомендовать на яровом ячмене полную норму «тяжелого» Гренча, остатки которого будут подавлять двудольных и на второй пшенице, а на второй пшенице, идущей под подсолнечник – смеси Гренча с «легкими» Диамаксом и Корректором, из которых и эффективнее и дешевле тройная смесь.

По ценам препаратов, регулярно приводимым газетой «Защита растений» полная гектарная норма Гренча стоит 82 руб., двойная смесь Гренча с Диамаксом при испытанных нормах – 160 руб., а тройная – с Корректором – 132 руб. Это при наибольшей эффективности против сорняков и наибольшем урожае [1].

Таким образом, на посевах ячменя, в сильной степени засоренных корнеотпрысковыми сорняками, с целью повышения эффективности и, снижения стоимости обработки и негативных последствий мы рекомендуем использовать баковые смеси гербицидов разных классов [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородавченко, А.А. Как снизить гербицидную нагрузку на ячмень / А.А. Бородавченко, Л.А. Дорожкина // Защита и карантин растений. – 2006. – № 6. – С. 19.

2. Акулова, Т.В. Результаты полевых испытаний двухкомпонентного гербицида Диамакс и клопиралидсодержащего гербицида Агрон / Т.В. Акулова: материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационный путь развития АПК – магистральное направление научных исследований для сельского хозяйства». – Том II. – Персиановка, 2007. – С. 149.

УДК 631.6.02:631.458

ПРИЕМЫ БОРЬБЫ С ИРРИГАЦИОННОЙ ЭРОЗИЕЙ НА СКЛОНАХ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Л.А. Митяева

ФГНУ «РосНИИПМ»

Борьба с ирригационной эрозией на склонах деградированных земель имеет свои особенности в зависимости от способа полива. Ирригационная эрозия возникает от несоответствия между техникой и способом полива – с одной стороны, и наличием уклонов – с другой. Дож-

девание предполагает проведение мероприятий по снижению эрозии, возникающей в результате разбрызгивания почвенных частиц дождевыми каплями. Скорость образования эрозионного стока зависит от массы капель, скорости их падения, интенсивности и времени дождения. При поверхностных способах поливов на развитие процессов ирригационной эрозии существенное воздействие оказывают нормы полива и скорости движения воды в бороздах и полосах [1, с. 301].

Показателем для применения противоэрозионных мелиораций является интенсивность и вид эрозионных процессов. На слабоэродируемых территориях противоэрозионные мероприятия, как правило, входят в комплекс агротехнических мелиораций. На средне- и сильноэродируемых территориях применяются специальные противоэрозионные мелиорации как самостоятельно, так и на фоне других видов мелиораций: оросительных, культуртехнических и др.

Механизм действия любого противоэрозионного мероприятия заключается либо в уменьшении скорости движения воды по склону, либо в увеличении размывающей скорости потока. Первое достигается путем сокращения расхода поверхностного стока, увеличения шероховатости поверхности, уменьшения микрорасчлененности склона, длины линий стока воды и уклона на отдельных участках склона. Второе – путем повышения водопрочности структуры почвы, защиты ее от разрушения каплями дождя и увеличения межагрегатного сцепления, главным образом, за счет связывающего действия корней растений [1, с. 211].

Проанализируем основные противоэрозионные приемы, направленные на защиту почв от ирригационной эрозии на склонах деградированных земель. Как известно, основными причинами усиления деградационных процессов в условиях пересеченного рельефа являются формирование стока, смыв и размыв верхнего плодородного слоя.

Агротехнические приемы, направленные на защиту почв от ирригационной эрозии, условно можно разделить на две группы: общие и специальные. К общим почвозащитным приемам относятся: вспашка, культивация, посев сельскохозяйственных культур поперек склона, выбор необходимой глубины обработки почвы. Специальные агротехнические приемы по своему назначению делятся на несколько групп: 1) приемы, направленные на создание противоэрозионного микрорельефа на поверхности пашни (лункование, бороздование, об-

валование, создание микролиманов и др.); 2) приемы, повышающие водопроницаемость почв (щелевание, почвоуглубление, обработка чизелем, глубокое полосное рыхление) [1, с. 212].

К группе приемов, повышающих водовместимость и водопроницаемость корнеобитаемого слоя почвы, относятся мероприятия, направленные на увеличение водовместимости пахотного слоя и инфильтрационной способности наиболее плотного слоя в корнеобитаемой толще почвы. Водовместимость пахотного слоя повышается на орошаемых землях в результате улучшения водопрочности структуры, снижения плотности и увеличения мощности пахотного слоя. Такие мероприятия, как предварительное увлажнение малыми нормами полива, повышение комковатости, мульчирование поверхности почвы и применение малоинтенсивного мелкокапельного дождевания, улучшают почвенную структуру и повышают допустимые нормы полива.

Замена обычной вспашки глубокой и поверхностной обработкой в сочетании с щелеванием или только щелевание почвы так же способствует увеличению водовместимости пахотного слоя и инфильтрационной способности нижележащих слоев почвы. Например, зяблевую вспашку рекомендуют проводить на глубину 28-30 см [2, с. 18-19]. Такое рыхление повышает водовместимость пахотного слоя и допустимую норму полива примерно в 1,4 раза по сравнению с обычной вспашкой. Щелевание может повысить водовместимость почвы на 30-35 мм. Эти мероприятия увеличивают продолжительность бесстокового полива, способствуют более равномерному распределению воды по поверхности поля и увеличению глубины промачивания. При поверхностном поливе рекомендуется нарезать борозды-щели БЩН-ЗУ (конструкция ЮжНИИГиМ). Этот прием увеличивает впитывание воды почвой в 2,5 раза и повышает подачу струи в борозду в 2 раза, не вызывая усиления эрозионных процессов. Для полной реализации эффективности этих мероприятий на орошаемых землях необходимо не допускать образования почвенной корки. Водозадерживающая способность щелевания определяется расстоянием между щелями и коэффициентом фильтрации.

Одним из перспективных методов защиты почв от ирригационной эрозии при дождевании может служить применение мульчирования поверхности почвы соломой. Противозерозионный эффект муль-

чирования заключается в защите почвенной структуры от разрушительного действия дождевых капель и повышения шероховатости поверхности почвы, а также в понижении мутности воды, впитывающейся в почву [3, с. 85].

Чтобы защитить почвы от разрушения, ряд авторов (Б.Б. Шумakov, А.Н. Каштанов, Ю.П. Поляков, Е.В. Полуэктоv) рекомендуют правильно определить состав возделываемых культур, их чередование и агротехнические приемы. При почвозащитных севооборотах исключают пропашные культуры, так как они слабо защищают почву от смыва, и увеличивают посеvы многолетних трав. На склонах крутизной до 3-5° со слабо- и среднесмытыми почвами, где появляется опасность проявления эрозии, предпочтение в севооборотах отдают травам и однолетним культурам сплошного сева. На склонах крутизной 6-12°, в основном со средне- и сильносмытыми почвами, эффективно полосное размещение пропашных культур и многолетних трав.

К группе мер для задержания стока относятся мероприятия, направленные на изменения микрорельефа орошаемого поля, предназначенного для временной аккумуляции воды и увеличения длительности впитывания. Среди мероприятий, предназначенных для создания на поверхности почвы дополнительных емкостей, наиболее эффективно прерывистое бороздование. Проведение его на пропашных культурах в районах распространения обыкновенных черноземов задерживает воду и позволяет впитываться слою воды до 40 мм [4, с. 52]. Положительный эффект прерывистого бороздования на орошаемых землях повышается при поперечном севе в сочетании с щелеванием и глубокой культивацией (до 15 см). Объем стока, задерживаемого с помощью этого приема, тесно связан с крутизной склонов и глубиной борозд. Как отмечает Н.С. Левчу и Н.Н. Нагорный, максимальный уклон, при котором эффективно прерывистое бороздование, 6°.

В качестве мер, предотвращающих эрозию при поверхностном поливе, рекомендуется применение химических препаратов – структурообразователей.

Среди многочисленных полимерных препаратов одними из наиболее эффективных в условиях полива по бороздам оказались препараты серии «К». Установлен противоэрозионный эффект одного из наиболее приемлемых структуров К-4 при различных поливных

струях в полевых условиях (по исследованиям ФГНУ «РосНИИПМ»). Сцепление почвенных агрегатов при обработке различными дозами полимера К-4 возрастало от 1,5 до 2,5 раза.

Общий недостаток агротехнических противоэрозионных приемов – существенные затраты на осуществление и их сезонная эффективность.

В комплексе мер, направленных на борьбу с ирригационной эрозией почв, важное место принадлежит агролесомелиорации из-за дешевизны и экологической безвредности. Данные об эффективности прибалочных и приовражных искусственных противоэрозионных насаждений в России получены благодаря работам Воронежской опытной станции на Шиповском и Моховском опорных пунктах. Согласно этим исследованиям, водопоглотительные приовражные и прибалочные лесополосы необходимо насыщать породами с глубококорневой системой.

Как отмечает А.Г. Рожков, стокорегулирующие лесополосы, совмещенные с простейшими гидротехническими сооружениями, валами и валами-канавами, могут в среднем задержать на черноземах до 30-35 мм.

Основной недостаток лесомелиоративных противоэрозионных мероприятий, несмотря на высокую эффективность, – длительный период времени, затрачиваемый на их создание.

Сущность организационно-хозяйственных противоэрозионных мероприятий заключается в правильном расположении сельскохозяйственных угодий и оптимальном их соотношении, применении системы ведения хозяйства, направленной на предотвращение эрозии и загрязнения. Они позволяют эффективно перераспределять сток. В этом аспекте раскрыты работы Б.Б. Шумакова, Л.В. Кирейчевой, Ю.П. Полякова, В.М. Ивонина, В.Н. Щедрина и др. [1, с. 248].

В рекомендациях ведущих ученых-мелиораторов [1, с. 253] говорится о необходимости выделения прежде всего агротехнически однородных участков, основой для выделения которых служат картограмма крутизны и почвенный план. Поля севооборотов распределяются с таким расчетом, чтобы использовать в них наиболее приемлемые культуры, правильно разместить дороги, лесные полосы, выявить рытвины и промоины.

Исследованиям эффективных противоэрозионных эксплуатационных мероприятий посвящены крупные научные работы Б.А. Шумакова, Ц.Е. Мирцхулавы, Д.А. Штокалова, Н.С. Ерхова, Е.В. Полуэктова, В.И. Ольгаренко и др. По В.Н. Дегтяренко, впитывающая способность почв является одним из существенных факторов, влияющих на формирование эрозионного стока. В соответствии с впитывающей способностью производится подбор дождевальной техники с учетом средней интенсивности дождя. Ю.П. Поляков [5, с. 21] считает, что диаметр капель искусственного дождя является решающим фактором, влияющим на скорость впитывания, а значит и на величину стока. В его исследованиях стока не наблюдалось при выданной поливной норме 1500 м³/га.

Исключить проявления ирригационной эрозии можно при назначении оптимальной длины поливной борозды. По данным Б.А. Шумакова и Д.А. Штокалова [6, с. 89], оптимальная длина зависит от водно-физических свойств почвы, которые определяют скорость впитывания воды, а также рельеф местности на орошаемой территории. По мнению А.Д. Савченко, перспективен в борьбе с эрозией полив по бороздам дискретной струей, когда путем предварительного увлажнения малыми расходами воды повышается противоэрозионная стойкость почв длинных борозд перед основным поливом. При этом допускаемый расход воды повышается в 1,2-1,7 раза. На 25-30 % снижается смыв почвы при поливе по зигзагообразным бороздам.

Таким образом, следует отметить, что эксплуатационные факторы являются управляемыми и поэтому достаточно эффективными в борьбе с ирригационной эрозией.

Отечественные и зарубежные исследователи отмечают, что предупредительные эксплуатационные мероприятия, агротехника и облесение в борьбе с эрозией в отдельных случаях могут быть недостаточно эффективны и действенны. Это весьма актуально в орошаемом земледелии, особенно когда дальнейшую деградацию территории необходимо прекратить в кратчайший период. В этом случае используется комплекс согласованных с ними противоэрозионных гидротехнических сооружений (ПГТС). ПГТС применяют в тех случаях, когда агротехнических и агролесомелиоративных мероприятий недостаточно. Чаще всего это – на крутых склонах и на сильно заовраженных землях. Их отличают высокая эффективность и сравнительно высокая стои-

мость. Поэтому гидротехнические мероприятия выступают в качестве завершающего звена в комплексе противоэрозионных мероприятий. Ю.П. Поляков, Н.К. Отверченко указывают, что противоэрозионные гидротехнические сооружения значительно предотвращают смыв почвы при ирригационной эрозии. В качестве основных ПГТС применяются валы с широким основанием (валы-террасы), водозадерживающие и водонаправляющие валы, валы-канавы и др. [1, с. 237].

Анализ данных многочисленных литературных источников показал, что противоэрозионная эффективность мероприятий в различных рельефных, почвенных условиях различна и зависит от уклона полей, свойств почв и растительности, технологии обработки, а также от характеристик применяемых дождевальных машин. Экспериментальная проверка эффективности указанных приемов при всех сочетаниях условий трудоемка и практически невозможна. Поэтому выбор противоэрозионного мероприятия часто проводится по данным исследований в аналогичных условиях или по усредненным данным, приведенным в сводках об эффективности противоэрозионных приемов. Такой подход нередко приводит к ошибочному выбору противоэрозионных мероприятий. Следовательно, для строгого обоснования выбора того или иного приема, а также их комплекса необходимо количественно оценить их эффективность в каждом конкретном условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, М.С. Эрозия и охрана почв / М.С. Кузнецов, Г.П. Глазунов: учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 335 с.
2. Фесенко, А.Ф. Система обработки почв на орошаемых землях / А.Ф. Фесенко // Земледелие. – 1982. – № 8. – С. 18-19.
3. Кузнецов, М.С. Ирригационная эрозия почв и ее предупреждение при поливах дождеванием / М.С. Кузнецов, В.Я. Григорьев, К.Ю. Хан. – М.: Наука, 1990. – 120 с.
4. Остапов, В.И. Эффективность системы противоэрозионных мероприятий на склоновых землях в условиях орошения / В.И. Остапов, А.Ф. Фесенко // Защита почв от эрозии. – 1981. – С. 50-56.
5. Поляков, Ю.П. Ирригационная эрозия почв и борьба с ней в Ростовской области / Ю.П. Поляков, Н.Н. Ильинский, А.Д. Савченко и др. – Новочеркасск, 1976. – 32 с.

6. Шумаков, Б.А. Полив по бороздам-щелям / Б.А. Шумаков, Д.А. Штокалов: сб. науч. тр. ЮЖНИИГиМ. – Новочеркасск, 1956. – Вып. 4.

УДК: 631.347:631.459

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ ЭРОЗИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

М.А. Щедрин

ФГНУ «РосНИИПМ»

В основу предлагаемого способа заложена методика выбора идеальной машины, разработанная в ФГНУ «РосНИИПМ».

Обобщенный показатель противозэрозийной безопасности дождевальных машин (ДМ) определяется как сумма относительных удельных показателей рассматриваемой ДМ, с учетом развития процессов эрозии и выноса гумуса на орошаемой площади:

$$K_{ЭБ} = \sum K_{отн} + (K / K_{ЭБэр.}) + (K / K_{ЭБг.}),$$

где K – коэффициент, отражающий процент орошаемой площади участка;

$K_{ЭБэр.}$ – коэффициент эрозионной безопасности, отражающий процент площади, подверженной ирригационной эрозии к общей орошаемой площади;

$K_{ЭБг.}$ – коэффициент экологической безопасности, отражающий процент площади, подверженной выносу гумуса, вследствие ведения орошения к общей орошаемой площади.

При соотношениях $K / K_{ЭБэр.}$ и $K / K_{ЭБг.}$ равных единице, процессы эрозии и дегумификации не наблюдаются. Чем выше абсолютное значение $K_{ЭБ}$, тем хуже ДМ по исследуемым параметрам.

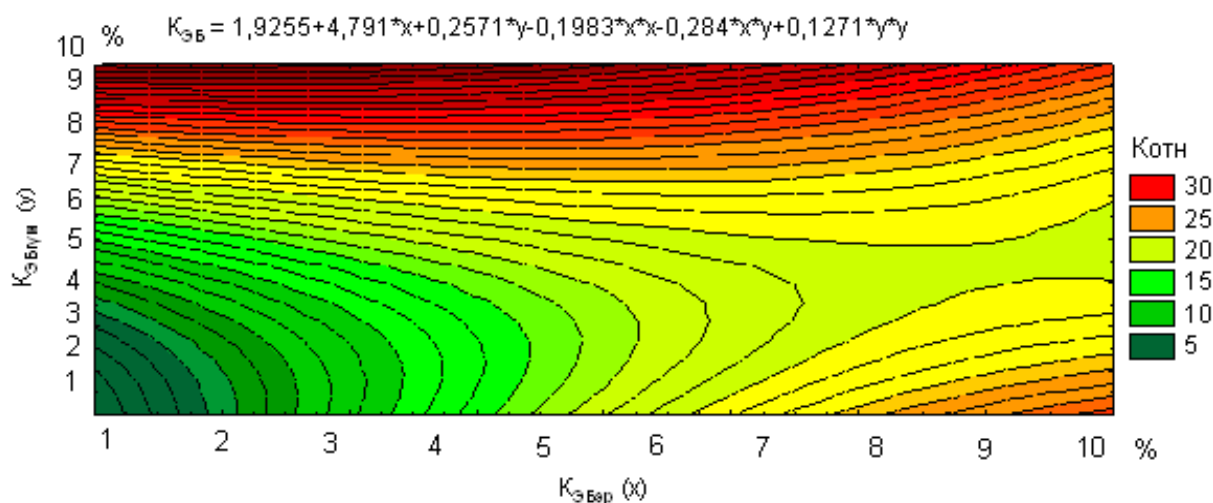
Анализ значений показателей дождевальных машин (таблица 1) по исследуемым параметрам показывает, что эрозионно безопасная дождевальная машина (ЭБДМ) имеет обобщенный показатель, равный 6, что соответствует ДМ, обладающей наилучшими показателями, присущими рассматриваемому ряду машин. Математическая обработка экспериментальных данных позволила построить поверхности регрессии и соответствующие математические модели, отражающие зависимость показателя эрозионной безопасности ДМ от от-

носительных удельных значений показателей и масштабов развития деградационных процессов (рис. 1-3).

Таблица 1

**Относительные удельные значения показателей ДМ
(по данным ФГНУ «РосНИИПМ»)**

Марка ДМ	Показатели						$\Sigma K_{отн}$
	Относ. коэф. расхода ДМ, $K_{Qотн}$	Относ. коэф. расхода, управл. 1 чел., $K_{qотн}$	Относ. коэф. произв. 1 маш. $K_{Потн}$	Относ. коэф. сред. интенс. дождя, $K_{iотн}$	Относ. коэф. сред. невзв. диам. кап. $K_{dсротн}$	Относ. КЗИ $K_{КЗИотн}$	
«Фрегат» Б434	1,82	1,79	1,79	1,65	1,33	1,0	9,38
«Днепр»	1,5	3,03	1,47	1,76	1,58	1,0	10,34
«Кубань»	1,0	1,0	1,0	6,4	1,0	1,0	11,4
«Волжанка»	2,86	4,0	2,78	1,59	2,33	1,0	14,56
ДДН-70	2,78	1,85	2,7	2,35	2,5	0,98	13,16
ДА-100 ВХ	1,5	12,5	1,5	14,1	1,0	0,98	31,58
Кубань ЛК-1	2,0	2,0	2,56	1,76	1,0	1,0	10,32
ЭБДМ	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	6,0



**Рис. 1. Поверхность регрессии $K_{ЭБ} = f(K_{ЭБгум}, K_{ЭБэр})$
при эрозионных процессах на площади 10 %**

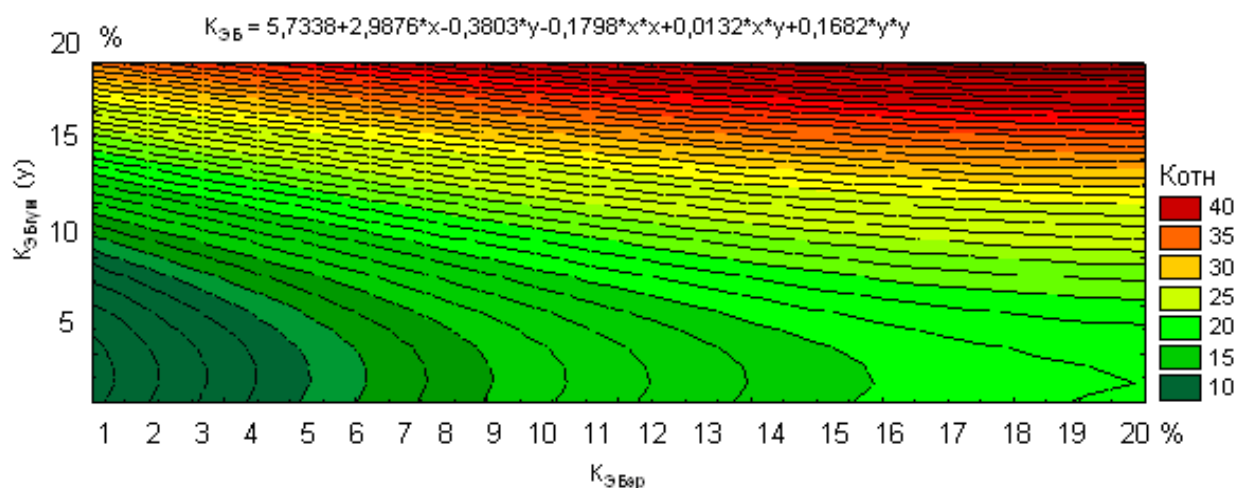


Рис. 2. Поверхность регрессии $K_{ЭБ} = f(K_{ЭБгум.}, K_{ЭБэр.})$ при эрозионных процессах на площади 20 %

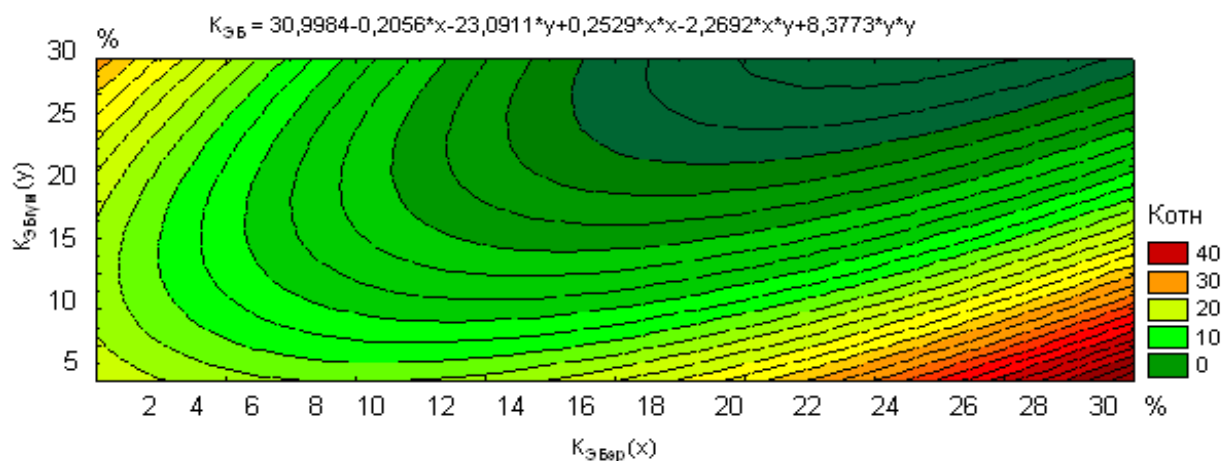


Рис. 3. Поверхность регрессии $K_{ЭБ} = f(K_{ЭБгум.}, K_{ЭБэр.})$ при эрозионных процессах на площади 30 %

Увеличение площади развития эрозионных процессов свыше 30 % приводит к снижению урожайности и рентабельности орошаемого земледелия.

Проведенная оценка по разработанной методике убедительно показывает, что развитие эрозионных процессов на орошаемых полях Багаевско-Садковской ОС обусловлено использованием при поливе устаревшей поливной техники, которая разрушительно воздействует на орошаемые почвы и вызывает деградационные процессы, несмотря на достаточно приемлемые технологические показатели.

С учетом анализа состояния орошаемых земель и парка дождевальной техники была разработана методика комплексной оценки экологической безопасности поливных машин и шкала оценки. Уста-

новлено, что экологически безопасная ДМ должна соответствовать следующим показателям: $Q_{\text{ЭБДМ}}$ не более 180 л/с; $q_{\text{ЭБДМ}} - 720$ л/с; $m = 300$ м³/га – 2,1 га/ч; $i_{\text{ЭБДМ}} - 0,17$ мм/мин; $d_{\text{срЭБДМ}} - 0,6$ мм и КЗИ – 0,97.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормативно-методическое обеспечение системы государственного контроля и надзора в мелиорации: монография / сост. В.Н. Щедрин, Г.Г. Гулюк, В.Я. Бочкарев, Г.Т. Балакай: ФГНУ «РосНИИПМ». – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2003. – 437 с.

УДК 627.157:626.845

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОБРАЗОВАНИЯ ТВЕРДОГО СТОКА

В.В. Васильев

ФГНУ «РосНИИПМ»

Классик мелиоративной науки А.Н. Костяков [1] отмечал, что важным является вопрос по структуре и интенсивности искусственного дождя. Наиболее существенными параметрами полива являются интенсивность дождя, крупность капель и равномерность распределения по орошаемому полю.

Известно, что средняя интенсивность дождя у всех типов ДМ находится в пределах 1,0-3,0 мм/мин. В то же время дождь, создаваемый разными машинами, оказывает различное влияние на почву с точки зрения впитывания воды, разрушения почвенных агрегатов, образования луж и поверхностного стока. Например, время образования поверхностного стока почвы уменьшалось с увеличением высоты падения или интенсивности дождя.

Установлено, что сток воды увеличивается с возрастанием прочности поверхности почвы, диаметра капель, кинетической энергии, поверхностного натяжения.

Нами были проведены лабораторные и полевые исследования темно-каштановых почв среднесуглинистого механического состава (2004-2006 гг.). Были осуществлены эксперименты по определению величин поверхностного стока и смыва почв в зависимости от уклона орошаемого участка, интенсивности дождевания, количества поливной нормы и величины кинетической энергии капель дождя.

Предыдущими исследователями [2, 3] отмечается взаимосвязь между объемом поверхностного стока и интенсивностью осадков. Возникновение и развитие величины поверхностного стока происходит в результате несоответствия интенсивности осадков и скорости водопоглощения почвы.

При использовании ДМ дождь может выпадать на данную точку поля от 1,5 мин. у ДДА-100ВХ и до 240 мин. у машины типа «Днепр» при поливной норме $m = 600 \text{ м}^3/\text{га}$. Таким образом, время воздействия на почву у ДМ значительно меньше, чем у естественных дождей. В сравнении с естественными осадками интенсивность дождя ДМ и установок гораздо выше. То же можно сказать и о слое осадков.

Результаты лабораторных и полевых исследований по определению количественных значений поверхностного стока представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты лабораторных исследований

№ варианта	i	I , мм/мин	t , мин.	Q , $\text{м}^3/\text{га}$	W , $\text{м}^3/\text{га}$	T , т/га	К	E_k
1	0,01	4,0	5	200	0	-	-	0,05
			10	400	59	0,037	0,148	
			15	600	134	0,089	0,223	
			20	800	165	0,246	0,206	
			25	1000	189	0,301	0,189	
			30	1200	270	0,472	0,246	
2	0,02		5	200	27	0,028	0,135	
			10	400	71	0,109	0,178	
			15	600	142	0,204	0,237	
			20	800	179	0,531	0,224	
			25	1000	210	0,744	0,210	
			30	1200	297	0,903	0,270	
3	0,03		5	200	31	0,030	0,155	
			10	400	85	0,239	0,213	
			15	600	150	0,420	0,250	
			20	800	193	1,233	0,241	
			25	1000	226	1,381	0,226	
			30	1200	310	1,582	0,282	
4	0,04		5	200	40	0,098	0,200	
			10	400	112	0,399	0,280	
			15	600	169	0,785	0,282	
			20	800	204	2,116	0,255	

Данные этой таблицы содержат следующие обозначения: I – интенсивность дождя, мм/мин; i – уклон; W – объем поверхностного

стока, м³/га; T – вес эродируемых твердых частиц, т/га; K – коэффициент поверхностного стока ($K = W/Q$); Q – объем поданной воды, м³/га; E_k – кинетическая энергия капель дождя ($E_k \cdot 10^{-3}$, Дж); t – время дождевания, мин.

Произведем аналитическую обработку данных с целью установить связь T от различных факторов. С этой целью построим графоаналитическую матрицу, отображающую весь возможный набор связей.

Уравнения, описывающие данные связи и коэффициенты регрессии, представлены табл. 2.

Таблица 2

Аналитическая обработка связей матрицы

Вид связи	Коэф. корреляции, r	p	Уравнение
t , мин.: I , мм/мин	0,4407	0,0590	$y = 41,8 - 15,245x$
Q , м ³ /га: I , мм/мин	0,0270	0,9125	$y = 242,76 + 8,926x$
W , м ³ /га: I , мм/мин	0,0982	0,6891	$y = 122,684 - 17,173x$
T , т/га: I , мм/мин	0,8206	0,00002	$y = 3,06 - 1,807x$
K : I , мм/мин:	0,2047	0,4005	$y = 0,445 - 0,07x$
I , мм/мин: t , мин.	0,4407	0,0590	$y = 1,49 - 0,0127x$
Q , м ³ /га: t , мин.	0,8226	0,00002	$y = 67,39 + 7,852x$
W , м ³ /га: t , мин.	0,8960	0,0000002	$y = 4,96 + 4,528x$
T , т/га: t , мин.	0,7247	0,0004	$y = -0,329 + 0,0525x$
K : t , мин.	0,6959	0,0009	$y = 0,199 + 0,007x$
I , мм/мин: Q , м ³ /га	0,0270	0,9125	$y = 1,168 + 0,00008x$
t , мин.: Q , м ³ /га	0,8226	0,00002	$y = 1,85 + 0,086x$
W , м ³ /га: Q , м ³ /га	0,9415	0,00000002	$y = -24,02 + 0,498x$
T , т/га: Q , м ³ /га	0,9102	0,0000024	$y = 0,374 + 0,0021x$
K : Q , м ³ /га	0,5812	0,0091	$y = 0,21 + 0,0006x$
I , мм/мин: W , м ³ /га	0,0982	0,6891	$y = 1,25 - 0,0006x$
t , мин.: W , м ³ /га	0,8960	0,0000002	$y = 5,55 + 0,177x$
Q , м ³ /га: W , м ³ /га	0,9415	0,0000002	$y = 71,47 + 1,78x$
T , т/га: W , м ³ /га	0,8431	0,0000241	$y = 0,159 + 0,007x$
K : W , м ³ /га	0,7926	0,00005	$y = 0,2035 + 0,00155x$
I , мм/мин: T , т/га	0,7206	0,0005	$y = 1,451 - 0,287x$
t , мин.: T , т/га	0,7247	0,0004	$y = 14,54 + 9,997x$
Q , м ³ /га: T , т/га	0,2812	0,2435	$y = 219,49 + 37,04x$
W , м ³ /га: T , т/га	0,5149	0,0241	$y = 69,44 + 35,9x$
K : T , т/га	0,7205	0,0005	$y = 0,272 + 0,098x$
I , мм/мин: K	0,2047	0,4005	$y = 1,405 - 0,598x$

Проведенный анализ показал, что на величину смыва почвенных частиц T , при заданных уклонах, больше всего воздействуют: объем поверхностного стока W ($r = 0,8431$); продолжительность дождевания t ($r = 0,7247$) и интенсивность дождевания I ($r = 0,8206$). Полученная зависимость смыва твердых частиц почвы T от коэффициента стока K_c , ($r = 0,9305$), в свою очередь, подтверждает сделанный вывод. Достаточно весома зависимость T от объема поданной на орошаемый участок воды Q , ($r = 0,9102$).

В результате математической обработки данных, представленных в табл. 1 и 2, получены прогнозные зависимости твердого стока от объема поверхностного стока и продолжительности дождевания для соответствующих вариантов уклона (табл. 3).

Таблица 3

Аналитические уравнения

Вариант	Вид аналитического уравнения
1	$T = -0,63 + 0,131t - 0,008 W - 0,0022 t^2 - 0,0001 Wt + 3,26 \cdot 10^{-5} W^2$
2	$T = -0,1 + 0,035t - 0,0025 W + 0,004t^2 - 3,2 \cdot 10^{-5} Wt$
3	$T = -1,09 + 0,38t - 0,023 W - 0,004t^2 - 0,0006 Wt + 7,5 \cdot 10^{-5} W^2$
4	$T = 1,25 + 0,0065t + 0,0006 W + 0,002t^2 - 7,4 \cdot 10^{-6} Wt$

Можно отметить, что в большей степени на объем поверхностного стока влияет продолжительность дождевания, т.к. с ростом интенсивности и снижением времени дождевания сток твердых частиц почвы увеличивается не так значительно, как в обратном случае. Это объясняется тем, что, несмотря на увеличение разрушительного действия капель дождя, поверхностный сток частиц с орошаемого участка образуется через определенное время, которое зависит от впитывающей способности почв. Разрушение крупных почвенных фракций приводит к закупорке пор и образованию стока только через определенный промежуток времени, причем интенсивность стока растет с увеличением продолжительности дождевания.

В ходе аналитической обработки отмечено, что максимальный смыв твердых частиц почвы может наблюдаться при продолжительности дождевания свыше 30 мин. и объеме поверхностного стока 78,32-234,551 м³/га. Происходит это явление вследствие образования глубинных промоин и лавинообразного увеличения эродирующей способности поверхностного стока.

Зависимость данных лабораторных опытов идентична результатам, полученным в ходе полевых исследований. Она свидетельствует о резком возрастании объема смыва твердых частиц в интервале уклонов от 0,01 до 0,02 по времени. В дальнейшем наблюдается более плавный характер изменения объема твердого стока в интервале уклонов от 0,021 до 0,04. В результате анализа приходим к выводу, что на рост твердого стока влияет уклон, продолжительность полива и интенсивность дождевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костяков, А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 622 с.
2. Поляков, Ю.П. Производство работ по защите и улучшению земельных угодий и территорий / Ю.П. Поляков. – Новочеркасск: НГМА, 2002. – 243 с.
3. Полуэктов, Е.В. Эрозия и дефляция агроландшафтов Северного Кавказа / Е.В. Полуэктов. – Новочеркасск, 2003. – 297 с.

УДК 556.164:626.845

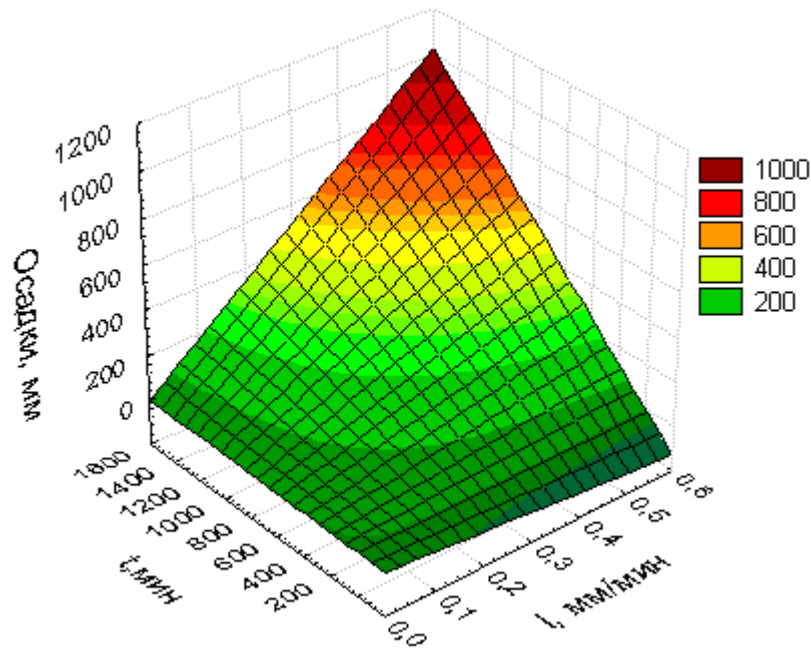
ЗАВИСИМОСТИ ОБЪЕМА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ДОЖДЕВАНИЯ И КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ КАПЕЛЬ ДОЖДЯ

В.В. Васильев, М.А. Щедрин
ФГНУ «РосНИИПМ»

Целым рядом авторов отмечается взаимосвязь между эрозией и интенсивностью осадков. Возникновение и развитие величины поверхностного стока происходит в результате несоответствия интенсивности осадков и скорости впитывания воды почвой.

Аналитический определитель критерия ливня, составленный по данным, представлен на рис. 1.

По данным наблюдений, дожди большой интенсивности не бывают большой продолжительности. Интенсивность дождя ДДА-100ВХ может составлять величину порядка 150 мм/час. Поэтому возникает существенная необходимость изучения искусственного дождя большой интенсивности во времени для конкретных условий района исследований.



$$V_{oc} = -2,94 + 12,42I + 0,0026t - 13,83I^2 - 1,31 \cdot 10^{-6} t^2 + 1,06I t$$

Рис. 1. Аналитический определитель критерия ливня, $V = f(I, t)$

По результатам наблюдений, проведенным в разных странах и при разных типах дождя [1, 2, 3], установлено, что максимальный диаметр капель дождя естественных осадков в среднем составляет 5 мм. Капли дождя ДМ бывают крупнее и достигают в некоторых случаях 7 мм в диаметре. В зависимости от величины и формы падающей капли меняется и величина конечной скорости. Иными словами, происходит баланс сил сопротивления воздуха и сил притяжения.

Исследования по определению величины конечной скорости капли проводили и зарубежные исследователи [4]. Авторы сообщали капле слабые электрические заряды. Замерялось время падения. Во время падения капли, проходя через индукционные кольца, фиксировались импульсом. Однако, как отмечают В.Н. Щедрин, Н.П. Бредихин и Ю.Ф. Снопич [5], при ветре появляется новый компонент скорости, и результирующий вектор может быть больше, чем скорость капли в безветренной атмосфере. Таким образом, ветер сильнее влияет на падающие с меньшей скоростью мелкие капли, чем на имеющие большую скорость крупные капли.

Дождь ДМ по степени эродируемости лучше характеризуется кинетической энергией, потому что для характеристик естественного

дождя достаточно диаметра капель и их конечной скорости, а для дождя ДМ еще необходимо учитывать такой фактор как угол падения капли, так как скорость падения капель будет неодинакова.

Резкий рост объема смываемых частиц происходит с момента времени, превышающего 12-минутный интервал. При увеличении E_k на $0,03 \cdot 10^{-3}$ Дж приводит к возрастанию веса смытых частиц в 2,2 раза. Изменяется и характер кривых.

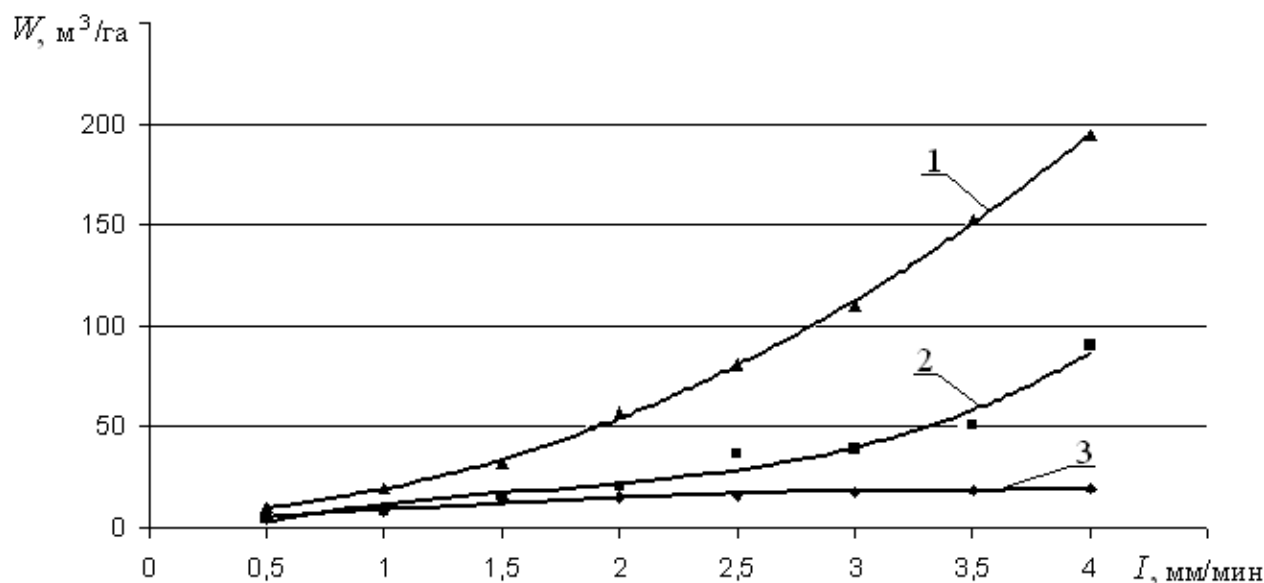
Ниже приведены аналитические уравнения, позволяющие определить влияние кинетической энергии капель дождя и продолжительности дождевания на величину твердого стока для а) $i = 0,01$; б) $i = 0,02$ и в) $i = 0,023$:

для а) $T = 0,3 - 0,003 t - 7,1 E_k + 0,001 t^2 - 19,4 E_k^2 + 0,66 t E_k$;

б) $T = 0,24 - 0,02 t - 12,86 E_k + 0,0003 t^2 + 71,21 E_k^2 + 0,884 t E_k$;

в) $T = 0,61 - 0,063 t - 22,7 E_k + 0,002 t^2 + 504,3 E_k^2 + 0,38 t E_k$.

Полученные в ходе лабораторных и полевых исследований результаты позволили построить графики зависимости объема поверхностного стока $W = f(I)$, которые представлены на рис. 2 и 3. Уравнения, описывающие соответствующие зависимости, сведены в таблицу.

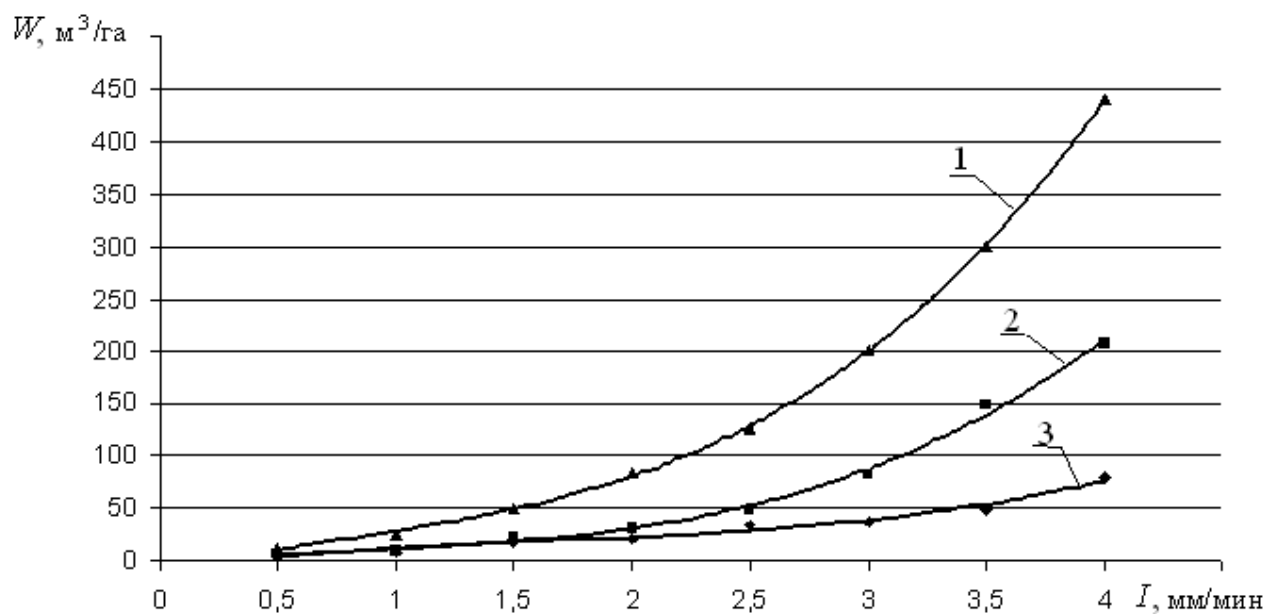


1 – время дождевания 30 мин.;

2 – время дождевания 20 мин.;

3 – время дождевания 10 мин.

Рис. 2. Зависимость $W = f(I)$ по данным лабораторных исследований. Уклон $i = 0,01$



- 1 – время дождевания 30 мин.;
 2 – время дождевания 20 мин.;
 3 – время дождевания 10 мин.

Рис. 3. Зависимость $W = f(I)$ по данным лабораторных исследований. Уклон $i = 0,02$

Таблица

Уравнения, описывающие графики зависимостей $W = f(I)$

№ кривой	Время дождевания, мин.	Вид уравнения	Достоверность аппроксимации, R^2	№ рисунка
1	10	$y = 8,87 x^3 - 19,84 x^2 + 49,9 x - 10,85$	0,963	2
2	20	$y = 4,87 x^3 - 10,55 x^2 + 17,16 x - 0,58$	0,950	
3	30	$y = 2,6 x^3 - 12,62 x^2 + 29,92 x - 8,27$	0,981	
1	10	$y = 8,54 x^3 + 36,7 x^2 - 22,24 x + 15,2$	0,989	3
2	20	$y = 6,3 x^2 + 2,18 x + 2,12$	0,910	
3	30	$y = 6,63 x^2 - 3,09 x + 5,06$	0,909	

Исследования, проведенные нами при установлении зависимости массы эродируемых почвенных частиц от величины поливной нормы, позволяют говорить о том, что характер кривых, построенных по данным полевых опытов, несколько отличается от результатов, полученных в лаборатории. Это объясняется разностью в размерах стоковых площадок (размеры по уклону стоковой площадки при полевом опыте превышают лабораторную в 10 раз). При изучении поверхностного стока, при делении полевой стоковой площадки на соответст-

вующее число секций, данные по показателям стока имеют минимальное расхождение – 1-4 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, М.С. Эрозия и охрана почв / М.С. Кузнецов, Г.П. Глазунов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996.
2. Сурмач, Г.П. Водная эрозия и борьба с ней / Г.П. Сурмач. – Л., 1976. – 256 с.
3. Соболев, С.С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними / С.С. Соболев. – М.: Изд. АН СССР, 1960. – Т. 11.
4. Gunn R., Kinzer G.D. Terminal velocity of water droplets. Stagnant Air Journal of meteorology. – 6.243. – 1999.
5. Щедрин, В.Н. Полустационарно-мобильные оросительные системы как способ мелиорации почв / В.Н. Щедрин, Н.П. Бредихин, Ю.Ф. Снопич // Современные проблемы мелиорации земель, пути и методы их решения: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2003. – С. 134-142.

УДК: 633.18.016

РАЗВИТИЕ РИСОВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О.А. Борешевская
ФГНУ «РосНИИПМ»

Рисоводческая отрасль Российской Федерации является неотъемлемой частью зернового агропромышленного комплекса и занимает важное место в его социально-экономической сфере.

В Российской Федерации производственное возделывание риса датируется с 1913 года. Так, в Республике Дагестан с 1913 г., в Краснодарском крае с 1930 г., в Приморском крае с 1945 г., в Ростовской области с 1949 г., в Астраханской области с 1951 г., в Республике Адыгея с 1955 г., в Ставропольском крае с 1960 г., (с 2002 г. рис не возделывается), в Республике Калмыкия с 1963 г., в Республике Чечня с 2004 года (ранее, с 1945 по 1992 годы рис возделывался в Чечено-Ингушской Республике) [1, 2, 3].

Максимального развития отечественное рисоводство достигло в 80-е годы прошлого столетия, когда был создан уникальный и высо-

коэффициентный рисоводческий комплекс, отвечающий самым современным мировым требованиям, обеспечивающий устойчивое функционирование рисоводческой отрасли и позволяющий полностью удовлетворить потребности населения нашей страны в крупе риса и продуктах ее переработки.

Площади посевов риса в те годы достигали 300 тыс. га, средняя урожайность - 34,9 ц/га, а валовые сборы белого зерна – более 1 млн тонн (рис. 1, 2, 3).

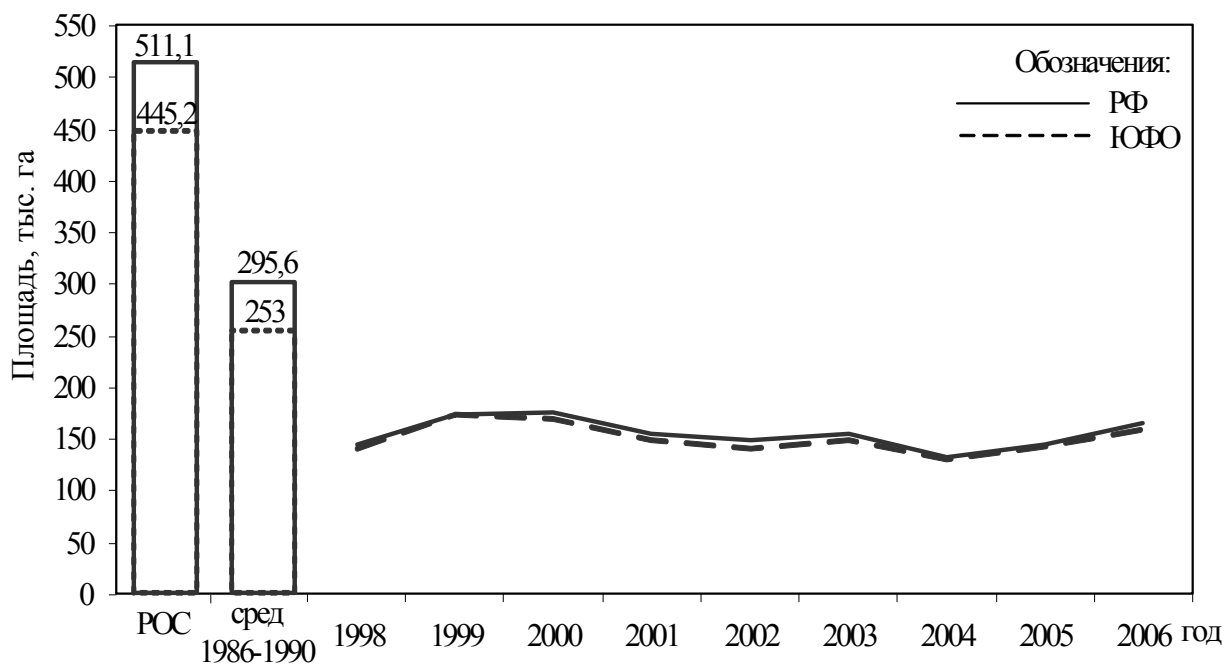


Рис. 1. Посевная площадь риса в РФ и ЮФО



Рис. 2. Урожайность риса в РФ и ЮФО, ц/га

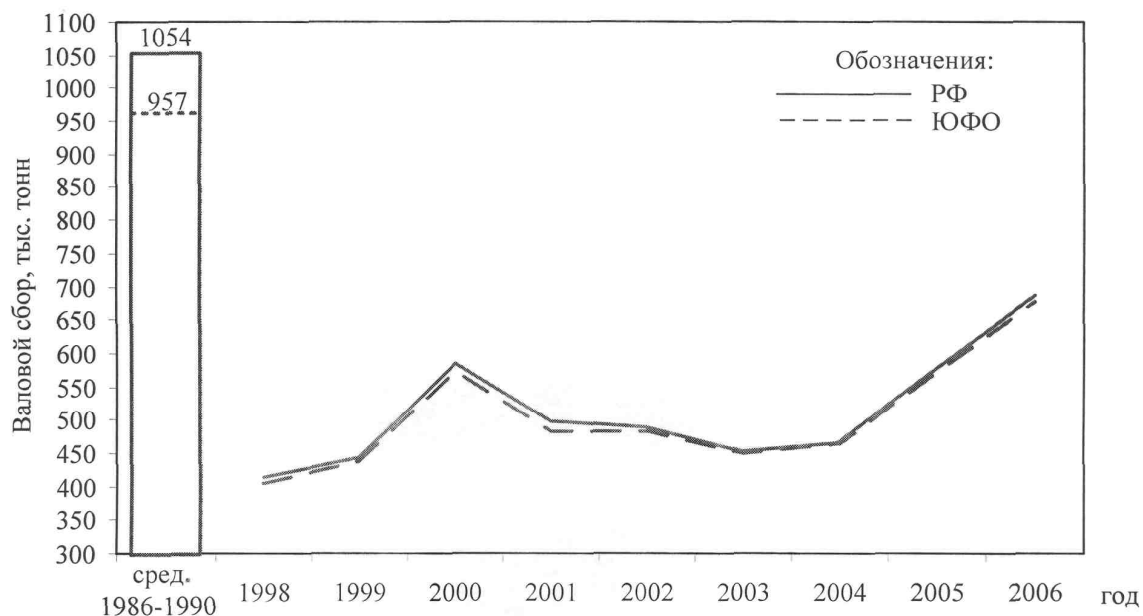


Рис. 3. Валовой сбор риса в РФ и ЮФО

В настоящий момент наш рис более качественный и экологически чистый, чем зарубежный. Климатические условия таковы, что многие химикаты употреблять просто не нужно. Поэтому производство риса в России необходимо увеличивать путем интенсификации этой отрасли. Необходимо обратить внимание на сельхозпроизводителей, поддержать их различными компенсациями и выплатами, регулировать рынок цен, чтобы наш российский рис не был дороже заграничного, а потребители предпочитали бы покупать только наш, экологически чистый дешевый рис.

Интенсификация рисоводства – это, прежде всего высокочрезвычайно затратные технологии производства риса, включающие в себя: реконструкцию и совершенствование эксплуатации рисовых оросительных систем, более качественную обработку почвы, высокую долю риса в севообороте, высокие дозы минеральных удобрений и высокотоксичные пестициды, новые и перспективные высокоурожайные сорта, новейшую технику для возделывания риса, которые позволят значительно увеличить урожайность и снизить себестоимость продукции [4].

Импорт останется, так как в восточные регионы страны ввозить рис из того же Вьетнама или Казахстана экономически выгоднее, чем из Краснодарского края. К тому же в России выращивается в основном круглый рис, завезенный к нам еще триста лет назад. Весь длиннозерный рис импортируется – российский климат ему не подходит.

Спрос на рис ежегодно возрастает, и по прогнозу ФАО к 2020 г. он составит 781 млн тонн, превысив на 2-3 % спрос на пшеницу. Ожидаемое производство риса – 750 млн тонн к 2020 г. – полностью спрос на него не сможет удовлетворить. Повышение спроса на рис на мировом рынке и одновременное снижение предложения обусловит рост цен на этот продукт. В этих условиях каждая страна вынуждена решать проблему удовлетворения потребности в рисе, полагаясь только на свои внутренние возможности. Решение этой проблемы возможно только при устойчивом развитии собственного внутреннего производства этой ценной крупяной культуры [5, 6, 7].

В целом потребность Российской Федерации в крупе риса может быть удовлетворена за счет собственного производства гораздо в большей мере, нежели это происходит в настоящее время.

Для осуществления подъема производства риса в условиях ресурсоограничений необходимо наметить ряд мероприятий по технологии его возделывания, которые могли бы без расширения площадей посевов риса обеспечивать высокие урожаи риса и других культур в рисовых севооборотах. Такими мероприятиями могут быть агротехнические приемы возделывания риса, которые в настоящее время недостаточно изучены и имеют много нерешенных проблем: совершенствование структуры рисовых севооборотов; применение наиболее эффективного способа посева и глубины заделки семян риса; борьба с сорной растительностью на рисовом поле; режим орошения риса на период всходов; подбор новых высокоурожайных, солеустойчивых и раннеспелых сортов риса, имеющих способность преодолевать слой воды на период всходов при постоянном затоплении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы к вопросу рисосеяния на Северном Кавказе / П.А. Витте. – Новочеркасск, 1930. – Вып. 31. – 150 с.
2. Мелиорация и водное хозяйство. – Т. 6. Орошение: справочник / под ред. Б.Б. Шумакова. – М.: Агропромиздат, 1999. – 388 с.
3. Эксплуатация гидромелиоративных систем / В.И. Ольгаренко, М.Ф. Натальчук, В.А. Сурин. – М.: Колос, 1995. – С. 233.
4. Интенсификация производства риса / А.Т. Шадрин, – М.: Колос, 1977. – 192 с.

5. Возрождение: актуальные проблемы и перспективы развития рисоводства России / Е.М. Харитонов // Вестник Краснодарского НЦ АМАН. – 2001. – № 8. – С. 124-131.

6. Социально-экономические проблемы отечественного производства риса / Е.М. Харитонов. – Краснодар, 2001. – 134 с.

7. Производство риса на Северном Кавказе: проблемы и перспективы / Е.М. Харитонов, Г.А. Галкин, Г.Г. Фанян // Вестник Краснодарского НЦ АМАН. – 1999. – Вып. 5. – С. 69-71.

УДК 633:58.051:556.135

БИОЛОГИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАСЧЕТЕ СУММАРНОГО ИСПАРЕНИЯ¹

И.В. Ольгаренко

ФГОУ ВПО «НГМА»

Определение водопотребления сельскохозяйственных культур сопряжено со значительными трудностями, так как оно зависит от большого числа стохастических факторов. Достаточно полная характеристика влагообеспеченности может быть получена при анализе водного баланса орошаемого поля и определения основной его составляющей – суммарного испарения.

Интенсивность испарения зависит от соотношения между элементами водного и теплового баланса в системе почва-растение-атмосфера, от водно-физических свойств почвы, интенсивности турбулентного теплообмена приземных слоев воздуха и влажности корнеобитаемого слоя почвы, биологических особенностей растений.

Одно из главных требований расчетных методов – точное отражение динамики водного режима почвы, а в качестве параметров должны выступать показатели, получаемые в массовых наблюдениях на водобалансовых и агрометеорологических станциях. Этим требованиям отвечают биоклиматические методы, в которых отражается связь гидрометеорологических условий с биологическими особенностями растений на различных этапах онтогенеза.

¹ – Издается в авторской редакции.

Однако у всех этих моделей есть важный недостаток – они применимы только в тех случаях, для которых они получены, так как биоклиматические коэффициенты суммарного испарения, входящие в эти модели, изменчивы, что приводит к значительным ошибкам при расчетах. Поэтому большое внимание уделяется уточнению методики расчета для конкретных условий, на основе количественной оценки влияния гидрометеорологических факторов на суммарное испарение при различном уровне влагообеспеченности с учетом фаз развития растений [1-5].

Для получения таких данных для слабозасушливой степной зоны Ростовской области был заложен опыт на типовых участках ОАО «Нива» Веселовского района Ростовской области.

На основе натурных исследований за элементами водного баланса кормовой свеклы проводилось определение суммарного испарения из уравнения водного баланса.

Фактические величины суммарного испарения рассчитывались методом водного баланса, за показатель, характеризующий темпы биологического развития, взята сумма накопленных активных температур воздуха (ΣT).

Для объединения периодов развития, отличающихся различной теплообеспеченностью принята шкала относительной суммы температур воздуха T_0 :

$$T_0 = \frac{\Sigma T}{\Sigma T_{\text{ср.}}},$$

где ΣT – сумма температур за рассматриваемый период развития, °С;

$\Sigma T_{\text{ср.}}$ – средняя сумма активных температур за весь вегетационный период, °С.

Биоклиматические коэффициенты кормовой свеклы (K_E) определялись на основе экспериментальных данных о величинах суммарного испарения (ET) и испаряемости (E_{ω}).

Для определения биоклиматических коэффициентов проведены полевые исследования с последующим осреднением полученных результатов. Методика проведения полевых опытов включала следующие этапы: посев свеклы и обеспечение оптимальных условий для ее развития; проведение в течение периода вегетации инструментальных наблюдений за влажностью почвы, температурой воздуха, величина-

ми осадков, поливных норм, фаз развития растений и соответствующих фенологических и других наблюдений.

Биоклиматические коэффициенты водопотребления кормовой свеклы за отдельные интервалы времени рассчитывали по уравнению:

$$K_E = \frac{ET}{E_W},$$

где K_E – биоклиматический коэффициент;

ET – суммарное испарение, мм;

E_W – испаряемость как комплексная характеристика гидрометеорологических условий, мм.

Применение математических методов ограничивается локальным характером формул для расчета испарения и испаряемости, уровнем надежности определения биоклиматических коэффициентов суммарного испарения.

Для повышения точности требуется учет variability коэффициентов, изменяющихся в соответствии с колебаниями гидрометеорологических факторов и влажности почвы, а также под влиянием биологических особенностей культур.

Исследованиями установлено, что из общего расхода воды на испарение большая часть расходуется во второй и третий периоды вегетации. Так, в первый период суммарное водопотребление составило 2,9-3,4 мм; второй – 5,1-5,9 мм; в последний период – 2,4-2,6 мм.

Анализ научно-технических материалов по обоснованию параметров орошения (А.М. Алпатьев, М.И. Будыко, А.Р. Константинов, В.С. Мезенцев, В.П. Остапчик, С.И. Харченко, Д.Б. Циприс, А.Ю. Черемисинов и др.) позволяет утверждать, что существующие методы не являются универсальными, пригодными для всех мест и случаев, а показатели гидрометеорологических условий значительно изменяются во времени и пространстве. Наиболее существенно отмеченная выше вариация климатических показателей сказывается на точности расчетов для оценки степени влияния тепловодообеспеченности на урожайность и суммарное испарение сельскохозяйственных культур, динамику влажности почвы.

В ряде исследований изменение испарения принимается пропорциональным изменению влагозапасов почвы во все фазы развития растений, что не верно с точки зрения физиологии растений, так как

прямая пропорциональность между влагозапасами и водопотреблением часто нарушается в природе. Необходимо учитывать, что на различных этапах онтогенеза избыток или недостаток влаги по-разному сказывается на приросте биомассы и интенсивности испарения сельскохозяйственных культур.

Биоклиматические коэффициенты определялись по результатам исследований за одни и те же внутригодовые интервалы времени. На основе этих данных проводили определение суммарного испарения и нормирования орошения для оперативного планирования поливов (табл. 1).

Биоклиматические коэффициенты суммарного испарения, рассчитанные по дефициту влажности воздуха, изменялись от 0,30 до 0,50.

Таблица 1

Биоклиматические коэффициенты суммарного испарения

Период вегетации	Сумма температур воздуха от начала посева		Биоклиматический коэффициент суммарного испарения	
	$t, ^\circ\text{C}$	в долях от суммы	рассчитанный по дефициту влажности воздуха, (K_d)	рассчитанный по испаряемости, (K_E)
I – 39 дней	0-200	0,2	0,28	0,61
	200-400		0,31	0,70
	400-600		0,34	0,74
II – 30 дней	600-800	0,20	0,36	0,79
	800-1000		0,39	0,93
	1000-1200		0,41	0,94
III – 41 день	1200-1400	0,27	0,43	1,03
	1400-1600		0,46	1,10
	1600-1800		0,48	1,15
	1800-2000		0,49	1,16
IV – 45 дней	2000-2200	0,33	0,50	1,20
	2200-2400		0,48	1,06
	2400-2600		0,46	0,86
	2600-2800		0,43	0,80
	2800-3000		0,41	0,77
Средние			0,415	0,87

Полученные на основе экспериментальных исследований коэффициенты суммарного испарения и агроклиматические характеристики (внешние факторы) для различных периодов развития кормовой свеклы были сгруппированы и подвергнуты обработке методами ма-

тематической статистики. Определялись следующие характеристики их количественной изменчивости: среднее арифметическое, дисперсия (S^2), коэффициент вариации (V) и ошибка среднего (S_r).

Коэффициенты (табл. 2) получены для условий оптимальной влагообеспеченности, когда влагозапасы корнеобитаемого слоя почвы изменялись в пределах 0,8 НВ-НВ.

Таблица 2

**Статистические характеристики количественной изменчивости
 K_E, K_d, T, W**

Характеристика	Период развития, характеризуемый суммой $T, ^\circ C$				Среднее за сезон
	I	II	III	IV	
K_d	0,31	0,39	0,47	0,42	0,415
S^2	0,0009	0,0081	0,01	0,0016	0,0049
S_r	0,03	0,09	0,10	0,040	0,070
V	0,09	0,18	0,28	0,19	0,189
S_k	0,014	0,090	0,050	0,020	0,040
K_E	0,65	0,89	1,12	0,85	0,87
S^2	0,004	0,032	0,022	0,008	0,012
S_r	0,02	0,18	0,15	0,09	0,110
V	0,04	0,23	0,14	0,15	0,150
S_k	0,015	0,110	0,080	0,080	0,080
W	26,2	24,8	24,0	23,9	-
S_r	3,1	2,7	4,2	1,8	3,01
V	0,12	0,11	0,18	0,08	0,13
T	16,5	20,7	22,4	19,3	19,8
S_r	1,6	1,95	2,7	3,4	2,4
V	0,096	0,094	0,12	0,17	0,12

Анализ данных позволяет сделать вывод о том, что биоклиматические коэффициенты, определенные по Σd_{ϕ} , характеризуются изменчивостью выше средней, а коэффициент вариации (V) в среднем за сезон составил 0,189, ошибка среднего (S_k) 4,0 %. Изменчивость биоклиматических коэффициентов свеклы, определенных по E_{ω} , может быть отнесена к средней, а коэффициент вариации в среднем за сезон составил 0,15; ошибка среднего – 8 %.

Таким образом, изменчивость биоклиматических коэффициентов свеклы, определенных по Σd_{ϕ} , выше, чем по E_{ω} , и поэтому следует рассчитывать суммарное испарение по формуле, связывающей его с E_{ω} .

При изменчивости биоклиматических коэффициентов, определенных по Σd_{ϕ} , характеризуемые коэффициентами вариации от 0,09 до 0,28, (в среднем 0,189); соответствующий коэффициент для влаго-

запасов почвы изменялся от 0,11 до 0,18 (в среднем – 0,13), а коэффициент для тепловлагообеспеченности изменялся от 0,094 до 0,17 (в среднем 0,12). При этом снижение влажности почвы до 0,8 НВ приводило к увеличению изменчивости биоклиматических коэффициентов при прочих равных условиях.

Изменчивость биоклиматических коэффициентов не может объясняться только биологическими особенностями водопотребления кормовой свеклы. При таком подходе для одной и той же зоны и сельскохозяйственной культуры коэффициенты должны быть стабильными из года в год.

Как свидетельствуют результаты экспериментальных исследований, отмечается сильный разброс их значений по годам, а влияние температурного фактора проявляется в том, что с увеличением величины отклонения температуры воздуха от средних значений увеличивается изменчивость биоклиматических коэффициентов.

Для повышения точности расчетов суммарного испарения необходимо получение количественных характеристик изменчивости биоклиматических коэффициентов и эмпирических параметров расчетных зависимостей в соответствии с изменением условий тепловлагообеспеченности конкретных периодов развития кормовой свеклы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ольгаренко, В.И. Эксплуатационные режимы орошения агроценозов Нижне-Донской провинции степной зоны / В.И. Ольгаренко, А.В. Колганов, Г.В. Ольгаренко. – М.: Мелиоводинформ, 2001. – 149 с.
2. Щедрин, В.Н. Орошение сегодня: Проблемы и перспективы / В.Н. Щедрин / ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ». – М., 2004. – 253 с.
3. Константинов, А.Р. Методика учета влияния биологических свойств культуры и погодных условий на режим орошения / А.Р. Константинов // Биологические основы орошаемого земледелия: сб. ст. – М.: Наука, 1966. – С. 20-26.
4. Харченко, С.М. Рекомендации по расчету суммарного испарения с естественных угодий и сельскохозяйственных полей теплобалансовым методом / С.М. Харченко. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 53 с.
5. Остапчик, В.П. Информационно-советующая система управления орошением / В.П. Остапчик. – Киев: Урожай, 1989. – 248 с.

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОСЕВАХ

А.И. Пономарева, С.А. Селицкий

ФГНУ «РосНИИПМ»

В последние годы в результате происходящих изменений в сельском хозяйстве на Юге России сократились площади под кормовыми культурами, и в ближайшее время расширение посевных площадей вряд ли произойдет. В таких условиях актуальным становится использование пашни в течение всего теплого периода. Одним из вариантов такого использования является применение промежуточных посевов, которое позволяет увеличить выход кормовых единиц до 50 % и обеспечить животных зелеными кормами.

Однако до сих пор не исследованы такие элементы технологии возделывания кормовых культур в промежуточных посевах, как подбор наиболее урожайных разновидностей и сортов, сроки их посева и уборки. В нашей статье мы коснемся этих вопросов применительно к таким видам промежуточных культур, как ранние и поздние повторные кормосмеси.

Полевые опыты закладывались в ООО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области в 2007 году на орошаемых землях. Поливы производились при достижении влажности почвы 80 % от НВ.

Для получения устойчивых урожаев ранних повторных кормосмесей следует соблюдать технологию возделывания. Большое внимание необходимо уделять подбору сортов и гибридов, соблюдению норм высева, сроков посева и уборки.

У кукурузы подбирают сорта и гибриды зерно-силосного типа, у сорго-суданкового гибрида – сахарные сорта, у сои – высокорослые сорта, у подсолнечника – кормовые. Нормы высева следует брать: кукурузы – 45 %, сорго-суданкового гибрида – 45 %, подсолнечника – 25 %, сои – 60 % от нормы высева компонентов в чистом виде. Для условий Ростовской области это соответственно 75, 450, 20 и 400 тыс./га всхожих семян. Оптимальные сроки высева ранних повторных кормосмесей с 15 мая по 15 июня. Первый укос приходится на конец июля – начало августа, когда кукуруза находится в фазе мо-

лочно-восковой спелости, подсолнечник – в фазе цветения – налива семян, соя – налива бобов, сорго-суданковый гибрид – цветения метелки. Второй укос отавы сорго-суданкового гибрида приходится на 1-2 декаду сентября.

Исследовалось 9 вариантов разновидностей ранних повторных кормосмесей, отличающихся по компонентному составу и способу посева (табл. 1). Варианты 3, 4, 6, 7 и 8 предусматривали посев компонентов по два ряда, варианты 2, 5 и 9 – посев смесью семян. Посев кормосмеси на вариантах 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 производился пропашной сеялкой с междурядьями 70 см, на вариантах 1 и 9 – зерновой с междурядьями 15 см. В зависимости от рассмотренных факторов, несмотря на одинаковую норму высева, по вариантам получена различная урожайность кормосмеси (табл. 1).

Таблица 1

**Урожайность ранних повторных кормосмесей
по вариантам опыта, 2007 г., ООО «Аксайская Нива»**

Вариант	Урожайность, т/га	Отношение к контролю, %	
		+	-
1. Сорго-суданковый гибрид (ССГ) (К)	31,5	-	-
2. Кукуруза + соя	24,0		- 23,8
3. Кукуруза ₂ + соя ₂	26,4		- 16,2
4. Кукуруза ₂ + кормовые бобы ₂	21,3		- 32,4
5. Подсолнечник + соя	41,9	+ 33,0	
6. Подсолнечник ₂ + соя ₂	43,5	+ 38,1	
7. Подсолнечник ₂ + кормовые бобы ₂	32,7	+ 3,8	
8. ССГ ₂ + соя ₂	45,0	+ 42,9	
9. Кукуруза + подсолнечник + ССГ + соя	70,0	+ 122,2	

Из табл. 1 видно, что в полевых опытах самую высокую урожайность показал вариант 9 – 70 т/га, прибавка к контролю 122,2 %. Хорошая урожайность была на вариантах 6 и 8, соответственно 43,5 и 45 т/га. На варианте 9 высокая урожайность объясняется большим количеством растений на 1 метре, более эффективным использованием влаги и питательных веществ, ярусным расположением листьев и другими факторами. На вариантах 6 и 8 получена высокая урожайность, так как способ посева по два ряда позволяет полноценно развиваться обоим компонентам.

Так же в 2007 году были заложены опыты с поздними повторными горохо-злаковыми кормосмесями.

Сорта гороха для поздних повторных посевов следует брать кормового или зерноукосного направления. Сорта злакового компонента выбираются с хорошей продуктивной кустистостью, средне-спелые. Сроки высева – конец июля – середина августа. Нормы высева бобового и злакового компонента по 75 % от нормы высева в чистом виде (соответственно 150 и 100-150 кг/га или 0,68 и 2,5-3,5 млн/га всх. семян).

В полевых опытах исследовались различные сорта гороха в смеси со злаковым компонентом. Урожайность по вариантам опытов приведена в табл. 2.

Таблица 2

**Урожайность поздних повторных кормосмесей, 2007 г.,
ООО «Аксайская Нива»**

Вариант	Урожайность зеленой массы, т/га	Отношение к контролю, %		Дата скашивания на зеленый корм
		+	-	
1. Усатый кормовой + злаковый компонент (ЗК) (К)	38,55	-	-	23.10
2. Ростовский мелкосемянный + ЗК	43,84	13,7		19.10
3. Флагман 10 + ЗК	36,71		-4,8	25.09
4. Ямал + ЗК	35,32		-8,4	3.10
5. Чишминский 229 + ЗК	42,60	10,5		25.09
6. Альбет + ЗК	40,41	4,8		5.10
7. Флора 2 + ЗК	36,88		-4,3	3.10

Из табл. 2 видно, что наибольшая урожайность была на варианте 2 и 5 (соответственно 43,84 и 42,60 т/га). Это можно объяснить тем, что сорта гороха Ростовский мелкосемянный и Чишминский 229 являются листочковыми, они развивают большую вегетативную массу, чем остальные исследуемые безлисточковые сорта.

По срокам созревания кормосмеси для скашивания на зеленый корм наиболее ранними были варианты 3 и 5 (25 сентября), затем созрели сорта на вариантах 4, 6 и 7 (3-5 октября), самыми поздними были позднеспелые сорта Усатый кормовой и Ростовский мелкосемянный (19-23 октября). Таким образом, скашивать горохо-злаковые поздние повторные смеси можно с конца сентября по конец октября (приблизительно 2 месяца).

Таким образом, в результате проведенных работ установлено, что применение рассмотренной технологии возделывания ранних и

поздних повторных посевов смесей кормовых культур позволяет получать высококачественную зеленую массу на корм скоту в течение летнего и осеннего периода продолжительностью более трех месяцев. Наиболее урожайная кормосмесь в раннем повторном посеве – четырехкомпонентная, самые высокоурожайные сорта гороха в сочетании со злаковым компонентом в позднем повторном посеве – Ростовский мелкосемянный и Чишминский 229.

УДК 631.67:633.2/3

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЛЮЦЕРНО-МЯТЛИКОВОЙ ТРАВΟΣМЕСИ НА ВЫВОДНОМ ПОЛЕ ОРОШАЕМЫХ СЕВООБОРОТОВ

С.А. Селицкий, О.В. Егорова

ФГНУ «РосНИИПМ»

На орошаемых землях юга России в севооборотах широко распространены посевы люцерны. Однако в составе севооборота люцерна наиболее продуктивна в течение двух-трех лет, в дальнейшем из-за болезней, вредителей, засоренности продуктивность ее снижается. На выводных полях севооборота для продления срока использования люцерну целесообразно высевать в смеси с мятликовыми травами. Травосмеси позволяют более продолжительный период получать высокоую и устойчивую урожайность, являются источником дешевых сбалансированных по питательным веществам кормов и способствуют воспроизводству плодородия почвы.

В современном экстенсивном земледелии большая часть урожая формируется за счет мобилизации почвенного плодородия без компенсации выносимых с урожаем элементов питания, что приводит к отрицательному балансу питательных веществ и потерям гумуса и ухудшению агрохимических характеристик. Для обеспечения сохранения плодородия почв необходимо внесение минеральных и органических удобрений в количествах, обеспечивающих бездефицитный баланс питательных веществ в земледелии.

В опытах, проводимых на орошаемых обыкновенных черноземах центральной орошаемой части Ростовской области, было исследовано влияние различных доз минеральных и органических удобрений на урожайность люцерно-мятликовой травосмеси, агрофизические свойства и плодородие почвы.

В пахотном горизонте почвы опытного участка в год посева наблюдалось низкое содержание легкогидролизуемого азота – 2,3 мг/100 г почвы, среднее – подвижного фосфора – 2,25 мг/100 г почвы, и повышенное – обменного калия – 46 мг на 100 г почвы. Наименьшая влагоемкость почвы в слое 0,7 м – 28,7 %, плотность сложения – 1,32 т/м³. Грунтовые воды залегают ниже 3 м. Дефицит влаги восполнялся поливами дождевальными машинами ДДА-100 МА. Влажность почвы в слое 0,7 м поддерживалась в пределах 100-80 % НВ.

При возделывании трехкомпонентной травосмеси (люцерна си-негибридная – 12 кг/га, овсяница луговая – 12 кг/га, полевица белая – 6 кг/га) применялись агроприемы, рекомендованные зональными системами земледелия.

Внесение расчетных доз минеральных и органо-минеральных удобрений на планируемый урожай в сочетании с расчетным режимом орошения способствовало не только получению запланированной урожайности люцерно-мятликовой травосмеси, но и увеличению содержания элементов питания в сене и выхода питательных веществ с гектара в сравнении с другими вариантами.

Расчетная доза минеральных удобрений составила в среднем за год на варианте 2 – N₂₃₇P₈₀, на варианте 4 – N₁₇₅P₇₃, на варианте 5 – N₁₄₀P₆₀ кг/га д.в. Навоз вносился на 3, 4 и 5 вариантах опыта, в количестве 50, 25 и 50 т/га (табл. 1).

Таблица 1

Кормовая ценность люцерно-мятликового сена на различных фонах питания, ОПХ РООМС

Вариант	Урожайность сена, т/га	Кормовые единицы в сене		Переваримый протеин		
		кг/к.е.	т/га	г/кг сена	г/к.е.	т/га
1 Без удобрений	6,8	0,32	2,2	98	306	0,7
2 МУ дозой N ₂₃₇ P ₈₀ д.в. (К)	15,0	0,45	6,8	114	253	1,7
3 Навоз – 50 т/га	9,28	0,37	3,4	101	273	0,9
4 Навоз – 25 + МУ дозой N ₁₇₅ P ₇₃ д.в.	13,5	0,43	5,8	110	256	1,5
5 Навоз – 50 + МУ дозой N ₁₄₀ P ₆₀ д.в.	15,3	0,46	7,0	116	252	1,8

Наибольший урожай сена (15,0-15,3 т/га) был получен на вариантах «МУ дозой N₂₃₇P₈₀» и «50 т навоза + МУ дозой N₁₇₅P₇₃», эти же варианты показали и наивысшую кормовую продуктивность – 6,8-

7,0 т к.е. и 1,7-1,8 т переваримого протеина с одного гектара соответственно.

Четырехлетнее возделывание люцерно-мятликового травостоя на выводном поле орошаемого севооборота оказало положительное влияние на плодородие на всех вариантах опыта (табл. 2).

Таблица 2

**Баланс гумуса на посевах люцерно-мятликовой травосмеси, %
ОПХ РООМС**

Вариант	Содержание гумуса в 0-40 см слое почвы, %		Накопление гумуса, т/га
	в год посева	через четыре года	
1 Без удобрений	3,26	3,27	+0,1
2 МУ дозой N ₂₃₇ P ₈₀ д.в. (К)	3,27	3,39	+5,9
3 Навоз - 50 т/га	3,26	3,34	+4,2
4 Навоз-25 + МУ дозой N ₁₇₅ P ₇₃ д.в.	3,28	3,40	+6,0
5 Навоз-50 + МУ дозой N ₁₄₀ P ₆₀ д.в.	3,30	3,47	+8,5
НСР _{0,05} %	0,07	0,04	

Внесение органо-минеральных удобрений дозой «50 т навоза + N₁₇₅P₇₃ д.в.» способствовало большему накоплению гумуса (8,5 т/га), чем внесение минеральных удобрений дозой N₁₇₅P₇₃ д.в. (5,9 т/га гумуса).

Об улучшении агрофизических свойств почвы можно судить по увеличению содержания в ней агрономически ценных и водопрочных агрегатов (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние люцерно-мятликовой травосмеси
на физические свойства пахотного горизонта почвы
опытного участка, ОПХ РООМС**

Вариант	Содержание агрегатов 0,25-10,0 мм, %		Водопрочность, %	
	в год посева	через четыре года	в год посева	через четыре года
1 Без удобрений	33	45	19	34
2 МУ дозой N ₂₃₇ P ₈₀ д.в. (К)	36	58	21	45
3 Навоз - 50 т/га	35	48	22	37
4 Навоз-25 + МУ дозой N ₁₇₅ P ₇₃ д.в.	37	62	20	50
5 Навоз-50 + МУ дозой N ₁₄₀ P ₆₀ д.в.	34	67	21	58

В год посева травосмеси структурное состояние почвы и водопрочность оценивались как неудовлетворительные. За четыре года возделывания травосмеси структурное состояние почвы улучшилось на всех вариантах, а на вариантах с внесением минеральных и органо-минеральных удобрений его можно было классифицировать как хорошее.

Таким образом, возделывание люцерно-мятликовой травосмеси в составе выводного поля севооборота не только позволяет в течение четырех лет получать стабильный урожай высококачественной зеленой массы, но и способствует воспроизводству почвенного плодородия и улучшению агрофизических свойств почвы.

УДК: 635.21:631.526.32:631.82

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТОФЕЛЕМ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Евтухов

ФГНУ «РосНИИПМ»

В настоящее время картофель, являясь ценной пищевой культурой, играет важную роль в продовольственном обеспечении населения. При постоянно увеличивающейся потребности в продуктах питания в условиях ограниченных посадочных площадей возникает необходимость интенсификации сельскохозяйственного производства, в том числе и при возделывании картофеля. Основной задачей в решении вопроса является установление оптимальных условий при возделывании картофеля для конкретных почвенно-климатических условий, с целью наиболее полного использования потенциала культуры.

В условиях Юга России, характеризующихся дефицитом почвенной влаги в период вегетации основных сельскохозяйственных культур, экономически оправдано выращивание картофеля в условиях орошения, что обеспечивает стабильность урожаев по годам.

Немаловажным фактором, определяющим продуктивность картофеля, являются индивидуальные сортовые особенности. Правильный подбор сортов позволяет увеличить урожай в 1,5-2,0 раза. Для условий сухого, жаркого климата наиболее пригодны ранние и среднеранние сорта, которые при весенней посадке способны сформировать урожай до наступления высоких летних температур.

Кроме того, картофель, в силу биологических особенностей, является одной из наиболее требовательных к пищевому режиму культур.

Опыты проводились в 2006-2008 годах в ООО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области, и были направлены на выявление оптимальных доз минеральных удобрений на фоне орошения, а также подбор сортов наиболее адаптированных к местным условиям.

Данная территория находится в IV Приазовской зоне Ростовской области. Почвы в зоне исследований – обыкновенные черноземы. Содержание гумуса в слое 0,6 м составило 3,50 %, плотность сложения – 1,22 г/см³, наименьшая влагоемкость (НВ) указанного слоя почвы – 29 %.

Исследования проводили с сортами: Удача, Романо, Скарлет, Ильинский, Жуковский ранний. Дозы минеральных удобрений рассчитывались на планируемую урожайность: Вар. 1 – 20 т/га, Вар. 2 – 30, Вар. 3 – 40, Вар. 4 – 50 т/га, что составляло N₆₅P₄₈K₄₈; N₁₂₀P_{88,5}K_{88,5}; N₁₆₀P₁₂₃K₁₂₃; N₂₀₀P₁₅₄K₁₅₄, кг/га д.в. или 161; 297; 406; 508 кг/га д.в. соответственно. В качестве контроля принят вариант без применения минеральных удобрений. Общим фоном на всех вариантах опыта в слое 0,6 м поддерживалась предполивная влажность почвы 80 % НВ. Поливы проводились методом дождевания.

Таблица 1

Эффективность минеральных удобрений в опытах с различными сортами картофеля за 2006-2008 годы, ООО «Аксайская Нива»

Вариант	Сорт картофеля				
	Удача	Скарлет	Ильинский	Жуковский ранний	Романо
Урожайность, т/га					
1. N ₆₅ P ₄₈ K ₄₈	26,3	22,3	28,4	34,9	37,8
2. N ₁₂₀ P _{88,5} K _{88,5}	30,9	24,3	35,3	35,1	36,8
3. N ₁₆₀ P ₁₂₃ K ₁₂₃	39,1	25,8	37,7	36,8	39,3
4. N ₂₀₀ P ₁₅₄ K ₁₅₄	40,5	26,4	38,3	37,6	42,0
5. Без удобрений	14,6	15,1	15,7	16,9	14,7
НСР _{0,5} , т/га	0,53-0,73	0,40-0,42	0,37-0,49	0,33-0,46	0,33-0,75
Выход продукции на 1 кг д.в. минеральных удобрений					
1. N ₆₅ P ₄₈ K ₄₈	163,4	138,7	176,2	216,8	235,0
2. N ₁₂₀ P _{88,5} K _{88,5}	103,9	81,7	118,9	118,1	124,0
3. N ₁₆₀ P ₁₂₃ K ₁₂₃	96,3	63,5	92,9	90,7	96,9
4. N ₂₀₀ P ₁₅₄ K ₁₅₄	79,7	51,9	75,3	74,0	82,7
Примечание: НСР – приводятся пределы изменения значения по годам.					

Анализ опытных данных позволил заключить, что применение минеральных удобрений способствовало существенному повышению урожайности в сравнении с неудобренным вариантом на всех сортах без исключения. На сорте Удача прибавка от повышения нормы удобрений составляла 80,0-177,4 %; на сорте Скарлет 47,0-74,0 %; на сорте Ильинский 80-144 %; на сорте Жуковский ранний 106-122 %; и на сорте Романо 157,1-185,7 %. Наиболее урожайными оказались сорта Романо и Удача – до 42,0 и 40,5 т/га соответственно. Наименьший урожай получен на сорте Скарлет – до 26,4 т/га.

В результате обработки данных получены полиномиальные зависимости с высокой достоверностью аппроксимации (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2

**Зависимость выхода продукции на 1 кг д.в.
от суммарной дозы минеральных удобрений**

Сорт	Полиномиальные зависимости	Достоверность аппроксимации
Удача	$y = 0,0007x^2 - 0,6910x + 254,85$	$R^2 = 0,970$
Скарлет	$y = 0,0007x^2 - 0,7169x + 235,08$	$R^2 = 0,996$
Ильинский	$y = 0,0006x^2 - 0,6662x + 268,38$	$R^2 = 0,999$
Жуковский ранний	$y = 0,0013x^2 - 1,2726x + 386,47$	$R^2 = 0,994$
Романо	$y = 0,0016x^2 - 1,4753x + 430,17$	$R^2 = 0,993$

Наглядно данные зависимости представлены графически (рис. 1).

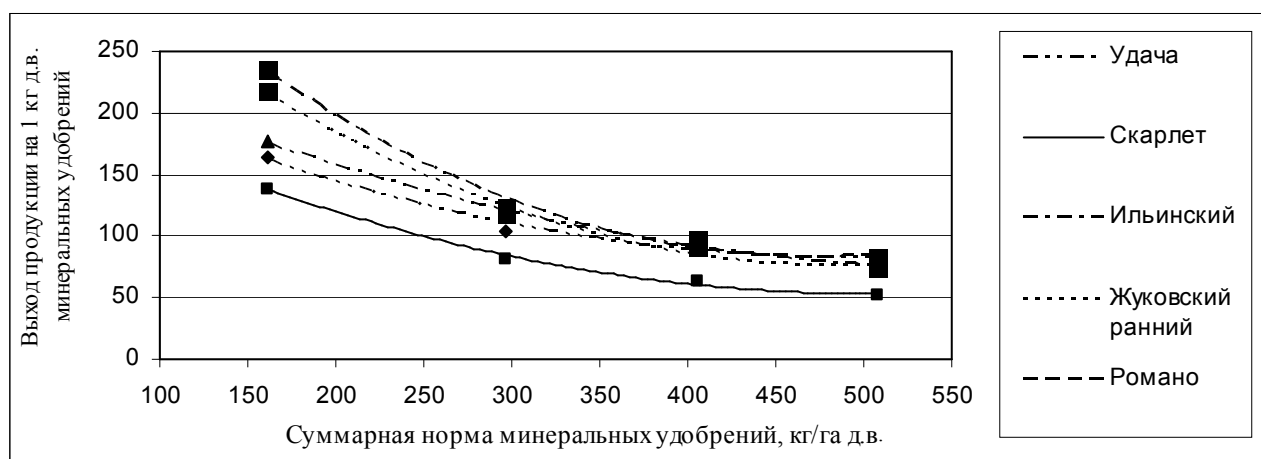


Рис. 1. Зависимость выхода продукции в кг на 1 кг/га действующего вещества минеральных удобрений

Наиболее эффективное использование минеральных удобрений на первом варианте отмечено в опытах с сортом Романо (235,0 кг), на 2-м варианте с сортом Романо и Ильинский (124,0 и 118,9 кг). При сравнении сортов наибольший выход продукции отмечен у сорта Романо, что выше аналогичного у других сортов в среднем на 8,4-44,2 % для 1-го варианта; на 4,3-51,7 % для 2-го; на 0,6-52,6 % для 3-го; и для 4-го варианта на 3,8-59,3 %.

Таким образом, возрастающие дозы минеральных удобрений от $N_{65} P_{48} K_{48}$ до $N_{200} P_{154} K_{154}$ кг/га д.в. способствовали повышению урожайности картофеля на всех изученных сортах. При этом интенсивность прибавки урожая значительно снижалась. Установлено, что с увеличением дозы вносимых удобрений повышался расход минеральных удобрений на единицу урожая, снижая тем самым выход продукции на каждый килограмм действующего вещества более чем на 50 %. Так, с увеличением дозы минеральных удобрений от $N_{65} P_{48} K_{48}$ до $N_{200} P_{154} K_{154}$ кг/га д.в. выход продукции снижался для сорта Удача с 163,4 до 79,7; Скарлет с 138,7 до 51,9; Ильинский с 176,2 до 75,3; Жуковский ранний с 216,8 до 74,0; Романо с 235,0 до 82,7 кг на 1 кг д.в. минеральных удобрений соответственно.

Это позволяет сделать вывод о том, что из ряда рассмотренных сорт Романо наиболее эффективно использует минеральные удобрения на формирование урожая. При этом установлено, что повышение суммарной дозы удобрений свыше 350-400 кг/га д.в. без изменения других факторов нецелесообразно.

УДК 635.25:631.671:631.559

УРОЖАЙНОСТЬ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ЛУКА РЕПЧАТОГО В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. Бабичев, Е.А. Бабичева

ФГНУ «РосНИИПМ»

Лук в современном сельском хозяйстве представлен большим разнообразием. Наиболее распространенным на юге России является лук репчатый посевом семенами в открытый грунт. В настоящее время он занимает около 50 % посевных площадей всех овощных культур в ЮФО.

Потребление лука репчатого на душу населения высоко и составляет 10-12 кг. Это связано с тем, что он очень богат фитонцидами, витаминами, минеральными солями и сахарами.

В условиях недостаточного увлажнения, в частности в Ростовской области, получение высоких и стабильных урожаев лука репчатого, как и многих других овощных культур, без орошения получить практически невозможно. Поэтому целью наших исследований является изучение режимов орошения лука репчатого, так как данный вопрос изучен недостаточно.

Наши исследования по разработке рациональных режимов орошения были проведены в 2008 году в ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района Ростовской области. Почвенный покров опытного участка представлен обыкновенным среднесиловым среднегумусным черноземом. Почвы характеризуются средним содержанием легкогидролизуемого азота (2,1-5,3 мг на 100 г почвы). Подвижными формами фосфора обеспечены средне (1,6-3,3 мг на 100 г почвы); содержание калия повышенное – 32-51 мг на 100 г почвы, рН 6,5-7,0. Содержание гумуса 3-4 %. Посев производился 20 марта.

Опыт однофакторный, включал в себя 4 варианта. Общая площадь делянки 30 м x 50 м = 1500 м², учетная 100 м². Повторность трехкратная. Расчетный слой промачивания составил 0,4 м. Полив дождеванием.

Продуктивность различных сортов лука репчатого в зависимости от режимов орошения представлена в табл. 1.

Таблица 1

Урожайность лука репчатого в зависимости от режимов орошения

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля		Прибавка от орошения	
		±	%	±	%
сорт Халцедон					
80-100 % НВ (контроль)	43,7	-	-	25,0	133,7
80-100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70-100 % НВ	43,4	-0,3	0,7	24,7	132,1
70-100 % НВ	38,1	-5,6	12,8	19,4	103,7
Без орошения	18,7	-25,0	57,2	-	-
сорт Янтарный 29					
80-100 % НВ (контроль)	46,2	-	-	24,8	115,9
80-100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70-100 % НВ	45,2	-1,0	2,2	23,8	111,2
70-100 % НВ	41,4	-4,8	10,4	20,0	93,5
Без орошения	21,4	-24,8	53,7	-	-

Анализ табл. 1 показывает, что наиболее благоприятные условия при выращивании лука репчатого создались на варианте 1 и 2 (80-100 % НВ и дифференцированный), где была получена наибольшая урожайность и составила соответственно 43,7 и 43,4 т/га.

Из табл. 2 видно, что оросительная норма при возделывании лука репчатого различных сортов варьировала в зависимости от режима орошения от 1680 до 2100 м³/га. Наиболее экономно вода расходовалась на варианте 2, на котором осуществлялся дифференцированный режим орошения (80 %-100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70 %-100 % НВ), коэффициент водопотребления на котором составил у сорта Халцедон 113,5 м³/т, а у сорта Янтарный 29 108,1 м³/т.

Таблица 2

**Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления
лука репчатого**

Вариант опыта	Оросительная норма, м ³ /га	Осадки, м ³ /га	Использование воды из почвы, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
сорт Халцедон						
80-100 % НВ (контроль)	2100	2786	195	5081	43,7	116,3
80-100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70-100 % НВ	1920	2786	220	4926	43,4	113,5
70-100 % НВ	1680	2786	297	4763	38,1	125,0
Без орошения	-	2786	403	3189	18,7	170,5
сорт Янтарный 29						
80-100 % НВ (контроль)	2100	2786	148	5034	46,2	109,0
80-100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70-100 % НВ	1920	2786	183	4889	45,2	108,1
70-100 % НВ	1680	2786	215	4681	41,4	113,1
Без орошения	-	2786	378	3164	21,4	150,7

Таким образом, в условиях Ростовской области при возделывании лука репчатого посевом семенами в открытый грунт наиболее

благоприятными режимами орошения являются режимы, при которых влажность почвы поддерживается в пределах 80-100 % НВ, и дифференцированные (80-100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70-100 % НВ), на которых была получена максимальная урожайность и наименьший коэффициент водопотребления.

УДК 631.452:502.654«313»

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ МАЛОПРОДУКТИВНЫХ ПОЧВ

Л.И. Юрина

ФГНУ «РосНИИПМ»

Фитомелиорация является одним из наиболее ресурсосберегающих мелиоративных приемов повышения плодородия почвы. В качестве мелиорантов известны: донник белый и желтый, люцерна синегибридная, житняк ширококолосный, амарант, ячмень, сорго-суданковый гибрид и др. Нами изучалась эффективность использования донника для фитомелиорации.

Донник является древнейшей культурой как орошаемого земледелия, так и земледелия с естественным увлажнением. Он обладает широким ареалом распространения, высокой адаптивностью к почвенно-климатическим условиям. Профессор И.В. Ларин, характеризуя донник, писал, что среди трав, введенных у нас в культуру, это – самое солевыносливое и засухоустойчивое растение, часто дает урожаи выше других трав.

Это высокоурожайная кормовая трава, по содержанию переваримого протеина и фосфора превосходящая другие травы, а по питательности не уступающая люцерне и клеверу: 1 кг зеленой массы донника содержит 0,18 кормовых единиц. Кормовая единица донника включает 28 г протеина, его преимущество – высокая экологическая пластичность, нетребовательность к плодородию почвы и условиям произрастания.

Донник оставляет после себя большое количество органических остатков в виде листового опада, пожнивных остатков и корней. Как мелиорирующая культура, донник хорошо защищает почву от эрозии во время ливней и дождевания, особенно на склоновых агроландшафтах, а также от дефляции легких и карбонатных почв в весенний пе-

риод при подсыхании верхнего слоя почвы. Имея мощную корневую систему, донник способствует рассолению почвы и является лучшим мелиорантом при агробиологическом методе борьбы с солонцами. В полевых севооборотах донник является лучшей сороочищающей культурой. На втором году жизни в посевах донника почти не бывает сорняков, он справляется со многими многолетними сорняками.

Донник имеет транспирационный коэффициент от 700 до 900, является устойчивой культурой к атмосферной засухе, при обеспеченности почвы влагой. В засушливые годы донник лучше выглядит на песчаных почвах. Поэтому донник используют еще как почвоудерживающую культуру. При возделывании донника на песчаных почвах повышается их плодородие, улучшаются агрофизические свойства почвы. Они определяются механическим составом почвы; количеством зернистых, водопрочных и микроагрегатов; пористостью, плотностью, аэрацией и водопроницаемостью; влагоемкостью, гигроскопичностью и другими свойствами. Эти свойства взаимосвязаны и зависят от минерального состава и количества органического вещества в почве.

Исследования показали, что травостой донника обладает структурообразующей способностью. Так, содержание почвенных агрегатов от 0,23 до 10 мм в почве после возделывания донника повысилось в 1,44 раза.

Введение донника в севооборот – один из способов снижения плотности почвы: только за одну ротацию трехпольного севооборота с донником в слое 20 см она снизилась с 0,05 до 0,07 г/см²; в слое 20-40 – с 0,09 до 0,10 г/см², что позволяет рекультивировать земли, подвергшиеся техногенным нагрузкам, менее затратным биологическим методом. Благодаря мощной, глубоко проникающей (до 2 м) стержневой корневой системе, донник пронизывает горизонты почвы и способствует устранению слитизации подпахотного слоя.

По нашим данным, отношение массы корней к урожайности надземной массы перед уборкой на второй год жизни у донника составляет 0,9:1.

Травостой донника содержит 1,0-1,3 % кальция (в перерасчете на абсолютно сухое вещество), что позволяет решать проблему гипокальциемии.

Великолепное свойство донника – это его симбиоз с клубеньковыми бактериями. Накопление азота в клубеньках находится в прямой пропорциональной зависимости от плотности заселения бактериями корневой системы донника и мощностью корневой системы. Чем лучше развит донник, тем более крупные и сочные корни и, естественно, больше будет питания для бактерий, что повлечет увеличение симбиотического материала. Установлено, что после двухлетнего возделывания донника на одном гектаре пашни накапливается до 0,3 т нитратного азота, при этом в пахотном слое почвы образуется 1080 кг/га сухого органического вещества, 153 кг азота, 41 кг калия и 44 кг фосфорной кислоты. Извлекая из глубоких слоев почвы и подпочвы минеральные соли, при отмирании корней донник обогащает ими, особенно кальцием, верхние слои почвы. Необходимо отметить еще одну уникальную особенность данного растения: выносить из почвы больше кальция, чем другие бобовые. Низкое содержание этого элемента в травах делает корм неполноценным.

По нашим данным, донник в пахотном слое почвы накапливает 6,27 т/га сухой массы корней, а количество ценных агрегатов увеличивается на 18,8 %. Донник улучшает физико-химические свойства почвы, водопроницаемость и предотвращает излишнее испарение. На почве после возделывания донника наблюдается большая скорость фильтрации воды, которая происходит в 10-14 раз быстрее, чем на поле после вико-овсяной смеси и в пять раз быстрее после свеклы. Донник является хорошим расщепителем почвы и прекрасным дезинфектором от вредной микрофлоры, поскольку при разложении корневых и пожнивных остатков в почве образуется дикумарин, вызывающий гибель почвообитающих вредителей и возбудителей болезней.

Донник высоко ценится и как сидеральная культура. При запашке на 1 га 16-18 т его зеленой массы в качестве сидерата дополнительно в почву вносится 85-93 кг азота, 18-21 кг фосфора и 51-55 кг калия.

Таким образом, благодаря своим качествам донник является наиболее перспективной культурой почвозащитного севооборота, способной направить почвообразовательный процесс в положительную сторону.

**МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ ПО ПОВЫШЕНИЮ
ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ
В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ПЛОДОРОДИЯ
МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Г.Т. Балакай, Л.М. Докучаева, Р.Е. Юркова
ФГНУ «РосНИИПМ»

Землепользователи на данном этапе представлены несколькими видами сельскохозяйственных предприятий – от акционерных обществ до государственных предприятий, но ни те, ни другие не заинтересованы в улучшении и сохранении качества земель, так как нет механизмов стимулирования выполнения мероприятий по восстановлению и сохранению плодородия земель и его поддержанию на мелиорированных землях.

Установление правовых основ государственного регулирования обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения, полномочия органов государственной власти, права и обязанности собственников и пользователей земли и меры по повышению заинтересованности землепользователей в воспроизводстве плодородия земель нашли отражение во многих федеральных законах («О плате за землю», «О мелиорации земель», «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения», «О развитии сельского хозяйства») и государственных программах («Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы», Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008 - 2012 годы).

В них предусматриваются следующие виды и способы государственного регулирования и заинтересованности сельхозпроизводителей в повышении плодородия земель:

- прямое выделение государственных средств (инвестиций) на строительство, реконструкцию и восстановление объектов мелиорации, и проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и т.д.;

- финансирование агрохимических, агро-, лесо-, фитомелиоративных мероприятий осуществляется на долевой основе за счет средств федерального бюджета, бюджета субъектов РФ и внебюджетных средств в процентном отношении 13:20:67 соответственно;

- субсидии за счет средств федерального бюджета предоставляются бюджетам субъектов РФ на приобретение минеральных удобрений сельхозтоваропроизводителями (кроме граждан, ведущих личное подсобное хозяйство) при условии долевого финансирования за счет средств бюджетов субъектов РФ (размеры субсидий средств на 1 га посевных площадей – из федерального бюджета не более 30 %, из бюджета субъекта РФ – не менее 30 % объема средств, предоставляемых на эти цели за счет средств РФ бюджета);

- развитие информационно-телекоммуникационной системы агропромышленного комплекса России, автоматизированной информационной системы Минсельхоза России, системы информации о рынках сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, включая систему дистанционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения;

- развитие кредитной системы с привлечением кредитов коммерческих банков и займов сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов;

- страхование посевных площадей сельскохозяйственных культур.

Анализ выполнения национальных проектов показал, что Федеральные программы по поддержанию селян основаны на внебюджетных источниках, а доля федерального бюджета практически не превышает 4-5 %. К тому же у землепользователя нет гарантий, что выращенная продукция будет реализована. Все это не способствует заинтересованности в воспроизводстве почвенного плодородия, особенно мелиорированных земель, так как освоение таких земель более затратное из-за дороговизны эксплуатации мелиоративных объектов.

Исходя из этого, необходимо принять на государственном уровне дополнительные меры поддержки сельхозпроизводителя:

- увеличить дотационную поддержку с 6 % стоимости сельхозпродукции до 30 % и более;

- упорядочить и усилить контроль над выделением и отработкой прямых государственных средств на строительство, реконструкцию и восстановление объектов мелиорации;

- узаконить плату за воду для сельскохозяйственных водопотребителей при одновременном сохранении и увеличении доли финансирования со стороны регионов и Федерального правительства в виде частичного погашения затрат на электроэнергию, субсидирования восстановления внутрихозяйственной мелиоративной сети;

- для воспроизводства плодородия земель требуется соблюдение севооборотов, внесение органических и минеральных удобрений, а для мелиорированных земель дополнительно проведение мероприятий по химической и комплексной мелиорации. Государство должно компенсировать затраты землепользователей на проведение этих мероприятий или поощрять за повышение плодородия почв и применять штрафные санкции при его потере;

- финансовая поддержка, идущая на воспроизводство почвенного плодородия, должна быть строго адресной. При проведении мероприятий по восстановлению плодородия почв, потерявших его из-за природных факторов, требуются капитальные затраты, которые 100 % должны оплачиваться государством;

- разработать комплекс мер на базе соответствующего законодательства по формированию внутреннего рынка использования минеральных удобрений;

- установить минимум и максимум пороговых цен закупки сельскохозяйственной продукции;

- устранить ценовые диспропорции отраслей АПК, в частности, посредством авансирования закупок зерна в продовольственные фонды через государственные и унитарные предприятия;

- установить квоты на импорт товаров, особенно продовольственных, объемы поступления которых значительно превышают пороговые значения индикаторов национальной безопасности;

- уделить особое внимание развитию информационно-телекоммуникационной системы АПК России и, отдельно, мелиоративной отрасли;

- развить систему дистанционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, в том числе мелиорированных;

- установить четкие нормы, регламентирующие порядок кредитования сезонных затрат и страхования сельскохозяйственного производства, дотирования отдельных видов продукции и продовольствия, частичной компенсации затрат на приобретение энергоносителей

и материальных ресурсов (ГСМ, ЕЗР, МУ), представления централизованных кредитов, субсидирования процентных ставок по кратко- и долгосрочным кредитам, предоставления налоговых льгот, проведения закупочных и товарных инвестиций.

Для этого:

- доработать земельный налог, чтобы он играл регулирующую роль и влиял на качество и характер использования земли, побуждал землепользователей к применению эффективных методов земледелия, способствующих сохранению и воспроизводству почвенного плодородия;

- упорядочить арендную плату – при повышении плодородия земель она должна уменьшаться, и наоборот;

- создать такой механизм, чтобы земля служила залогом для получения кредита в банках.

Чтобы решить и узаконить работы по заинтересованности землепользователя в воспроизводстве почвенного плодородия мелиорированных земель, необходимо серьезно доработать и разработать новую нормативную документацию:

- Правила по сохранению и воспроизводству почвенного плодородия мелиорированных земель;

- Положение по созданию служб, обеспечивающих проведение мероприятий по воспроизводству почвенного плодородия мелиорированных земель;

- Рекомендации по выбору приемов сохранения и воспроизводства плодородия орошаемых земель и источников финансирования в современных условиях;

- Критерии оценки изменения продуктивности мелиорированных земель и их почвенного плодородия для финансового обеспечения мероприятий по воспроизводству почвенного плодородия (Методические указания);

- Научно обоснованные поощрительные и штрафные санкции за изменение почвенного плодородия мелиорированных земель (Методические указания).

Но все же основным законодательным актом должен стать Закон Российской Федерации «О финансировании и кредитовании работ по мелиорации земель», а определить перечень работ в этом направлении возможно только при создании «Программы восстановления и

развития мелиорации России до 2020 г. и в последующие годы», в которой должны быть обоснованы вопросы воспроизводства плодородия мелиорированных земель при существующей системе земельных отношений.

УДК 631.67.03:628.1.03

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Е.А. Кропина

ФГНУ «РосНИИПМ»

В технических решениях современных оросительных систем в отдельных случаях допускается совмещение коллекторно-дренажной и сбросной сетей, что приводит к образованию дренажно-сбросных вод, которые в зависимости от качества также могут нуждаться в очистке.

Дренажные и сбросные воды, как объекты очистки, имеют следующие специфические особенности: они формируются на площадях, варьирующих от нескольких десятков до сотен и даже тысяч гектар; имеют широкий спектр характеристик по ежегодным объемам, минерализации, химическому составу и загрязнителям; основные характеристики дренажных и сбросных вод – расход, минерализация, химический состав, температура – подвержены существенной временной и пространственной изменчивости.

Сбросные воды имеют минерализацию, близкую к минерализации оросительной воды, и, как правило, являются пресными. Однако в ряде случаев, например, при их формировании в результате поверхностного стока с полей, могут содержать различные загрязнения в виде биогенов, остатков минеральных удобрений и тяжелых металлов.

В России в основе оценки качества оросительной воды лежат исследования В.В. Докучаева по ее влиянию на черноземы. А.Н. Костяков [1], оценивая качество оросительной воды по общему содержанию солей, выделил четыре группы: хорошая – растворимых солей не более 400 мг/л; от 400 до 1000 мг/л растворимых солей – требует осторожного подхода с учетом всего комплекса условий ее использования; от 1000 до 3000 мг/л растворимых солей – опасна для растений; более 4000 мг/л растворимых солей засоляет почву.

Многие отечественные ученые оценивают качество оросительной воды по степени опасности засоления почв с помощью ирригационного коэффициента Стеблера, представляющего столб воды в дюймах, при испарении которого остается количество солей, делающее слой почвы мощностью 1,2 м непригодным для возделывания большинства сельскохозяйственных культур [2]. При выводе формулы Стеблер принял относительную вредность солей натрия за $\text{Na}_2\text{CO}_3 - 10$, $\text{NaCl} - 5$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 - 1$.

В целом качество оросительной воды оценивается в соответствии с агрономическими (плодородие, урожайность и качество сельскохозяйственной продукции, предупреждение процессов засоления и осолонцевания и др.), техническими (содержание микроэлементов, рН и др.), экологическими критериями. Вода, забираемая для орошения сельскохозяйственных культур, должна удовлетворять требованиям ГОСТ 17.4.1.02-83, СНиП 42-123-4089-86 [3]. Сбрасываемая из оросительных систем вода, согласно ГОСТ 17.1.3.13-86, не должна оказывать неблагоприятного воздействия на водоприемники (водоемы, водотоки, подземные воды).

Таким образом, качество воды для орошения в России оценивается по общему содержанию солей, величине рН, содержанию и соотношению катионов натрия, кальция, магния. В условиях нарастающего загрязнения поверхностных водных источников, использования для орошения коллекторно-дренажных вод применяются критерии оценки и система показателей качества оросительной воды, разработанные С.Я. Бездниной [2] и положенные в основу ГОСТ 17.1.2.03.90 (СТ СЭВ 6457-88) «Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения». Этот стандарт норм качества воды не содержит, но является основой для таких разработок.

В США широко используется классификация оросительных вод, учитывающая рН, минерализацию, SAR, токсичность Na^{2+} , Cl^+ , бора, бикарбонатов, NO_3^- . Вода с минерализацией менее 0,5 г/л используется без ограничений, а с минерализацией более 2,0 г/л – с жесткими ограничениями [4].

Оросительная вода в разных странах по-разному классифицируется в зависимости от степени минерализации. В США для аридных и полуаридных зон выделяют в зависимости от солеустойчивости сель-

скохозяйственных культур четыре градации, мг/л: менее 500; 500-1000; 1000-2000; 2000-5000.

В Канаде – пять: 500 (для культур, неустойчивых к солям); 800 (культуры низкой степени устойчивости); 1500 (средняя устойчивость); 2500 (устойчивые культуры); 3500 (высокая степень устойчивости).

В Германии, согласно действующему стандарту, дана характеристика и нормы пяти классов пригодности оросительной воды: для тепличных и полевых культур – 300 мг/л, рН = 6,0-8,0 – без ограничений; для полевых и, при определенных условиях, тепличных культур – 1000 мг/л, рН 5,5-8,0; для культур открытого грунта с незначительной степенью солеустойчивости – 2000 мг/л, рН=5,0-8,0; для культур открытого грунта с уровнем солеустойчивости от умеренной до хорошей – 3000 мг/л, рН-5,0-8,5; для культур открытого грунта с высокой солеустойчивостью – 4500 мг/л, рН=4,5-9,0.

В стандарте качества воды Польши приведены нормы по 50 показателям. Предельное содержание суммы растворенных веществ составляет 1200, сульфатов – 400, натрия – 140 мг/л. Наилучший диапазон рН составляет 6-8, верхний предел температуры – не более 28 °С.

Стандарт качества оросительной воды в Румынии выделяет четыре класса по солености с допустимым общим содержанием солей – 160, 500, 1500, 3250 мг/л, а хлоридов – 40, 120, 370, 810 мг/л.

На Украине оценка пригодности воды для орошения черноземов основывается на соотношении активности анионов Na^+ и Ca^{2+} . В стандарте выделены следующие уровни: $a_{\text{Na}}/a_{\text{Ca}} < 1$ – вода пригодна для орошения и не вызывает осолонцевания почв; $a_{\text{Na}}/a_{\text{Ca}} = 1 \dots 3$ – вода вызывает слабое осолонцевание при орошении в течение 7-10 лет; $a_{\text{Na}}/a_{\text{Ca}} = 3 \dots 5$ – вода вызывает слабое осолонцевание в течение первых трех лет орошения, и среднюю степень – в последующие 3-10 лет; $a_{\text{Na}}/a_{\text{Ca}} = 5 \dots 10$ – вода вызывает среднюю степень осолонцевания в течение первых трех лет и сильную – в последующие 3-10 лет; $a_{\text{Na}}/a_{\text{Ca}} >$ вода непригодна для орошения черноземов.

В Индии применяют комплексный показатель качества оросительной воды, учитывающий воздействие ее различных составляющих, которые подразделяются на высокотоксичные для растений и людей (А), и оказывающие отрицательное воздействие на свойства почв и растений, наносящие вред здоровью людей, потребляющих эти

растения (В). В классификации учитывается солевой индекс, SAR, проницаемость почв, содержание бора и солеустойчивость культур.

В Китае приняты две категории вод для орошения: неограниченные оросительные нормы: заливные поля – 13600 м³/га, суходольные поля – 5100 м³/га; ограниченные нормы полива не должны превышать половину нормы первой категории. Допустимое содержание солей в поливной воде для несолонцеватых щелочных почв 1, 2 категорий составляет 1000 и 1500 мг/л, для солонцеватых щелочных почв – 2000 мг/л. Допустимое содержание хлоридов для поливных вод этих категорий составляет 200 и 300 мг/л.

Таким образом, теоретической основой использования для орошения минерализованных дренажно-сбросных вод является то, что концентрация солей в них значительно ниже, чем в почвенных растворах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костяков, А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 622 с.
2. Безднина, С.Я. Экосистемное водопользование: концепция, принципы, технологии / С.Я. Безднина. – М.: Изд-во «РОМА», 1997. – 137 с.
3. Справочник по мелиорации / под ред. Б.С. Маслова. – М., 1989. – 389 с.
4. Stansfury M. Irrigation and water quality – United States perspective. Trans 14th cong. irrigate. and drainage, 1998. 1-13. – P. 585-594.

УДК 626.862:556.16.003.12

МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ДРЕНАЖНО-СБРОСНЫХ ВОД

Е.А. Кропина

ФГНУ «РосНИИПМ»

Для разработки прогнозной оценки минерализации дренажно-сбросных вод натурные исследования проводили на территории Багаевского УОС. Подготовка к проведению наблюдений за количественными и качественными показателями стока осуществляется на основании изучения схемы оросительной, сбросной и дренажной сети ка-

ждой оросительной системы и установления местоположения пунктов наблюдений.

Наблюдения велись на трех структурных уровнях каждой системы. Первый уровень включает в себя источник орошения, магистральный канал и сеть межхозяйственных каналов. На границе со вторым уровнем находится гидрометрическое сооружение, установленное на водовыпуске во внутривладельческую сеть. Сбросную и коллекторно-дренажную сети открытых каналов относили к третьему уровню, на котором находятся водоприемник дренажно-сбросных и грунтовых вод [1]. Наблюдательную сеть устанавливали с учетом возможности оценки показателей дренажно-сбросного стока по отдельным хозяйствам-водопользователям и в целом по оросительной системе. Наблюдения за количественными и качественными показателями осуществляли на каждом месте в одно и то же время суток.

Изменение минерализации дренажно-сбросных вод определяется в основном изменением содержания сульфатов и суммарного содержания натрия и магния (таблица).

Концентрация минеральных веществ в воде в течение года колеблется в широких пределах. Более высокое содержание отмечается в период половодья, в летние месяцы оно постепенно снижается и осенью концентрация растет вновь.

Таблица

**Коэффициенты корреляции
между минерализацией и ионным составом**

Оросительные системы	Число опытов	Коэффициенты корреляции		Источник орошения	Водоприемник
		SO ₄ ²⁻	Na ⁺ +Mg ²⁺		
Багаевское УОС	50	0,84	0,71	Цимлянское водохранилище	л. Смеловский р. Зап. Маныч р. Дон р. Дон
Бг-МС-2	50	0,79	0,62		
Бг-МС-3	50	0,88	0,67		
Бг-МС-5	50	0,83	0,74		

При проведении исследований по выявлению зависимостей поступления загрязнителей в дренажно-сбросные воды учитывались следующие факторы: x_1 – оросительная норма, м³/га; x_2 – рН водной среды; x_3 – механический состав грунтов зоны аэрации; x_4 – степень естественной дренированности территории; x_5 – температура оросительной воды, t °С; x_6 – глубина залегания уровня грунтовых вод, м.

С использованием результатов обработки экспериментальных данных получены модели вида:

$$C = 2,6 + 0,375x_1 + 0,098x_2 + 0,0314x_3 + 0,703x_4 - 0,089x_5 - 0,162x_6; R^2 = 0,89;$$

$$C = 2,6 + 0,097x_4 + 0,082x_6 - 0,021x_4^2 + 0,132x_6^2 - 0,51x_4x_6; R^2 = 0,94;$$

$$C = 2,6 + 0,085x_1 + 0,082x_6 - 0,011x_1^2 + 0,132x_6^2 + 0,42x_1x_6; R^2 = 0,92;$$

$$C = 2,6 + 0,085x_1 + 0,097x_4 - 0,011x_1^2 - 0,021x_4^2 - 0,08x_1x_4; R^2 = 0,88,$$

где C – минерализация дренажно-сбросных вод.

Точность полученных экспериментальных зависимостей по коэффициенту детерминации составляет от 0,88 до 0,94, что соответствует точности полевых экспериментальных данных.

Анализ исследуемых функций показал, что область максимального поступления загрязняющих веществ на рассматриваемых оросительных системах в дренажно-сбросные воды лежит в пределах: уровень залегания грунтовых вод 1,2-1,8 м, естественная дренированность территории 0,75, оросительная норма – 3200 и более м³/га.

В зависимости от объёма, качества и степени загрязнения дренажный сток с орошаемых земель оказывает различное, в том числе и негативное влияние на природную среду, технические системы и человека. Следует обратить внимание на некоторые специфические особенности используемых процессов при осуществлении физико-химических и химических методов очистки.

Как отмечают А.И. Голованов, В.В. Шабанов и Ю.И. Сухарев в своей работе «Комплексное обустройство (мелиорация) водосборов» [2], поступившие в дренажный сток биогены и тяжелые металлы, входящие в состав минеральных удобрений, можно частично перехватить, повторно используя дренажные воды для орошения, то есть применяя водооборотные системы по аналогии с водооборотом на промышленных предприятиях. Оставшаяся часть загрязнений должна извлекаться из дренажных вод специальными мероприятиями и сооружениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормативно-методическое обеспечение системы государственного контроля и надзора в мелиорации: монография / сост. В.Н. Щедрин [и др.]; ФГНУ «РосНИИПМ». – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2003. – 437 с.
2. http://www.msuee.ru/science/1/sb-06.files/sb-06_1_26.html.

УРОЖАЙНОСТЬ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ УДОБРЕНИЙ

В.А. Кулыгин

ФГНУ «РосНИИПМ»

Основными факторами, воздействующими на урожайность овощных культур, являются минеральное питание и водный режим почвы. Совместное применение удобрений и орошения способствует получению максимального урожая. Однако в условиях интенсификации овощеводства требуется внесение больших доз удобрений. В то же время недостаточно обоснованное завышение этих доз приводит к нерациональному использованию минеральных ресурсов и существенному ухудшению качества овощей. Например, избыток азотных удобрений снижает устойчивость овощных культур к пониженным температурам, болезням, усиливает рост вегетативных органов, что задерживает начало плодоношения и плодообразования.

Поэтому целью наших трехгодичных исследований на ОПХ РООМС являлось установление оптимальных доз минеральных удобрений при выращивании овощных культур (капуста, лук, томаты, огурец) в открытом грунте.

Почвы опытных участков представлены карбонатно-мицеллярными, тяжелосуглинистыми черноземами. В пахотном слое (0-30 см) содержалось: гумуса 33,12-3,21 %, легкогидролизуемого азота 3,90-5,45, подвижных форм фосфора 444,9-6,4 и калия 45-49 мг на 100 г почвы, что указывает на низкую обеспеченность азотом и фосфором и высокую калием в отношении овощных культур. Уровень грунтовых вод был в пределах 4-5 м, минерализация их не выше 3,7 г/л, соли преимущественно гидрокарбонатносульфатнокальциевого типа. Максимальная гигроскопичность в корнеобитаемом слое (0-60 см) – 11,1 %, наименьшая влагоемкость 27,8-28,1 %, объемная масса почвы 1,29-1,33 г/см³.

Режим орошения при возделывании овощей на вариантах опыта поддерживался на оптимальном уровне в течение всего периода вегетации.

Разные овощные культуры ввиду своих биологических особенностей неодинаково реагируют на условия минерального питания.

Так, белокочанная капуста неприхотлива в отношении плодородия почвы, что объясняется хорошим развитием ее корневой системы и, следовательно, способностью мобилизовать имеющиеся запасы питательных веществ. Однако, как показывают результаты наших исследований, наиболее высокие урожаи данной культуры получают на высокоплодородных почвах (табл. 1).

Таблица 1

Влияние доз удобрений на урожайность капусты

Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
1. Без удобрений	23,2	-	-
2. N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	29,3	6,1	26,3
3. N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	36,0	12,8	55,2
4. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₆₀	37,0	13,8	59,5
5. N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₉₀	45,5	22,3	96,1
6. N ₁₈₀ P ₁₅₀ K ₉₀	51,2	28,0	120,7
7. N ₂₄₀ P ₁₅₀ K ₉₀	54,3	31,1	134,0
8. N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₁₂₀	55,4	32,2	138,8

Разный фон минерального питания обеспечил прибавку урожайности культуры в пределах 6,1-32,2 т/га, или 26,3-138,8 %. Применение высоких доз удобрений N₁₂₀₋₂₄₀P₁₈₀K₁₂₀ увеличивает продуктивность капусты в 2,2-2,4 раза по сравнению с вариантом без удобрений. Однако доза удобрений N₂₄₀P₁₈₀K₁₂₀ повышает урожай по сравнению с N₁₈₀P₁₅₀K₉₀ всего на 4,2 т/га (8,2 %), при этом внесение удобрений увеличивается на 120 кг действующего вещества на гектар. Поэтому наиболее рациональное использование удобрений отмечено на варианте N₁₈₀P₁₅₀K₉₀.

Лук в связи со слабым развитием корневой системы и ее поверхностным расположением в высокой степени требователен к плодородию и влажности почвы. Данная культура хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений, что видно из результатов проведенных исследований (табл. 2).

Как видно из приведенных данных, урожайность репчатого лука при разных дозах удобрений была в 1,29-3,1 раза выше, чем на участках, где минеральное питание отсутствовало. Высокие дозы удобрений (N₁₈₀₋₂₄₀P₁₅₀₋₁₈₀K₉₀₋₁₂₀) обеспечивали максимальную прибавку урожайности – 22,4-25,7 т/га (176-202,3 %) Устойчивое повышение урожайности наблюдается при увеличении доз вносимых удобрений

вплоть до N₁₂₀P₁₂₀K₉₀. В дальнейшем с увеличением доз прирост урожая был незначительным.

Таблица 2

Влияние доз удобрений на урожайность лука

Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
1. Без удобрений	12,7	-	-
2. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	16,4	3,7	29,1
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,9	5,2	40,9
4. N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	20,9	8,2	64,5
5. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀	27,5	14,8	116,5
6. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀	35,1	22,4	176,4
7. N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₉₀	39,6	26,9	211,8
8. N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	38,4	25,7	202,3

Следует отметить, что урожай на варианте, где поддерживался максимальный фон минерального питания, оказался несколько ниже, чем на варианте N₁₅₀P₁₂₀K₉₀.

В целом, наиболее эффективной следует считать дозу действующего вещества 120 кг/га азота, 120 кг/га фосфора и 90 кг/га калия.

Томаты, благодаря хорошо развитой корневой системе, могут компенсировать некоторый дефицит минерального питания из почвы. Однако внесение высоких доз удобрений (N₁₈₀₋₂₄₀P₁₅₀₋₁₈₀K₉₀₋₁₂₀) давало максимальную прибавку урожая 30-34,4 т/га, которая была в 2,21-2,37 раз больше, чем на участках без удобрений (табл. 3).

Таблица 3

Влияние доз удобрений на урожайность томатов

Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
1. Без удобрений	25,1	-	-
2. N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	32,8	7,7	30,7
3. N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	38,1	13,0	51,8
4. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₆₀	40,7	15,6	62,1
5. N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₉₀	48,8	23,7	94,4
6. N ₁₈₀ P ₁₅₀ K ₉₀	55,4	30,3	120,7
7. N ₂₄₀ P ₁₅₀ K ₉₀	57,7	32,6	129,9
8. N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₁₂₀	59,5	34,4	137,0

Стабильное повышение урожая отмечалось при увеличении доз до N₁₈₀P₁₅₀K₉₀. Дальнейшее повышение фона удобрений способствовало незначительному росту продуктивности культуры. Разница урожайности между вариантами 6 и 7 составила 2,3 т/га (4,1 %), а между

вариантами 6 и 8 – 4,1 т/га (7,4 %). При этом, по сравнению с вариантом 6, на вариантах 7 и 8 удобрений было внесено больше, соответственно на 60 и 120 кг д.в. на гектар. Таким образом, наиболее оправданная прибавка урожая томатом получена при дозе действующего вещества $N_{180} P_{150} K_{90}$.

Огурец также предъявляет высокую требовательность к плодородию почвы, что обусловлено несколькими факторами: его слабо развитой корневой системой, интенсивным ростом растений, сравнительно коротким периодом вегетации. У огурца эффективность применения минеральных удобрений по мере увеличения доз внесения также увеличивается, но в меньшей степени, чем у вышеназванных культур (табл. 4).

Таблица 4

Влияние доз удобрений на урожайность огурца

Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
1. Без удобрений	23,9	-	-
2. $N_{60} P_{60} K_{60}$	30,4	6,5	27,2
3. $N_{60} P_{90} K_{60}$	35,6	11,7	49,0
4. $N_{90} P_{90} K_{60}$	39,8	15,9	66,5
5. $N_{120} P_{120} K_{90}$	43,1	19,2	80,3
6. $N_{150} P_{120} K_{90}$	44,2	20,3	84,9
7. $N_{180} P_{120} K_{90}$	46,3	22,4	93,7
8. $N_{180} P_{150} K_{120}$	44,0	20,1	84,1

Доза $N_{120} P_{120} K_{90}$, вносимая под огурец, обеспечила получение 43,1 т/га, что на 19,2 т/га (80,3 %) больше, чем на участках без удобрений. Дальнейшее повышение доз вносимых удобрений до $N_{180} P_{120} K_{90}$ в различных вариациях хотя и приводит к росту урожайности до 46,3 т/га (или даже к небольшому снижению при дозе $N_{180} P_{150} K_{120}$), однако разница в урожае между дозами, вносимыми свыше $N_{120} P_{120} K_{90}$, незначительна. В целом, наиболее эффективной следует считать дозу действующего вещества 120 кг/га азота, 120 кг/га фосфора и 90 кг/га калия.

Таким образом, на предкавказских черноземах дозы минеральных удобрений и их соотношения влияют на урожайность овощных культур неодинаково.

Наибольший эффективно минеральные удобрения воздействуют на повышение продуктивности лука, где максимальная прибавка уро-

жайности достигает 25,7-26,9 т/га (202,3-211,8 %) по сравнению с не-удобренными участками. Несколько ниже прибавка урожайности от применения удобрений отмечена при выращивании капусты и томатов, соответственно до 138,8 и 137,0 %, а при возделывании огурца этот показатель достигал 93,7 %.

Оптимальной дозой удобрений следует признать: у капусты – $N_{180}P_{150}K_{90}$, у лука – $N_{120}P_{120}K_{90}$, у томатов – $N_{180}P_{150}K_{90}$, у огурца – $N_{120}P_{120}K_{90}$.

УДК 626.852:556.16:628.16

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ДОЗ КОМПОНЕНТОВ ИММОБИЛИЗАТОРА ДЛЯ ОЧИСТКИ ДРЕНАЖНОГО СТОКА ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

С.М. Васильев, Е.А. Кропина

ФГНУ «РосНИИПМ»

Максимальный эффект по очистке дренажного стока от тяжелых металлов в результате применения нового состава иммобилизатора можно достичь за счет подбора его оптимальной дозы ($\text{кг}/\text{м}^3$).

При использовании разработанного нами состава иммобилизатора его можно рассматривать как трехкомпонентную систему, состоящую из трех фракций: пылевидной (размер частиц менее 0,315 мм); песчаной (от 0,315 до 5 мм) и крупнозернистой (с размером зерен от 5,0 до 10 мм). Для такой системы можно построить треугольную диаграмму типа «состав-свойство» методом планирования эксперимента с использованием симплекс-решетчатых планов Шеффе [1], если относительное содержание каждой из трех указанных фракций рассматривать как одну из переменных x_i при выполнении условия

$$\sum_{1 \leq i \leq 3} x_i = 1 \quad (x_i \geq 0). \quad (1)$$

В нашей работе, при построении диаграммы «состав-свойство» факторное пространство представлено в виде симплексов, в связи с чем координаты компонентов рассматриваемой системы определяем не в обычной декартовой системе, а в специальной – симплексной, в которой относительное содержание каждого компонента мелиоран-

та-структурообразователя откладывают вдоль соответствующих сторон или граней симплекса. Для предлагаемого состава иммобилизатора используем симплекс в виде правильного треугольника. Каждой точке такого симплекса соответствует определенный состав мелиоранта, и наоборот, любой комбинации относительных содержаний (от 0 до 1) каждого из трех компонентов соответствует определенная точка симплекса.

Для определения относительного содержания первого компонента иммобилизатора, соответствующего некоторой точке в симплексной системе координат, следует провести прямую, параллельную стороне x_3 , противолежащей вершине искомого компонента (x_1), и измерить образовавшийся отрезок, отсекаемый проведенной прямой на стороне x_1 , соответствующей данному компоненту. Аналогичным образом определяются координаты остальных компонентов (x_2 и x_3).

Если изучаемый трехкомпонентный состав мелиоранта-структурообразователя удовлетворяет условию (1), симплекс-решетчатые планы Шеффе позволяют в результате постановки сравнительно небольшого числа опытов получить математическую модель функции отклика в виде приведенного полинома, который позволяет построить требуемую диаграмму «состав-свойство».

Так как число коэффициентов приведенного полинома точно соответствует числу точек симплексной решетки, для проверки математической модели на адекватность отображения результатов полевого эксперимента необходимо проведение дополнительных поверочных опытов. Число и расположение экспериментальных точек выбирается исходя из технологических ограничений, требуемой точности и трудоемкости опытов.

Если в процессе моделирования модель оказывается неадекватной, то переходим к планам более высокого порядка путем соответствующей достройки выбранной первоначальной симплексной решетки.

Для изучения влияния неоднородности фракционного состава иммобилизатора на эффективность извлечения тяжелых металлов из дренажных вод были выбраны пределы варьирования содержания отдельных фракций с учетом рекомендаций лаборатории проблем экологии в мелиорации ФГНУ «РосНИИПМ».

Относительное содержание пылевидной фракции (x_1) – 0,2-0,5; песчаной фракции (x_2) – 0,4-0,7; крупнозернистой фракции (x_3) – 0,1-0,4.

Поскольку при такой постановке задачи не выполняется условие (1), исследованию подлежит не весь симплекс, а только некоторая симплексная подобласть. Для построения диаграммы «состав-свойство» на выделенной симплексной подобласти требуется ее предварительная трансформация путем перехода к новой системе координат (z_1, z_2, z_3), как это графически представлено на рис. 1.

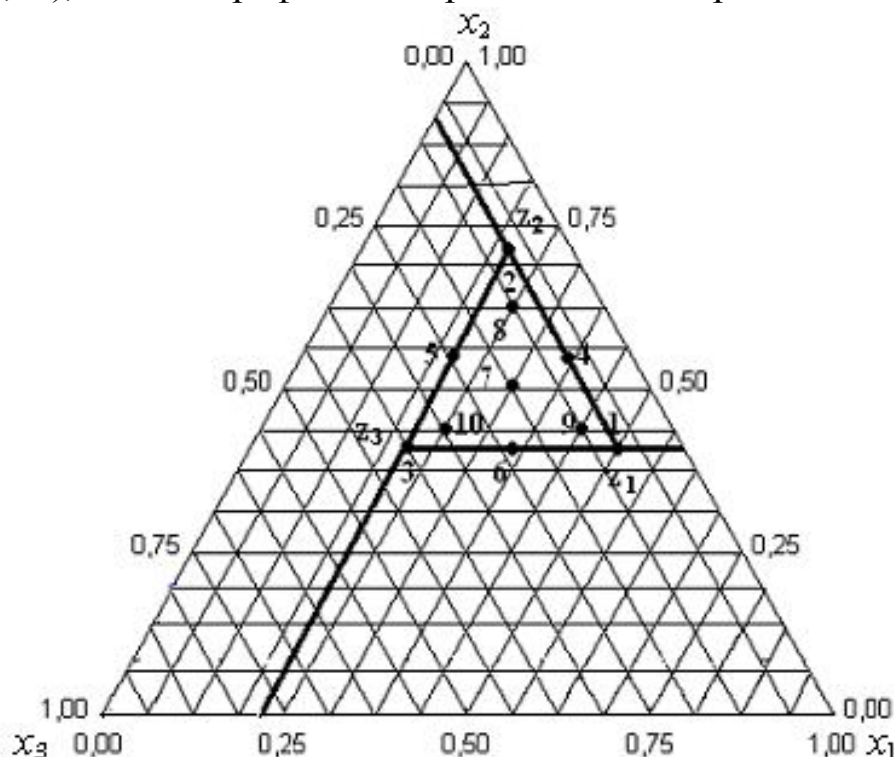


Рис. 1. Трансформация симплексной подобласти с переходом к псевдокомпонентам z_i и расположение опытных точек (1-10)

В нашем случае, при указанных выше ограничениях переменных, трансформирующие соотношения будут выглядеть следующим образом:

$$z_1 = \frac{x_1 - 0,2}{1 - (0,2 + 0,4 + 0,1)}; z_2 = \frac{x_2 - 0,4}{1 - (0,2 + 0,4 + 0,1)}; z_3 = \frac{x_3 - 0,1}{1 - (0,2 + 0,4 + 0,1)}. \quad (2)$$

Таким образом, матрица планирования для локальных симплексов, характеризующих изучаемую симплексную подобласть, состоит из двух частей: с одной стороны – экспериментальные точки даются в координатах псевдокомпонентов, что позволяет с использованием

известных формул симплекс-решетчатых планов определить коэффициенты приведенного полинома, но с переменными z_i вместо x_i ; с другой – координаты этих же экспериментальных точек приводятся в исходных координатах x_i , чтобы можно было составлять конкретные составы иммобилизатора с натуральными компонентами.

Используя трансформирующие соотношения (2), можно перейти от приведенного полинома в псевдокомпонентах к полиномиальной модели исследуемой системы в исходных координатах, более удобной для практических расчетов. Таким образом, с учетом изложенного, решалась задача изучения влияния фракционной неоднородности компонентов, составляющих иммобилизатор, на эффективность извлечения тяжелых металлов.

В качестве отклика было принята сорбционная емкость иммобилизатора (%) из условия обеспечения максимальной очистки дренажного стока, по результатам двух дублирующих опытов в каждой точке плана. В табл. 1 представлены матрицы планирования в псевдокомпонентах z_i и в исходной системе координат x_i .

Таблица 1

Композиционное планирование полевого эксперимента

№ опыта	План в псевдокомпонентах			План в исходных компонентах			Отклики, y_i
	z_1	z_2	z_3	x_1	x_2	x_3	
1	1	0	0	0,50	0,40	0,10	y_1
2	0	1	1	0,20	0,70	0,10	y_2
3	0	0	1	0,20	0,40	0,40	y_3
4	0,5	0,5	0	0,35	0,55	0,10	y_{12}
5	0	0,5	0,5	0,20	0,55	0,25	y_{23}
6	0,5	0	0,5	0,35	0,40	0,25	y_{13}
7	0,333	0,333	0,333	0,30	0,50	0,20	y_{123}
8	0,167	0,666	0,167	0,15	0,25	0,60	y_8
9	0,666	0,167	0,167	0,40	0,45	0,15	y_9
10	0,167	0,167	0,666	0,25	0,45	0,30	y_{10}

Особенностью представленного в табл. 1 планирования эксперимента является его композиционность, учитывающая принцип максимальной простоты [2]. В данной таблице первые три опыта, соответствующие координатам вершин симплексного треугольника в псевдокомпонентах (рис. 1), дают возможность получить линейную модель функции отклика следующего вида:

$$y = \sum_{1 \leq i \leq 3} \beta_i \cdot z_i. \quad (3)$$

В случае неадекватности модели (3) по условию (2) проводим дополнительные три опыта в точках № 4, 5, 6.

Дополнительные опытные точки № 8, 9, 10 являются проверочными для оценки адекватности получаемых моделей по условию (2).

Расходы материалов на опытные составы иммобилизатора тяжелых металлов, вычисленные в соответствии с относительным содержанием компонентов по плану в исходных компонентах x_i , а также результаты реализации плана эксперимента, приведены в табл. 2.

Обработка экспериментальных данных по результатам первых трех опытов дала линейную модель вида:

$$y = 97,0148x_1 + 76,8694x_2 + 63,965x_3, \quad (4)$$

которая оказалась неадекватной при проверке по t -критерию.

Таблица 2

Условия и результаты эксперимента

№ опыта по плану	Расход компонентов иммобилизатора, кг/м ³			Эффективность извлечения тяжелых металлов, %
	< 0,315	0,315-5 мм	5-10 мм	
1	650	520	130	87,1
2	260	910	130	84,7
3	260	520	520	72,1
4	455	715	130	79,4
5	260	715	325	89,1
6	455	520	325	77,4
7	390	650	260	76,8
8	195	325	780	76,5
9	520	585	195	85,9
10	325	585	390	76,7

В результате обработки данных по 6 опытным точкам получена квадратичная модель вида:

$$y = 195,0x_1 + 122,5x_2 + 94,1x_3 - 273,8x_1x_2 - 124,2x_1x_3 - 125,6x_2x_3. \quad (5)$$

Для проверки адекватности полученной модели использованы экспериментальные данные по опытным точкам 7-10, не использованным для вычисления коэффициентов уравнения (5).

Расчетные значения откликов в проверочных точках 7-10 определены подстановкой координат опытных точек в псевдокомпонентах

в уравнение (5). Адекватность модели проверялась в опытной точке № 10, так как именно в этой точке, как видно из табл. 3, наблюдаются наибольшие расхождения между опытными данными и предсказаниями по модели. Значение t -критерия для опытной точки № 10 определено по формуле [2]. С учетом опытных данных:

$$t_{10} = \frac{2,64\sqrt{2}}{4,2\sqrt{1+0,39}} = 0,74.$$

Табличное значение t -критерия при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы с учетом двойного дублирования опытов в 10 точках плана $f = (2 \cdot 10 - 1) = 19$, составляет:

$$t_{\alpha=0,05; f=19}^{\text{кр}} = 2,89.$$

Поскольку выполняется условие $t_{10} < t^{\text{кр}}$, (табличное значение t -критерия превосходит расчетное), модель второго порядка (5) адекватно описывает экспериментальные данные, и нет необходимости строить модель более высокого порядка в виде неполного кубического уравнения регрессии.

Анализ квадратичных модели (5) исследуемой функции отклика и полученной диаграммы позволяет сделать следующие выводы:

- в пределах исследованной области фракционного состава иммобилизатора наименьшим очищающим эффектом (72,1 %) обладают составы, содержащие пылевидную фракцию – свыше 20 %, песчаную фракцию – менее 40 %, щебеночную фракцию – менее 40 %;

- судя по величине коэффициентов в модели (5), наибольшее влияние на эффективность очистки от тяжелых металлов оказывает относительное содержание фракции 0,315 - 5 мм;

- в изученных пределах изменения гранулометрического состава компонентов, за счет оптимизации соотношения между отдельными фракциями, структурообразующий эффект может быть увеличен на 17 %;

- с использованием полученного уравнения (5) и с учетом данных табл. 2 для практического применения был выбран состав иммобилизатора тяжелых металлов, включающий: 20 % пылевидной, 55 % песчаной и 25 % крупнозернистой фракций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Scheffeh. Experiments with mixtures. J. Roy. Statist. Soc., 1958, ser. B, № 2. – P. 344.

2. Зедгинидзе, И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем / И.Г. Зедгинидзе. – М.: Наука, 1976. – 390.

УДК 631.459:631.6.02

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАЗВИТИЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ШОЛОХОВСКОМ РАЙОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Амелина

ФГНУ «РосНИИПМ»

По интенсивности протекания процессов водной эрозии в Шолоховском районе Ростовской области различают нормальную (естественную) и ускоренную эрозию почв.

Нормальная эрозия возникает на поверхности почвы, покрытой естественным растительным слоем, под воздействием рельефа и метеорологических факторов:

- почвенных условий;
- крутизны склона;
- параметров стока и отдельных потоков;
- водосборной площади.

Процессы нормальной эрозии резко нарушаются при вспашке, выпасе скота, других случаях, связанных с хозяйственной деятельностью сельхозтоваропроизводителя. Почва при этом сильно истощается и теряет плодородие. Этот процесс называется ускоренной эрозией почвы, которая проявляется в виде смыва и размыва почв.

Вследствие эрозионных процессов содержание гумуса в почве снизилось за последние 20-25 лет на 25-30 %. Потери почвы составляют в среднем (со всей площади пашни) до 30-50 т/га, а вынос гумуса до 0,5-0,6 т/га и 0,2-0,3 т/га азота, фосфора, калия, что в 15-20 раз выше того количества удобрений, которое вносится на поля.

Снижается урожайность на слабосмытых почвах – 15-20 %, среднесмытых почвах – 30-40 %, сильносмытых – 50-60 %.

Исследования, проведенные на черноземах южных и обыкновенных (североприазовских) в Шолоховском районе, позволили определить, на каком расстоянии от водораздела возникает наибольшая напряженность в развитии эрозионных процессов. Длина склонов от линии водораздела до бровки балки составляет в преобладающем большинстве случаев 600-1000 м, крутизна склонов – 0,6; 6-7°.

Под влиянием неровностей и растительного покрова сток уже в первой стадии развития сливается вначале в мелкие, а потом в более крупные временные и постоянные потоки.

Известно, что слой почвы (чернозема) толщиной 1 см при благоприятных условиях образуется 300 лет [1]. Отсюда можно понять, какой огромный вред наносит народному хозяйству эрозия верхнего, самого плодородного слоя почвы. Поэтому задержание талых вод на полях – важнейшие мероприятия по борьбе с эрозией почв.

Все факторы, влияющие на возникновение и интенсивность эрозионных процессов в Шолоховском районе, можно разделить на две группы – природные и социально-экономические, связанные с деятельностью человека.

К природным факторам относим климат, рельеф, почву и растительность [2].

На развитие водной эрозии влияют, прежде всего, осадки, которые формируют поверхностный сток. При неравномерном выпадении осадков вероятность проявления эрозии возрастает.

Осадки в виде снега тоже оказывают влияние на водную эрозию. Интенсивность ее зависит от мощности снежного покрова и связанной с ней глубины промерзания почв и быстроты снеготаяния.

Температура воздуха влияет на водную эрозию главным образом весной, в период снеготаяния. Быстрое увеличение температуры увеличивает скорость таяния снега. Эрозия бывает тем больше, чем выше температура воздуха.

Одним из главных факторов в развитии эрозионных процессов является рельеф местности. Совокупность форм горизонтального и вертикального расчленения земной поверхности называется рельефом местности [1].

Форма рельефа отличается многообразием. В противозерозионной практике для нас представляют особый интерес: ложбина; лощина; балка; овраг.

Суходол вместе с ложбинами и лощинами составляет до 90 % всей гидрографической сети. От древней гидрографической сети отличаются углубления, являющиеся результатом эрозии в настоящее время. Это промоины и овраги (узкие углубления, развитие которых начинается с мелкой борозды, которая потом превращается в промоину). Со временем эта промоина углубляется, расширяется, разветвляется и образуется овраг.

Таким образом, рельеф – это один из главных факторов, влияющих на образование эрозионных процессов. Эрозия почв начинается при различных уклонах. Она в значительной степени зависит от уклона территории. Так, на территории Шолоховского района смыв почв, в зависимости от уклона, составляет значения, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Смыв почвы в зависимости от уклона

Показатель	Значение			
	5	10	20	30
Уклон местности, °				
Смыв почв, т/га	10,5	22,9	31,6	38,3

Развитие эрозии зависит от физических свойств почвы, и в первую очередь, от механического состава и структуры.

Сильно подвержены эрозии суглинистые и глинистые почвы, которые плохо пропускают воду, легко заплывают, с них стекает не менее 70 % дождевой и до 100 % талой воды.

По степени подверженности водной эрозии почвы можно расположить в следующем порядке (от наиболее устойчивых – к менее): мощные черноземы, обыкновенные предкавказские и североприазовские, южные, темно-каштановые и светло-каштановые почвы (цветом выделены почвы на территории Шолоховского района Ростовской области), табл. 2.

Таблица 2

Группировка почв по устойчивости к размыву

Группа почв	Тип и подтип почв	Предельно допустимая скорость стока, м/с
I	Дерново-подзолистые, светло-серые, серые, темно-серые почвы	0,12
II	Черноземы мощные, черноземы обыкновенные, черноземы южные, темно-каштановые почвы	0,17
III	Черноземы деградированные	0,20

Велика роль растительности как одного из факторов, влияющих на развитие эрозионных процессов.

Некоторое количество осадков задерживается надземной частью растений, не достигает земли и не участвует в образовании поверхностного стока. Проведенные опыты показывают, что культурные растения могут задерживать до 10 % осадков, а лесные насаждения – до 30 %. Самый большой смыв почвы наблюдается на склонах без растительности и на паровых полях. Растения обеспечивают повышенную шероховатость поверхности почвы, что влечет за собой значительное снижение поверхностного стока.

По данным государственного учета земель [3] на 1.01.1995 г., Северо-Кавказский регион назван одним из наиболее опасных в эрозионном отношении. Особое внимание в борьбе с эрозией в этом регионе обращено и в ФЦП «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы» [4].

Современный экологический кризис является следствием антропогенной деятельности.

Огромные площади эродированных земель на Верхнем и Нижнем Дону стали причиной снижения урожайности сельскохозяйственных культур.

Агротехнические и лесомелиоративные мероприятия являются, как уже говорилось ранее, мощным средством предупреждения эрозии и борьбы с ней. Но применение агротехнических средств ограничивается определённой крутизной. Эти мероприятия используются главным образом на склонах 4-5 градусов. Действие лесомелиоративных мероприятий проявляется не сразу, а только через 5-10 лет [1]. В связи с этим, для задержания поверхностного стока воды используются более дорогие гидротехнические приёмы.

Подводя итоги, отметим, что борьба с эрозией на севере Ростовской области – это дело большой важности. Наша цель – не допустить возникновения эрозионных процессов, приостановить их и восстановить плодородие эродированных почв, что обеспечит стабильность урожая сельскохозяйственных культур. Комплекс противоэрозионных мероприятий по борьбе с водной эрозией должен распространяться на весь водосборный бассейн, что позволит задержать поверхностный сток и приостановить эрозию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчаренко, И.Х. Гидротехнические противоэрозионные сооружения / И.Х. Овчаренко, П.М. Степанов, П.С. Захаров. – М.: Колос, 1980. – С. 9-12.
2. Природа, хозяйство и экология Ростовской области / Ю.П. Хрусталева [и др.]. – Ростов н/Д, 2002. – С. 45-50.
3. Экологический вестник Дона. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2006 г. – Ростов н/Д, 2007. – С. 65-70.
4. ФЦП «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы» / ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2006. – С. 64.

УДК 631.459:631.6.02

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА АГРОЛАНДШАФТАХ ШОЛОХОВСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Амелина

ФГНУ «РосНИИПМ»

Ростовская область входит в зону территорий с высоким процентом земель сельскохозяйственного назначения, земель промышленности и иного специального назначения и высокой плотностью населенных пунктов, за исключением восточной части, где высокий процент земель сельскохозяйственного назначения, но небольшая плотность населенных пунктов [1].

На территории области практически не осталось земель, которые не испытывали бы антропогенного воздействия преимущественно негативного характера.

Претерпел сильные изменения почвенный покров. Сократились площади наиболее ценных почв, уменьшился уровень плодородия всего почвенного покрова.

Исследованиями ФГНУ «РосНИИПМ» установлено, что 8,3 млн га площади земель находятся в использовании сельскохозяйственных предприятий и граждан области, 3,4 млн га (40 %) являются эрозионно-опасными, а 6,5 млн га (78,3 %) – дефляционно-опасными.

На 0,4 млн га (4,3 %) отмечено совместное действие водной и ветровой эрозии, 2,9 млн га (31,9 %) в различной степени разрушены водной эрозией, подтоплено 0,3 млн га, засолено 0,3 млн га и подвержено осолонцеванию – 1,6 млн га.

Эрозионные процессы являются одной из основных причин уменьшения содержания гумуса в почве.

Эрозия является самым распространенным и наиболее разрушительным негативным процессом.

Водная эрозия преобладает в северных районах, а ветровая – в южных и восточных районах области.

Рассмотрим результаты сравнительной оценки деградационных процессов на примере агроландшафтов Шолоховского района.

Центром Шолоховского района является ст. Вёшенская, от Ростова-на-Дону находится на расстоянии 358 км на северо-восток.

Преобладающие почвы – черноземы южные умеренно теплые промерзающие среднесплошные тяжелосуглинистые и глинистые, пески или песчаные почвы (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика почвенного покрова по гранулометрическому составу и признакам, влияющим на плодородие, % площади Шолоховского района (по данным ФГНУ «РосНИИПМ»)

Показатель	Площадь	Показатель	Площадь
Гранулометрический состав:			
1. Глинистый	22,4	4. Легкосуглинистый	8,0
2. Тяжелосуглинистый	35,2	5. Песчаный	0,6
3. Среднесуглинистый	18,2	6. Каменистые и щебенчатые	4,4

На территории области было проведено почвенно-эрозионное районирование. Было выделено пять почвенно-эрозионных районов (рис. 1).

Шолоховский район относится к III зоне – зоне очень сильной водной эрозии и слабой ветровой. На сельскохозяйственных угодьях района наблюдается прогрессирующее распространение негативных процессов:

- водной эрозии;
- ветровой эрозии;
- подтопления (в меньшей мере).



Рис. 1. Почвенно-эрозионное районирование Ростовской области:

I – зона очень сильной ветровой и слабой водной эрозии; II – зона сильной, местами умеренной ветровой и умеренной водной эрозии; III – зона очень сильной водной и слабой ветровой эрозии; IV – зона сильной водной и умеренной ветровой эрозии; V – зона умеренной, местами сильной ветровой и водной эрозии

Шолоховский район отличается отсутствием солончаков. А вот площадь оврагов по области достигла 38411 га (0,39 %), овражная эрозия распространяется в основном в северных районах области и имеет тенденцию к увеличению. Шолоховский район под оврагами имеет 3349 га (1,32 %).

К настоящему времени проделана большая работа по закреплению действующих оврагов. Большинство из них имеют приовражные лесные полосы и донные гидротехнические сооружения. Однако необходимо увеличить объемы оврагоукрепления и выполаживающих работ. В 2006 году агрохимическое обследование было проведено администрацией следующих районов: Неклиновского, Матвеево-Курганского, Милютинского, Кашарского, Дубовского, Орловского, Аксайского и Шолоховского (табл. 2).

**Изменение показателей эффективного плодородия почв
по результатам агрохимического обследования в 2006 г.**

Район	Год обследования	Площадь, тыс. га	Основные показатели плодородия почв, % и мг/кг							
			гумус	фосфор	калий	сера	медь	цинк	кобальт	марганец
			Оптимальное содержание							
			3,6-3,8	25-35	350-400	6-9	0,21-0,5	2,1-5	0,16-0,3	10-20
			Фактическое содержание							
Шолоховский	2000	85,8	2,74	25,0	254	5,8	0,09	1,0	0,12	10,1
	2006	31,6	3,22	19,2	297	5,5	0,09	0,42	0,08	5,2
Милютинский	2000	103,7	2,4	24,9	310	3,8	0,10	0,6	0,13	10,7
	2006	64,5	2,7	18,6	338	4,4	0,11	0,46	0,10	8,6
Кашарский	2000	154,7	2,8	18,3	323	3,2	0,10	0,9	0,13	11,3
	2006	113,2	2,88	16,5	304	3,7	0,11	0,48	0,10	7,5
Дубовский	1999	217,8	2,6	24,1	468	4,6	0,12	0,52	0,09	10,4
	2006	99,8	2,2	15,7	433	1,8	0,16	0,31	0,11	7,4
Орловский	2000	191,4	2,55	20,0	428	3,0	0,12	0,50	0,12	7,0
	2006	119,2	2,71	17,6	439	1,9	0,12	0,37	0,11	6,3
Неклиновский	2000	142,3	3,7	31,4	376	-	0,17	0,27	-	18,0
	2006	106,7	3,69	23,4	375	4,0	0,26	0,36	0,10	8,1
Аксайский	2002	36,6	3,6	26,6	370	-	0,17	0,38	-	13,0
	2006	14,7	3,6	19,0	384	3,8	0,15	0,33	0,09	21,3
Матвеево-Курганский	2001	114,1	4,2	31,6	387	-	0,16	0,38	-	30,0
	2006	52,7	4,0	22,0	382	6,0	0,20	0,3	0,10	20,2

Согласно «Методическим рекомендациям по выявлению деградированных и загрязненных земель», снижение содержания гумуса, подвижного фосфора, обменного калия и микроэлементов в процентах средней степени обеспеченности свидетельствует о степени деградации земель, определяемой как агроистощение.

Как показывают данные табл. 2, снижение площади земель сельскохозяйственного назначения наиболее критических размеров достигает в Шолоховском районе (с 85,8 до 31,6 тыс. га). Результатом вывода 54,2 тыс. га из сельхозоборота является и «мнимое» повышение

усредненного показателя процентного содержания гумуса с 2,74 до 3,22 %, а снижение содержания фосфора (с 25 до 19,2 %), серы (с 5,8 до 5,5 %), цинка (с 1,0 до 0,42 %), кобальта (с 0,12 до 0,08 %) и марганца (с 10,1 до 5,2 %) свидетельствует о выносе этих веществ с жидкой и твердой частью эрозионного стока.

Сохранение количественного значения меди, а по большинству районов и рост этого показателя, свидетельствует о поступлении меди с поливной водой.

При снижении содержания гумуса менее чем на 10 % можно говорить об отсутствии агроистощения (0), на 11-20 % – о слабой деградации (1), на 21-40 % – о средней деградации (2), на 41-80 % – о сильной деградации (3), на 80 % и более – об очень сильной (4) (табл. 3).

Таблица 3

Оценка степени агроистощения почв земель сельскохозяйственного назначения Шолоховского района на 2006 г.

Район	Показатель	Основные показатели плодородия почв, % и мг/кг							
		гумус	фосфор	калий	сера	медь	цинк	кобальт	марганец
		Оптимальное содержание, % и мг/кг							
		3,0-4,8	25-35	350-400	6-9	0,21-0,5	2,1-5	0,16-0,30	10-20
Шолоховский	Потеря	- 1,18	- 5,8	- 53	- 0,5	- 0,12	- 1,68	- 0,08	- 4,8
	%	27	23	15	8	57	80	80	48
	Степень	2	2	1	04	4	4	4	4

Средняя обеспеченность гумусом для района соответствует его содержанию в 1960 г. и составляет 4,4 %, очень сильная степень агроистощения по микроэлементам, средний уровень агроистощения по гумусу и фосфору [2].

Шолоховский район области находится в эрозионно-опасной зоне. Особенности рельефа, климата, распаханности земель обуславливают развитие в районе процессов водной и в меньшей мере ветровой эрозии. Незавершенность комплекса противоэрозионных мероприятий, несоблюдение противоэрозионной агротехники, так же ведет к увеличению эродированности земель (рис. 2)

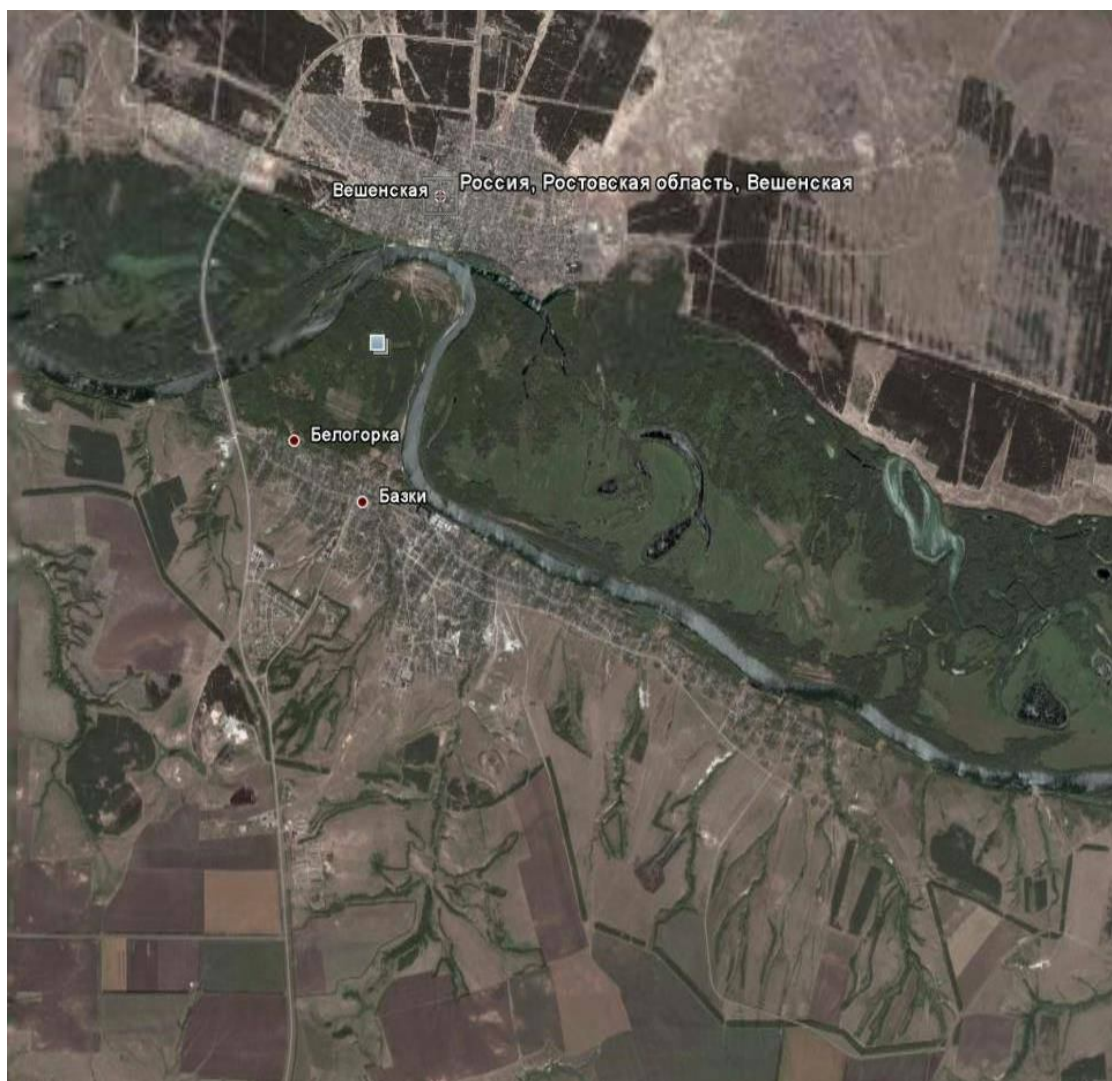


Рис. 2. Снимок района исследования, расположенный в Шолоховском районе Ростовской области ($49^{\circ}35'31.48''\text{С}$, $41^{\circ}45'.03.74''\text{В}$), высота камеры 11,71 км

Можно отметить, что на территории Шолоховского района наблюдаются негативные явления, ухудшающие экономическое и экологическое состояние, а именно: водная эрозия, дегумификация почв, деградация природных кормовых угодий и опустынивание, оврагообразование, загрязнение земель тяжелыми металлами, радионуклидами, нефтепродуктами, потеря питательных веществ и др.

Проведенные нами исследования подтверждают, что в настоящее время деградационные процессы затронули практически все земли района. Разные категории земель испытывают различную степень антропогенного воздействия. Эрозия в современных условиях является самым распространенным и наиболее разрушительным процессом, способным привести к гибели природы.

Анализ противоэрозионной эффективности отдельных приёмов и их сочетание показал наиболее высокий эффект местных полос в сочетании с простейшими гидротехническими сооружениями: валы, канавы, запруды.

При сочетании и правильном применении комплекса противоэрозионных мероприятий, в условиях организации территории агроладшафтов, список талых и ливневых вод будет уменьшаться, уровень роста оврагов снижаться, тем самым мы добьёмся снижения эрозионных процессов.

Для условий Шолоховского района Ростовской области величины снегозапасов и талого стока значительно варьируют по годам и угольям.

Статистической обработке данных по максимальному стоку предшествовала тщательная проверка и анализ исходных материалов. Особое внимание уделялось анализу правильности построения и экстраполяции теоретической кривой обеспеченности. Детальной проверке подвергался исторический максимум, то есть наибольший максимальный расход за продолжительный период.

В соответствии с нормами продолжительность периода наблюдений за максимальным стоком. При построении теоретической кривой обеспеченности максимальных расходов воды вычисляли ее параметры: среднемноголетний максимальный расход, коэффициент вариации C_v , коэффициент асимметрии C_s .

Коэффициенты вариации и асимметрии максимальных расходов определяли графоаналитическим методом с учетом неоднородности исходных данных при наличии в ряду наблюдений нулевых значений. На рис. 3 представлены полученные нами кривые обеспеченности максимального модуля твердого стока.

Максимальный модуль стока с вероятностью превышения 10 % составил с зяби – 11,4 т/га; с озимых – 16,2 т/га; с пастбища – 10,87 т/га, а максимальный модуль твердого стока составил с зяби – 1,6 т/га; с озимых – 2,0 т/га; с пастбища – 0,81 т/га.

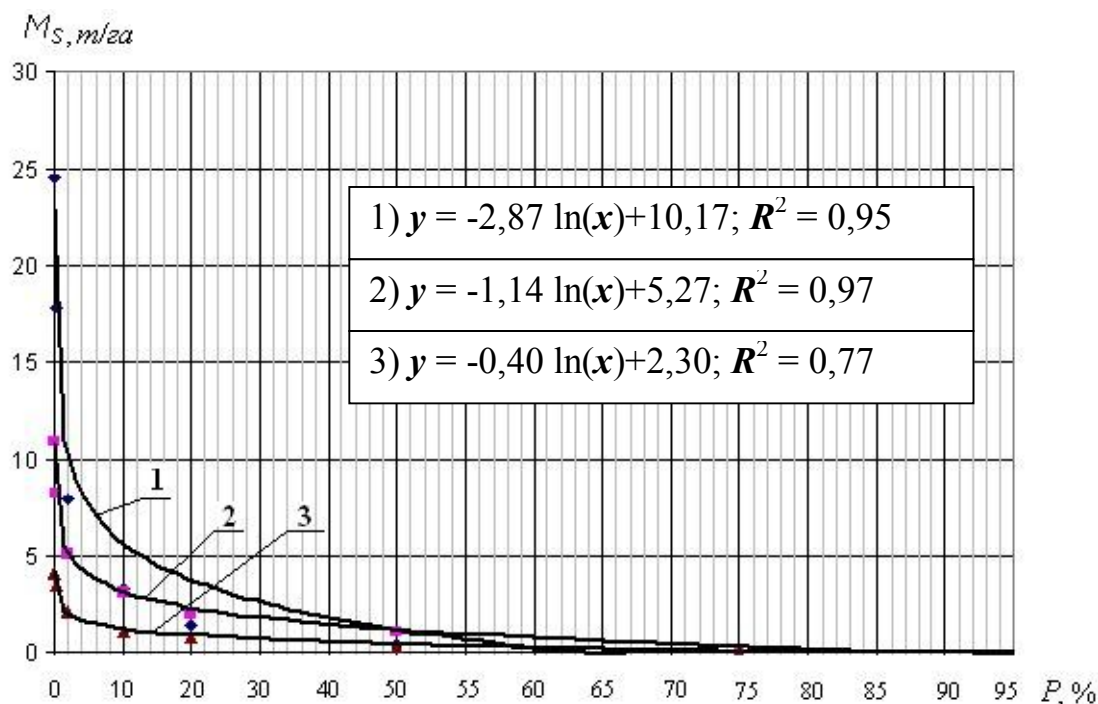


Рис. 3. Кривые обеспеченности максимального модуля твердого стока: 1 – пар; 2 – озимые; 3 – луг; 1), 2), 3) – уравнения регрессии, описывающие зависимости M_s от P , соответственно для зяби, озимых и пастбища

Правильно подобранный и научно обоснованный комплекс противоэрозионных мероприятий (правильная организация территорий с системой полосного земледелия, противоэрозионная агротехника, гидротехнические сооружения и др.) в результате позволяет быстро и эффективно повысить плодородие почв Шолоховского района и увеличить урожайность сельскохозяйственных культур, приостановить распространение эрозионных процессов и в скором времени достичь количественных значений целевых индикаторов, обозначенных в [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Экологический вестник Дона. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2006 г. – Ростов н/Д, 2007. – С. 29.
2. Безуглова, О.С. Гумусное состояние почв Юга России / О.С. Безуглова. – Ростов н/Д: РГУ, 2001. – С. 14.
3. ФЦП «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 гг.» / ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ». – М., 2006. – С. 64.

Научное издание

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник статей по материалам
научно-практического семинара

Выпуск 39
Часть II

Корректор Е.В. Кулыгина
Компьютерная верстка Е.А. Бабичева

Подписано в печать _____. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 8,89. Тираж 300 экз. Заказ _____.

Издательство ИП Кожухова А.А.
Типография «Лаки Пак»
г. Ростов-на-Дону, пр. Ворошиловский, 60