

На правах рукописи

Нозадзе Леван Резоевич

**МЕЛИОРАТИВНЫЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ
ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРОШАЕМЫХ ЮЖНЫХ
ЧЕРНОЗЕМОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ НИЖНЕГО ДОНА**

06.01.02 – «Мелиорация, рекультивация и охрана земель»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Саратов – 2015

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

Научный руководитель – **Слабунов Владимир Викторович**,
кандидат технических наук

Официальные оппоненты: **Фалькович Александр Савельевич**,
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского», кафедра «Информатика и программирование», профессор

Мещеряков Максим Павлович,
кандидат технических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», кафедра «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», доцент

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет»

Защита состоится « 4 » марта 2016 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.06 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова» по адресу: г. Саратов, ул. Советская, 60, ауд. 325 им. А. В. Дружкина.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ» и на сайте: www.sgau.ru.

Отзывы на автореферат просим высылать по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл.1. E-mail: dissovet01@sgau.ru.

Автореферат разослан « ___ » _____ 2016 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета

Маштаков Дмитрий Анатольевич

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В мировой практике явлению ирригационной эрозии уделяется достаточно большое внимание, поскольку более 70 % мелиорированных земель в Российской Федерации подвергнуты ирригационной эрозии, в частности в Ростовской области около 40 %, расположено на эродированных и эрозионно-опасных землях, деградированных в условиях длительной эксплуатации под воздействием завышенных поливных норм. Необходимо отметить, что ирригационная эрозия, кроме общего смыва почвы, снижает ее плодородие за счет вымывания питательных элементов потоками оросительной воды, вызывая процессы глееобразования и засоления на орошаемых участках.

В свою очередь, одним из возможных решений вопроса снижения эрозионных процессов и смыва почв поверхностным стоком при орошении дождеванием южных черноземов степной зоны Нижнего Дона, является разработка и внедрение новых научно-обоснованных, низкочувствительных противоэрозионных мероприятий, в частности искусственное оструктурирование почвы с применением мелиорантов-структурообразователей, т. к. противоэрозионная устойчивость почв напрямую зависит от ее структурности. Так применение мелиорантов-структурообразователей обеспечивает не только улучшение структуры почвы, но и изменения водного и теплового режимов которые, в свою очередь, вызывают активное развитие растений и, соответственно, повышение урожаев сельскохозяйственных культур при общей стабилизации их продуктивности. Подчеркивая важность определения «низкочувствительных» противоэрозионных способов, целесообразно использовать в составе мелиорантов-структурообразователей местные минеральные и органические материалы, что будет способствовать снижению затрат на производство противоэрозионных мероприятий. В аспекте выше изложенного, рассматриваемая задача является актуальной.

Степень разработанности темы. Существенный вклад в изучение и решение проблемы снижения ирригационной эрозии и в частности с помощью искусственного оструктурирования почв внесли такие ученые как П. В. Вершинин, Н. А. Качинский, И. Б. Ревут, В. П. Батюк, М. С. Григоров, В. Н. Щедрин, Ю. В. Бондаренко, Е. В. Полуэктов, А. С. Фалькович, М. П. Мещеряков и др. В этих работах рассмотрены вопросы формирования и развития ир-

ригационной эрозии на орошаемых землях, а также применения и эффективности различных противоэрозионных мероприятий. Вопросы оценки эффективности использования мелиорантов-структурообразователей на орошаемых сельскохозяйственных землях при борьбе с ирригационной эрозией раскрыты в трудах С. Я. Бездниной, Л. В. Кирейчевой, А. Н. Каштанова, М. Г. Хулбаряна. Однако необходимо отметить, что в настоящее время недостаточно проработаны вопросы разработки и применения мелиорантов-структурообразователей обеспечивающих снижение смыва и повышение плодородия южных черноземов степной зоны Нижнего Дона основанных на использовании органического и местного сырья.

Цель исследования – повышение противоэрозионной устойчивости южных черноземов на орошаемых землях за счет применения нового мелиоранта-структурообразователя.

Задачи исследования:

1. Провести анализ и выявить факторы, влияющие на развитие ирригационной эрозии при орошении дождеванием черноземов;
2. Построить экспериментально-статистические модели рецептурно-технологических решений состава нового мелиоранта-структурообразователя;
3. Определить влияние применения мелиоранта-структурообразователя на показатели структурного состояния почвы;
4. Провести оценку воздействия орошения дождеванием на коэффициент стока в зависимости от интенсивности искусственного дождя, уклона и водопроницаемости почвы при применении мелиоранта-структурообразователя;
5. Смоделировать процесс влияния, мелиоранта-структурообразователя на массу твердого стока в зависимости от поливной нормы и величины поверхностного стока;
6. Провести оценку эколого-экономической эффективности применения мелиоранта-структурообразователя.

Научная новизна исследования заключается в том что:

- получены экспериментально-статистические модели рецептурно-технологических решений состава нового мелиоранта-структурообразователя;
- получены экспериментально-статистическая модель, описывающая влияние искусственного дождя при орошении сельскохозяйственных земель, уклона орошаемого поля и водопроницаемости почвы на коэффициент стока при применении нового мелиоранта-структурообразователя;

– получена зависимость массы твердого стока от поливной нормы и величины поверхностного стока при применении мелиоранта-структурообразователя.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость работы заключается в обосновании и получении математических зависимостей, описывающих: экспериментально-статистические модели рецептурно-технологических решений состава мелиоранта-структурообразователя; модель влияния искусственного дождя при орошении сельскохозяйственных культур, уклона орошаемого поля и водопроницаемости почвы на коэффициент стока; модель влияния массы твердого стока от поливной нормы и величины поверхностного стока при применении мелиоранта-структурообразователя.

Практическая значимость подтверждается тем, что мелиорант-структурообразователь (Патент РФ № 2537178) внедрен в ООО «Агропредприятие «Бессергеновское» Октябрьского района и ОАО «Имени Калинина» Матвеево-Курганского района Ростовской области, обеспечивающий: улучшение структурного состояния почвы (увеличение содержания водопрочных агрегатов на 10,56 %); увеличение коэффициента степени агрегатности почвы на 5,1 %; снижение фактора дисперсности на 43,8 %; сокращение объема поверхностного стока и смыва в 2,0-2,3 раза.

Методология и методы исследования.

Методологической основой послужили: системный подход в изучении мероприятий повышения сопротивляемости орошаемых почв ирригационной эрозии; методы системного анализа и эмпирического обобщения. Теоретической базой исследований являются работы отечественных (ГНУ «ВНИИГиМ», ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», ФГБНУ «РосНИИПМ», ФГБОУ ВО НИМИ ДГАУ, ФГБОУ ВО «ВолГАУ») и зарубежных авторов, комплексные теоретические и натурные исследования процессов ирригационной эрозии, анализ и обобщение полученных результатов. Эмпирическую базу исследований составили результаты полевых лабораторных исследований, которые выполнялись в соответствии с действующими нормативными документами и стандартными методиками, сертифицированными приборами и оборудованием. Обработка результатов исследований проводилась с использованием теории планирования эксперимента и математической статистики.

Положения, выносимые на защиту:

1. Рецептурно-технологические решения состава нового мелиоранта-

структурообразователя;

2. Экспериментально-статистическая модель влияние искусственного дождя при орошении сельскохозяйственных культур, уклона орошаемого поля и водопроницаемости почвы на коэффициент стока при применении нового мелиоранта-структурообразователя;

3. Зависимость массы твердого стока от поливной нормы и величины поверхностного стока при применении мелиоранта-структурообразователя;

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность научных результатов подтверждается большим объемом экспериментального материала, применением современных методик при проведении и организации лабораторно-полевых исследований, подтвержденных актами внедрения. Степень достоверности обеспечена статистическими методами оценки данных с использованием ЭВМ, высокой степенью сходимости теоретических исследований и полученных результатов.

Основные положения диссертации были доложены и обсуждены на научно-практических конференциях ФГБНУ «РосНИИПМ»: Пути повышения эффективности орошаемого земледелия (г. Новочеркасск, 2012-2014 гг.); на II международной научно-практической конференции молодых ученых: Теоретическое и практическое развитие науки в современных социально-экономических условиях (г. Москва, 2013 г.); на международной научно-практической конференции: Современные тенденции в науке и образовании (г. Москва, 2014 г.).

Результаты исследований внедрены на орошаемых массивах ООО «Агропредприятие «Бессергеновское» Октябрьского района и ОАО «Имени Калинина» Матвеево-Курганского района Ростовской области.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 12 научных работ, в том числе 3 работы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 патент на изобретение. Общий объем публикаций составляет 3,98 п. л., из них – 3,16 п. л. принадлежат лично автору.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 129 страницах, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, имеет 25 таблиц, 25 рисунков, 6 приложений. Список литературы включает в себя 130 наименований, в том числе 10 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приведены актуальность, цель и задачи, научная новизна проведенных исследований, научные результаты, выносимые на защиту, объект и предмет исследований, методология исследований, достоверность результатов исследований, практическая ценность, реализация и апробация работы.

В первой главе «Состояние вопроса, цель и задачи исследований» анализируются результаты исследований: влияния орошения на почвенный покров; влияния различных факторов на образование поверхностного стока при поливе дождеванием, а также проведен анализ мероприятий по снижению образования поверхностного стока при орошении сельскохозяйственных культур.

В мировой практике явлению ирригационной эрозии уделяется достаточно большое внимание. Данным исследованиям посвящены работы таких ученых как: Б. Б. Шумаков, Ц. Е. Мирцхулава, М. С. Григоров, В. Н. Щедрин, Ю. В. Бондаренко, Ю. П. Поляков, Е. В. Полуэктов, В. Е. Райнин, А. В. Кравчук, М. С. Кузнецов, Г. П. Сурмач, А. С. Фалькович, М. П. Мещеряков П. Н. Проездов и др. В работах ученых отмечается, что: для каждой природно-климатической зоны характерна та или иная специфика формирования поверхностного стока с орошаемых земель; при орошении без соблюдения противоэрозионных мероприятий возможна эрозия в размерах, значительно превышающих эрозию, вызванную сильными ливнями; существенное влияние на формирование ирригационной эрозии оказывают водно-физические свойства почвы, уклон орошаемого поля и характеристики искусственного дождя; на орошаемых полях, имеющих уклоны, создаются предпосылки образования поверхностного стока и перемещения потоков воды.

Вопросы оценки эффективности использования мелиоранто-структурообразователей на орошаемых сельскохозяйственных землях при борьбе с ирригационной эрозией освещены в трудах П. В. Вершинина, Н. А. Качинского, И. Б. Ревута, В. П. Батюка, М. С. Григорова, В. Н. Щедрина С. Я. Бездниной, Л. В. Кирейчевой, А. Н. Каштанова, М. Г. Хубларяна. В их работах отмечается, что разработка и внедрение новых научно-обоснованных противоэрозионных способов борьбы с ирригационной эрозией при помощи структурообразующих материалов, позволяющих повысить сопротивляемость почв разрушающему действию ирригационной эрозии и способствующих сохранению почвенного плодородия и росту урожайности, является актуальной

проблемой, решение которой имеет важное значение. Однако, вопросам связанным с рецептурой мелиоранта-структурообразователя из природных материалов на наш взгляд уделено недостаточно внимания, что в свою очередь, требует дополнительных исследований по разработке состава и влиянию мелиоранта-структурообразователя на черноземы южные степной зоны Нижнего Дона.

Во второй главе «Программа и методика исследований» приводятся характеристика района исследований, общая программа исследований (рисунок 1), методика экспериментальных исследований.



Рисунок 1 – Структурная схема проведения исследований

Полевые исследования по оценке влияния интенсивности искусственного дождя на сток с поверхности орошаемого массива проводились в ООО «Агро-предприятие «Бессергеновское» Октябрьского района Ростовской области. По морфологическому строению почвенный покров однороден и представлен среднесуглинистыми южными черноземами среднemocными по мощности гумусового слоя и слабогумусированными по содержанию общего гумуса. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 3,22 %. Мощность исследуемого слоя – 20 см. Уклоны опытных участков колеблются в пределах 0,01-0,03. Поливы сельскохозяйственной культуры (кукуруза на зеленую массу) проводились поливной нормой 400 м³/га, а оросительная норма составила 2800 м³/га при влажности почвы в пределах 75-80 % полевой влагоемкости. Орошение проводилось дождевальнoй машиной «Фрегат» кругового действия.

Лабораторные анализы проводились в эколого-аналитической лаборатории ФГБНУ «РосНИИПМ». Лаборатория аккредитована в системе СААЛ, аттестат аккредитации № РОСС RU 0001.512.581. При проведении лабораторно-полевых исследований использовались основные требования и положения, изложенные в действующей нормативной документации. Отбор почвенных образцов проводился в соответствии с общепринятыми методиками и нормативами: ГОСТ 17.4.3.01-83; ГОСТ 17.4.4.02-84; ГОСТ 28168-89. Измерения характеристик искусственного дождя проводились согласно положениям ГОСТ ISO 11545. Гранулометрический и микроагрегатный анализы почвы проводились по методу Н. А. Качинского (ГОСТ 12536-79), агрегатный анализ почвы – по методу Н. И. Савинова, определение водопроницаемости почвы – методом рам.

Экономическую оценку эффективности применения мелиоранта-структурообразователя проводили в соответствии с «Методикой определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники», биоэнергетическую – в соответствии с «Методикой ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе».

В третьей главе «Теоретическое обоснование направлений экспериментальных исследований нового мелиоранта-структурообразователя» проведено

теоретическое и практическое обоснование применения мелиоранта-структурообразователя.

Так, количественно эффективность применения мелиоранта-структурообразователя, можно оценить, используя следующую зависимость:

$$m_{\text{дон}} = E - W_{\text{г}} + h_{\text{г}}, \quad (1)$$

где $m_{\text{дон}}$ – допустимая норма полива при силе удара капель искусственного дождя, близкой к нулю, мм; E – емкость пахотного слоя почвы, мм; $W_{\text{г}}$ – запас воды в пахотном слое перед поливом, мм; $h_{\text{г}}$ – слой воды, впитавшийся в нижележащие слои за время до образования стока, мм.

Рассматривая первое слагаемое (E) зависимости (1), можно предположить что, эффективность применения мелиоранта-структурообразователя, направленного на изменение водопрочности структуры и плотности, будет определяться соотношением:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{h_{n1} \cdot (\gamma - w_{nc1}) \cdot d_{\text{га1}}^{0,37}}{h_{n2} \cdot (\gamma - w_{nc2}) \cdot d_{\text{га2}}^{0,37}}, \quad (2)$$

где E_1 , E_2 – емкость пахотного слоя до и после внесения в почву мелиоранта-структурообразователя.

Второе слагаемое из зависимости (1) – $W_{\text{г}}$ зависит от влажности и мощности пахотного слоя. Значение данного слагаемого, зависящего от интенсивности инфильтрации воды в подпахотном слое почвы, изменяется при применении мелиоранта-структурообразователя.

Так величину допустимой интенсивности искусственного дождя можно приближенно определить по зависимости:

$$\rho_{\text{дон}} = 0,41 \cdot d_{\text{га}}^{\text{cp}} \left(\frac{\gamma - W}{\gamma} \right)^{2,46} \cdot \left(\frac{1 - N_{\text{фГ}}}{N_{\text{фГ}}} \right)^{2,46}, \quad (3)$$

где $\rho_{\text{дон}}$ – допустимая интенсивность искусственного дождя, мм/мин; $d_{\text{га}}^{\text{cp}}$ – средняя величина водопрочных агрегатов для заданного диапазона силы удара капель дождя, мм; γ , W – удельная и объемная масса наиболее плотного слоя в корнеобитаемой толще почвы, г/см³; $N_{\text{фГ}}$ – содержание физической глины (ча-

стиц менее 0,01 мм) в почве, в долях единиц.

В свою очередь, средняя величина диаметра водопрочных агрегатов (d_{ea}^{cp}) в диапазоне силы удара капель дождя от 0 до $F=0,033 \rho_d \sigma_k^2 / d_k$ будет равна:

$$d_{ea}^{cp} = d_{eay} + \frac{d_{ea} - d_{eay}}{KFt} [1 - \exp(-KFt)], \quad (4)$$

где d_{ea}, d_{eay} – соответственно средневзвешенный диаметр водопрочных агрегатов предварительно капиллярно увлажненной почвы и в момент стабилизации разрушения структуры, мм; F – сила удара капель дождя, кг/м²с; ρ_d – интенсивность искусственного дождя, мм/мин; σ_k^2 – скорость падения капель; d_k – средний диаметр дождевых капель; t – длительность интенсивного разрушения агрегатов; K – коэффициент, учитывающий степень исходного увлажнения почвы.

Тогда повышение допустимой интенсивности искусственного дождя за счет уменьшения плотности почвы, оценивается, согласно зависимости (3), соотношением:

$$\frac{\rho_{донД_2}}{\rho_{донД_1}} = \left(\frac{\gamma - W_{nc_2}}{\gamma - W_{nc_1}} \right)^{2,46}, \quad (5)$$

где $\rho_{донД_1}, \rho_{донД_2}$ – соответственно допустимая интенсивность искусственного дождя при объемной массе наиболее плотного слоя почвы до и после внесения мелиоранта-структурообразователя W_{nc_1} и W_{nc_2} ; γ – удельная масса твердой фазы почвы.

Тогда эффективность мероприятий, направленных на повышение емкости пахотного слоя и инфильтрации почвы, можно оценить по соотношению:

$$\frac{m_{\partial_2}}{m_{\partial_1}} = \frac{Z_2 \cdot (1 + \rho_{донД_1} - 0,32K_{y_1}^{0,74}) \cdot (\rho_{дон} - \rho_{донД_1})}{Z_1 \cdot (1 + \rho_{донД_2} - 0,32K_{y_2}^{0,74}) \cdot (\rho_{дон} - \rho_{донД_2})}, \quad (6)$$

где $m_{\partial_1}, m_{\partial_2}$ – соответственно допустимая норма полива при установившейся интенсивности инфильтрации K_{y_1} и K_{y_2} ; $\rho_{донД_1}, \rho_{донД_2}$ – допустимая интенсивность искусственного дождя для почвы при $d_{ea}^{cp} = d_{ea}$ до и после внесения

мелиоранта-структурообразователя; Z_1, Z_2 – глубина пахотного слоя до и после внесения мелиоранта-структурообразователя.

Так как мероприятия, направленные на снижение энергии дождевых капель и их механического воздействия на почву, относятся также к мерам повышения допустимых норм полива. Тогда положительное действие внесения мелиоранта-структурообразователя обусловлено повышением допустимой интенсивности искусственного дождя за счет сохранения водопрочной структуры почвы. Тогда степень изменения этой характеристики в данном случае определяется соотношением:

$$\frac{\rho_{\partial on D_2}}{\rho_{\partial on D_1}} = \frac{\bar{d}_{ва D_2}}{\bar{d}_{ва D_1}}, \quad (7)$$

где $\bar{d}_{ва D_1}, \bar{d}_{ва D_2}$ – допустимая интенсивность искусственного дождя до и после внесения мелиоранта-структурообразователя; $\bar{d}_{ва D_1}, \bar{d}_{ва D_2}$ – средний размер водопрочных агрегатов до и после внесения мелиоранта-структурообразователя.

В свою очередь, положительное действие внесения мелиоранта-структурообразователя обусловлено повышением допустимой нормы полива, которое может быть определено по соотношению:

$$\frac{m_{\partial_2}}{m_{\partial_1}} = \frac{(\rho_{\partial on_1} - \rho_{\partial on D_1}) \cdot \rho_{\partial on_2^{F_1}}}{(\rho_{\partial on_2} - \rho_{\partial on D_2}) \cdot \rho_{\partial on_2^{F_2}}}, \quad (8)$$

где $m_{\partial_1}, m_{\partial_2}$ – допустимая норма полива соответственно до и после внесения мелиоранта-структурообразователя при энергетических характеристиках дождя соответственно $\rho_{\partial on_1}, F_1$, и $\rho_{\partial on_2}, F_2$.

Таким образом, внесение мелиоранта-структурообразователя способствует повышению емкости пахотного слоя орошаемых почв за счет улучшения водопрочности структуры, снижения плотности и увеличения мощности пахотного слоя.

По результатам проведенных исследований и на основании априорной информации были подобраны компоненты мелиоранта-структурообразователя с учетом их наличия в достаточном количестве на территории в Ростовской об-

ласти и влияния на почву: бентонитовые глины (обладают высокой связующей способностью и водопоглощаемостью, увеличивают почвенную емкость поглощения нитратов и способствует предотвращению их вымывания); терриконовая порода (отличительным признаком которой является содержание в ней кальция, железа, серы, что при внедрении в почвенно-поглощительный комплекс благоприятно влияет на оструктурирование почвы и тем самым увеличивает влагоемкость почвы, делают ее более водопроницаемой); известняк-ракушечник (обогащает почвы коллоидными частицами, увеличивает ее влагоемкость, улучшает структуру почвы, влажность и аэрируемость); керамзитовый отсев (за счет пористой структуры легко впитывает воду и отдает, если в почве ощущается ее недостаток).

Решение задачи изучения влияния неоднородности фракционного состава на емкость поглощения мелиоранта-структурообразователя позволило построить экспериментально-статистические модели рецептурно-технологических решений состава нового мелиоранта-структурообразователя (рисунки 2-5) и получены зависимости емкости поглощения от фракционного состава компонентов мелиоранта-структурообразователя (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимости емкости поглощения (E) от фракционного состава компонентов мелиоранта-структурообразователя

Компонент	Зависимость	№
Бентонитовая глина	$E = 122,98x_1 + 389,28x_2 + 41,95x_3 - 366,50x_1x_2 + 647,54x_1x_3 + 172,63x_2x_3$ ¹	(9)
Керамзитовый отсев	$E = 21,15x_1 + 89,40x_2 + 142,09x_3 + 398,52x_1x_2 - 171,40x_1x_3 + 78,72x_2x_3$ ²	(10)
Известняк-ракушечник	$E = 1096,49x_1 + 336,97x_2 + 337,64x_3 - 1401,98x_1x_2 - 3714,36x_1x_3 + 1121,88x_2x_3$ ³	(11)
Терриконовая порода	$E = 141,48x_1 - 13,68x_2 + 558,97x_3 + 1254,56x_1x_2 - 2890,74x_1x_3 + 660,78x_2x_3$ ⁴	(12)
Примечание:		
1 – здесь x_1, x_2, x_3 – размеры гранул соответственно, мм: 0,315-1,5; 1,5-2,5; 2,5-5;		
2 – здесь x_1, x_2, x_3 – размеры гранул соответственно, мм: 0,315-0,5; 0,5-0,8; 0,8-1;		
3 – здесь x_1, x_2, x_3 – размеры гранул соответственно, мм: 5,0-6,5; 6,5-8,5; 8,5-10;		
4 – здесь x_1, x_2, x_3 – размеры гранул соответственно, мм: < 1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0		

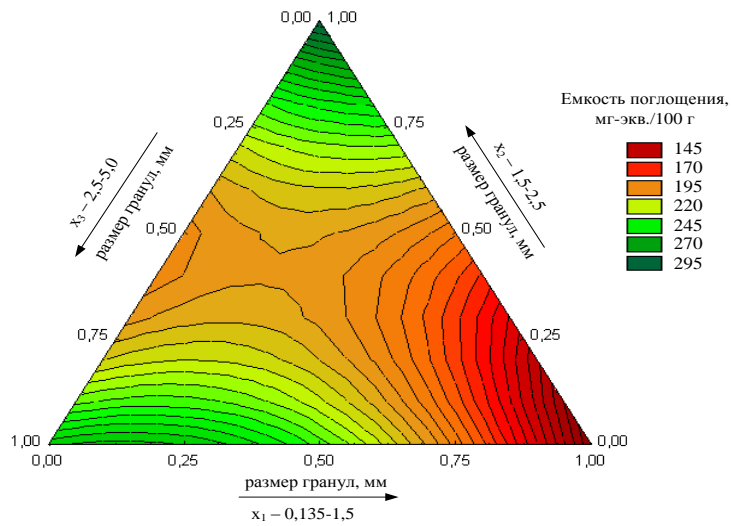


Рисунок 2 – Диаграмма зависимости емкости поглощения от размера гранул бентонитовой глины

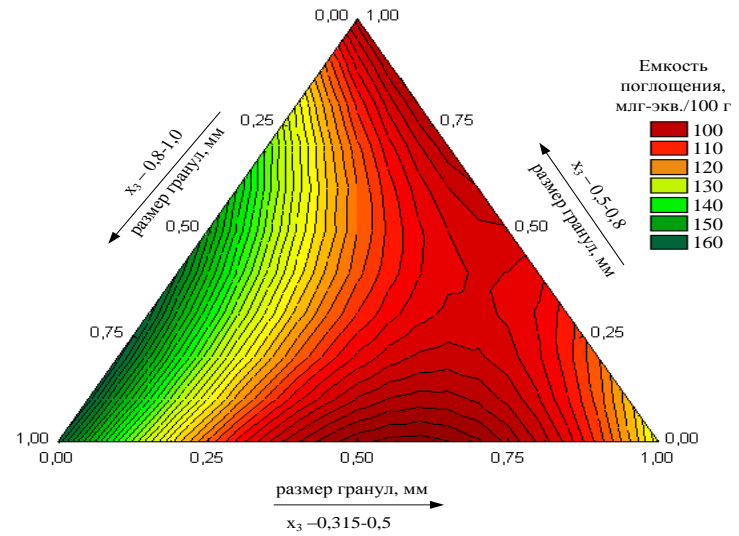


Рисунок 3 – Диаграмма зависимости емкости поглощения от размера гранул керамзитового отсева

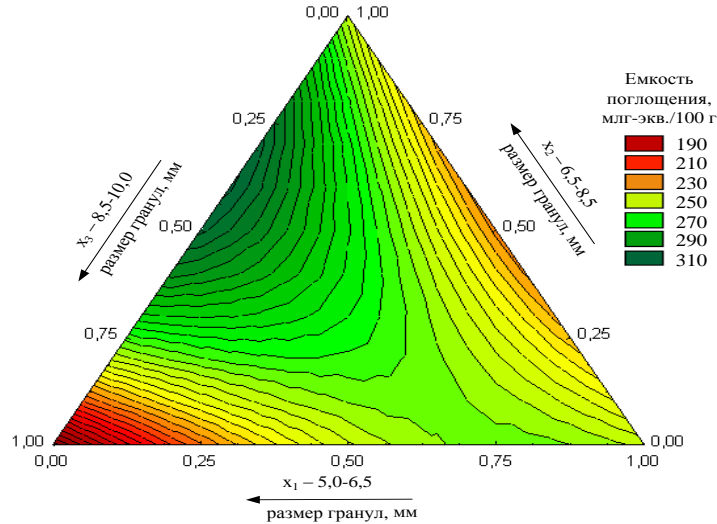


Рисунок 4 – Диаграмма зависимости емкости поглощения от размера гранул известняка-ракушечника

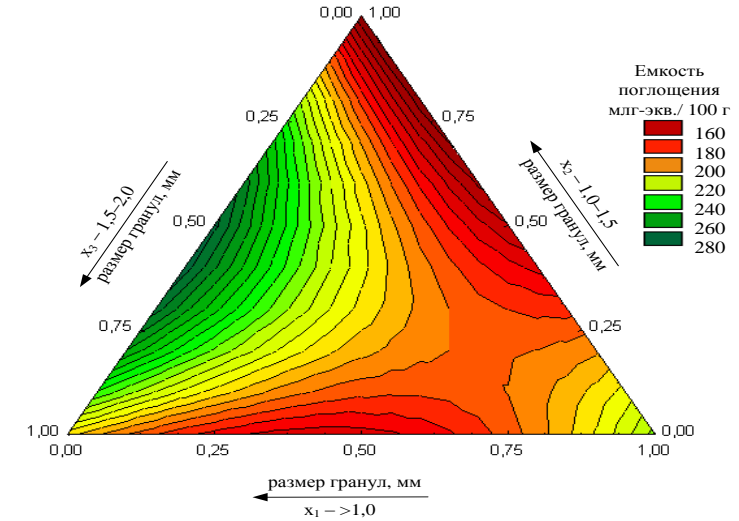


Рисунок 5 – Диаграмма зависимости емкости поглощения от размера гранул терриконовой породы

Для получения оптимального варианта состава мелиоранта-структурообразователя с учетом фракционного состава каждого из компонентов была проведена серия лабораторно-полевых исследований по определению средней скорости впитывания воды в почву различных вариантов процентных соотношений компонентов мелиоранта-структурообразователя (таблица 2).

Таблица 2 – Состав и норма внесения мелиоранта-структурообразователя

Компоненты мелиоранта-структурообразователя			Норма внесения, кг/га
Бентонитовая глина (30 % в составе мелиоранта-структурообразователя), кг/га			1440
20 %, 0,315-1,5 мм	30 %, 1,5-2,5 мм	50 %, 2,5-5,0 мм.	
288	432	720	
Керамзитовый отсев (5 % в составе мелиоранта-структурообразователя), кг/га			240
40 %, 0,315-0,5 мм	50 %, 0,5-0,8 мм	10 %, 0,8-1,0 мм	
96	120	24	
Известняк-ракушечник (55 % в составе мелиоранта-структурообразователя), кг/га			2640
20 %, 5,0-6,5 мм	70 %, 6,5-8,5 мм	10 %, 8,5-10,0 мм	
528	1848	264	
Терриконовая порода (10 % в составе мелиоранта-структурообразователя), кг/га			480
35 %, менее 1,0 мм	55 %, 1,0-1,5 мм	10 %, 1,5-2,0 мм	
168	264	48	
Общая норма внесения мелиоранта-структурообразователя:			4800

В результате получен оптимальный состав мелиоранта-структурообразователя, включающий: керамзитовый отсев (5 %), терриконовую породу (10 %), известняк-ракушечник (55 %), бентонитовую глину (30 %). Явление оструктурирования обусловлено тем, что при попадании оросительной воды в почву, смешанную с мелиорантом-структурообразователем, входящая в его состав бентонитовая глина начинает набухать, затем происходит ее облипание терриконовой породой и керамзитовым отсевом, вследствие чего образуется эрозионноустойчивая структура почвы, а известняк-ракушечник играет оструктуривающую и водоудерживающую роль. В результате сочетания всех этих компонентов увеличивается водопроницаемость почвы.

На основании полученных вышеприведенных результатов исследований

для практического использования были определены состав и норма внесения мелиоранта-структурообразователя (таблица 2).

Сопоставление результатов проведенных гранулометрического, структурного и микроагрегатного анализов черноземов южных в ООО «Агропредприятие «Бессергеновское» до и после внесения мелиоранта-структурообразователя за трехлетний период исследований позволило судить о степени дисперсности и прочности микроструктуры почвы (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты анализа черноземов южных в ООО «Агропредприятие «Бессергеновское»

Степень агрегатности по Бэйверу и Родесу, %	Фактор дисперсности по Н. А. Качинскому, %	Фактор структурности по Фагелеру, %	Гранулометрический показатель структурности по А. Ф. Вадюниной, %
Почва (контроль)			
62,59	30,12	69,88	0,63
Почва + мелиорант-структурообразователь (после 3-х лет исследований)			
65,97	16,93	83,07	0,68

Анализ данных таблицы 3 показывает, что фактор дисперсности при внесении мелиоранта-структурообразователя в почву на 43,8 % меньше. Структурное состояние почвы до и после внесения мелиоранта-структурообразователя по критерию водопропрочности характеризуется увеличением и переходом почвы из неудовлетворительного состояния (31,8 %) в удовлетворительное (42,4 %) по шкале С. И. Долгова и П. У. Бахтина.

Четвертая глава «Оценка степени воздействия дождевания на качественные характеристики почв» содержит результаты исследований: по применению мелиоранта-структурообразователя на коэффициент стока от интенсивности искусственного дождя, уклона и водопроницаемости почвы; влияния на составляющие поверхностного стока (жидкий, твердый) и смыв почвы при орошении дождеванием; влияния поливной нормы на сток с орошаемого поля.

В результате статистической обработки опытных данных построены спектральные поверхности регрессий и получены аналитические уравнения (7)-(9), которые отображают связи интенсивности искусственного дождя, уклона и водопроницаемости почв с коэффициентом стока K_{cm} (таблица 4), а также построена обобщающая экспериментально-статистическая модель и получена аналитическая зависимость (10), описывающая влияние искусственного дождя при орошении ДМ «Фрегат» кукурузы на зеленую массу, уклона орошаемого

поля и водопроницаемости почвы на коэффициент стока при применении нового мелиоранта-структурообразователя (рисунок 6).

Таблица 4 – Зависимости коэффициента стока от интенсивности искусственного дождя, уклона и водопроницаемости почвы при применении мелиоранта-структурообразователя

Зависимость	Коэффициент детерминации	№
$K_{cm} = 2,9865 - 2,2139d - 1,6586\rho + 0,4364d^2 + 0,4631d\rho + 0,4862\rho^2$	при $R^2 = 0,61$	(13)
$K_{cm} = 2,9741 - 0,6069i - 2,3104d + 0,0372i^2 + 0,2543id + 0,4474d^2$	при $R^2 = 0,57$	(14)
$K_{cm} = 0,0471 + 0,0117i - 0,0547\rho + 0,0087i^2 - 0,0243i\rho + 0,112\rho^2$	при $R^2 = 0,60$	(15)

Примечание: K_{cm} – коэффициент стока, т/га; ρ – интенсивность искусственного дождя, мм/мин; i – уклон орошаемого массива, град; d – водопроницаемость почвы, мм/мин

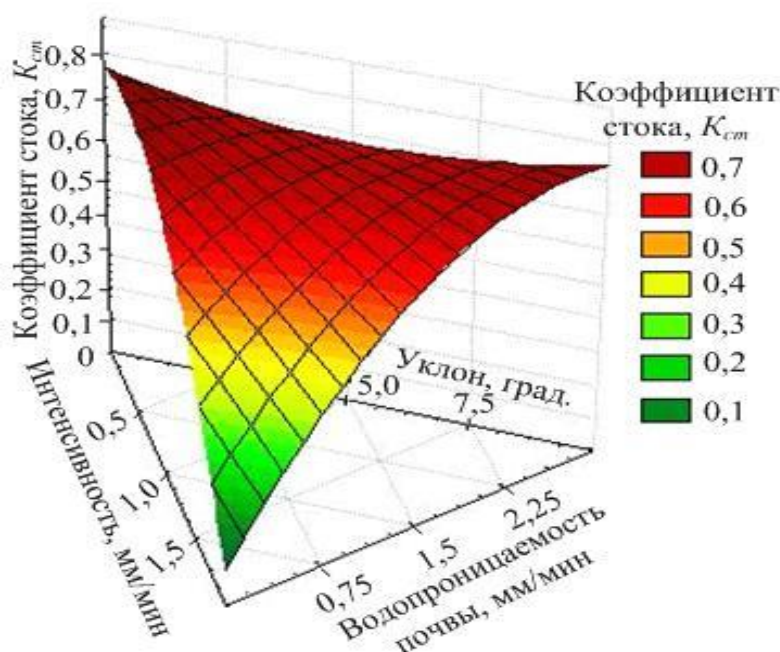


Рисунок 6 - Зависимость коэффициент стока от интенсивности искусственного дождя, уклона и водопроницаемости почвы при применении нового мелиоранта-структурообразователя

$$K_{cm} = 0,4209\rho + 0,612i - 6,9672d - 3,1077\rho i + 8,3815\rho d + 10,7453id, R^2 = 0,52 \quad (16)$$

где K_{cm} – коэффициент стока, т/га;

ρ – интенсивность искусственного дождя, мм/мин;

i – уклон орошаемого массива, град;

d – водопроницаемость почвы, мм/мин.

Полученные аналитические зависимости могут быть использованы спе-

циалистами в области мелиорации для прогнозирования поверхностного смыва почвы при оценке эффективности применения мелиоранта-структурообразователя в составе комплекса противоэрозионных мероприятий на южных черноземах степной зоны Нижнего Дона.

Далее наши исследования были направлены на изучение влияния уклона орошаемого массива на поверхностный сток, а в частности его составляющие по фазам – жидкий и твердый сток, в результате которых были получены зависимости поверхностного стока по составляющим (жидкий ($K_{cm}^{жс}$) и твердый ($K_{cm}^{ме}$)) и смыва почвы (W , кг/га) от уклона орошаемого массива (i) при применении мелиоранта-структурообразователя:

$$- K_{cm}^{жс} = 0,002 i^2 + 0,045 i - 0,009, \text{ при } R^2 = 0,96; \quad (17)$$

$$- K_{cm}^{ме} = 0,0003 i^3 - 0,0011 i^2 + 0,0032 i + 0,0079, \text{ при } R^2 = 0,956; \quad (18)$$

$$- W = 1,3728 i^{2,1005}, \text{ при } R^2 = 0,961. \quad (19)$$

Анализ полученных данных показал снижение стока и, в свою очередь, массы смытой почвы с орошаемого массива. Величины достоверности аппроксимации (R^2) позволяют рекомендовать установленные зависимости (17)-(19) использовать при разработке комплекса противоэрозионных мероприятий, а в частности при расчете ущерба от ирригационной эрозии.

За весь период полевых исследований масса твердого стока при использовании мелиоранта-структурообразователя была сокращена в 2,3 раза (таблица 5).

Таблица 5 – Масса твердого стока в среднем за один полив

Год исследований	Условия опыта	Масса твердого стока, т/га
2012	Без применения мелиоранта-структурообразователя	0,855
	С применением мелиоранта-структурообразователя	0,325
2013	Без применения мелиоранта-структурообразователя	0,940
	С применением мелиоранта-структурообразователя	0,402
2014	Без применения мелиоранта-структурообразователя	0,998
	С применением мелиоранта-структурообразователя	0,445

На основании статистических расчетов построена поверхность регрессии (рисунок 7) и получена зависимость массы твердого стока от поливной нормы и величины поверхностного стока:

$$M = 0,0016 D_{ir} + 0,0068 W_{n.c} - 0,5201, \text{ при } R^2 = 0,61, \quad (20)$$

где M – масса твердого стока, т/га;

D_{ir} – поливная норма, м³/га;

$W_{n.c}$ – величина поверхностного стока, м³/га.

Полученная зависимость (20) может быть использована для оперативного определения массы твердого стока при разработке и обосновании комплекса противоэрозионных мероприятий и расчете ущерба от эрозии при орошении дождеванием.

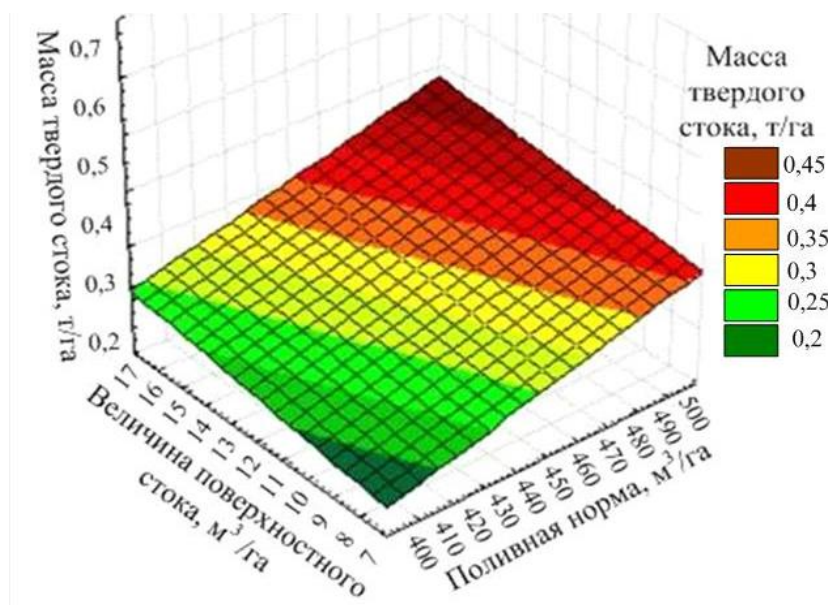


Рисунок 7 – Зависимость массы твердого стока от поливной нормы и величины поверхностного стока

Применение мелиоранта-структурообразователя за весь период исследований позволило предотвратить вынос гумуса на 218,8 кг/га, элементов питания: азота – 19,5 кг/га, фосфора – 6,4 кг/га, калия – 68,8 кг/га, а также снизить образование твердого стока при орошении дождеванием ДМ «Фрегат» кукурузы на зеленую массу.

В пятой главе «Экономическая эффективность применения мелиоранта-структурообразователя» представлены расчеты экономической эффективности и ресурсно-экологической оценки на биоэнергетической основе применения мелиоранта-структурообразователя.

Экономический эффект от применения мелиоранта-структурообразователя (Патент РФ № 2537178) составляет 961,58 руб./га. Ресурсно-экологическая оценка эффективности применения мелиоранта-структурообразователя показала предотвращение потери гумуса в размере 319,3 ГДж/год и увеличение энергетической эффективности агроэкосистемы на 39,27 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ источников показывает, что основными факторами, влияющими на развитие ирригационной эрозии при орошении дождеванием черноземов, являются интенсивность искусственного дождя, уклон орошаемого массива и водопроницаемость почвы. Снижение ущерба возможно за счет применения недорогих и эффективных мелиорантов-структурообразователей на основе местных материалов, обладающих оструктуривающими свойствами.

2. В результате проведенных лабораторно-полевых исследований построены экспериментально-статистические модели рецептурно-технологических решений компонентов мелиоранта-структурообразователя. Подобран состав нового мелиоранта-структурообразователя: бентонитовая глина – 30 %, керамзитовый отсев – 5 %, известняк-ракушечник – 55 %, терриконовая порода – 10 %. Оптимальные дозы компонента мелиоранта-структурообразователя составляют при общей норме внесения 4800 кг/га: 1440 кг/га бентонитовой глины, 240 кг/га керамзитового отсева, 2640 кг/га известняка-ракушечника, 480 кг/га терриконовой породы.

3. Применение мелиоранта-структурообразователя позволило улучшить показатели структурного состояния почвы: фактор дисперсности при внесении мелиоранта-структурообразователя в почву снизился на 43,8 %; степень агрегатности почвы увеличилась на 5,1 %; гранулометрический показатель повысился на 7,9 %; фактор структурности повысился на 18,9 %. Анализируя структурное состояние почвы до и после внесения мелиоранта-структурообразователя по критерию водопрочности можно констатировать увеличение на 10,6 % содержания агрономически ценных агрегатов (водопрочных) в почве после внесения мелиоранта-структурообразователя, и, как следствие, переход почвы из неудовлетворительного состояния (31,8 %) в удовлетворительное (42,4 %).

4. Использование мелиоранта-структурообразователя при орошении сельскохозяйственных культур (кукуруза на зеленую массу), в зависимости от интенсивности искусственного дождя, уклона орошаемого массива и водопроницаемости почвы, как наиболее влияющих факторов на развитие ирригационной эрозии, позволило снизить коэффициент стока на 10-15 %.

5. Применение мелиоранта-структурообразователя за весь период исследований, позволило предотвратить вынос гумуса на 218,8 кг/га, элементов питания: азота – 19,5 кг/га, фосфора – 6,4 кг/га, калия – 68,8 кг/га, а также снизить образование твердого стока при орошении дождеванием на 10-15%.

6. Годовой экономический эффект от применения мелиоранта-структурообразователя составляет 961,58 руб./га. Ресурсно-экологическая оценка эффективности применения мелиоранта-структурообразователя показала предотвращение потери гумуса в размере 319,3 ГДж/год и увеличение энергетической эффективности агроэкосистемы на 39,27 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

При орошении дождеванием сельскохозяйственной культуры (кукурузы на зеленую массу) на южных черноземах Нижнего Дона рекомендуется применять предложенный состав мелиоранта-структурообразователя в дозе – 4800 кг/га, соответственно дозы компонентов составят: бентонитовой глины – 1440 кг, керамзитового отсева – 240 кг, известняка-ракушечника – 2640 кг, терриконовой породы – 480 кг.

Мелиорант-структурообразователь рекомендуется вносить перед началом вегетационного периода в пахотный слой один раз в три года на черноземах южных степной зоны Нижнего Дона.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

- уточнить влияние разработанного состава мелиоранта-структурообразователя на водно-физические свойства различных типов почв Ростовской области;
- определить (установить) величины оптимальных эрозионно-допустимых поливных норм при применении мелиоранта-структурообразователя для различных типов почв Ростовской области;
- определить влияние химических элементов входящих в состав мелиоранта-структурообразователя в следствии накопления на качество выращиваемой продукции в следствии их накопления.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых научных изданиях

1 Нозадзе, Л. Р. К вопросу повышения плодородия почв с помощью мелиорантов-структурообразователей / Л. Р. Нозадзе // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2014. – № 1(33). – С. 96-100.

2 Нозадзе, Л. Р. Подбор оптимального состава композиции из структурообразующих материалов для борьбы с ирригационной эрозией / Л. Р. Нозадзе // Научный журнал КубГАУ: политематический сетевой электрон. журн. / Кубанский гос. аграрн. ун-т. – Электрон. журн. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 97(03). – 15 с. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/24.pdf>.

3 Нозадзе, Л. Р. Влияние применения мелиоранта-структурообразователя на почву при орошении дождеванием / Л. Р. Нозадзе, В. В. Слабунов // Научный журнал КубГАУ: политематический сетевой электрон. журн. / Кубанский гос. аграрн. ун-т. – Электрон. журн. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 106(02). – 11 с. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/02/pdf/20.pdf>.

Патент

4 Пат. № 2537178 С2 Российская Федерация, МПК(7) С09К. Композиция из структурообразующих материалов / Щедрин В. Н., Васильев С. М., Нозадзе Л. Р., Акопян А. В., Слабунов В. В., Власов М. В.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «РосНИИПМ». – № 2013102253/05; заявл.17.01.2013; опубл. 27.12.2014, Бюл. № 36. – 6 с.

Статьи в журналах, тематических сборниках и материалах научных конференций

5 Нозадзе, Л. Р. Результаты исследований формирования твердого стока при поливе дождеванием склоновых участков, представленных южными черноземами / Л. Р. Нозадзе // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 48. – Новочеркасск: Лик, 2012. – С. 78-84.

6 Нозадзе, Л. Р. Борьба с ирригационной эрозией с помощью композиции из структурообразующих материалов на орошаемых землях Багаевской ороси-

тельной системы Ростовской области / Л. Р. Нозадзе // Теоретическое и практическое развитие науки в современных социально-экономических условиях: материалы II междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – М.: Изд-во «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2013. – С. 10-12.

7 Нозадзе, Л. Р. Разработка композиции из структурообразующих материалов для защиты почв от ирригационной эрозии на орошаемых землях Садковской оросительной системы Ростовской области / Л. Р. Нозадзе // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 51. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – С. 98-101.

8 Слабунов, В. В. Защита почв от ирригационной эрозии с помощью композиции из структурообразующих материалов / В. В. Слабунов, А. В. Акопян, Л. Р. Нозадзе // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. / под ред. Н. В. Бышова / ФГБОУ ВПО «РГАТУ». – Вып. 10. – Рязань, 2013. – С. 196-200.

9 Нозадзе, Л. Р. Влияние искусственного дождя на развитие ирригационной эрозии южных черноземов / Л. Р. Нозадзе, А. В. Акопян, В. В. Слабунов // East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. – Vienna, 2014. – S. 139-143.

10 Нозадзе, Л. Р. Проблема развития ирригационной эрозии на орошаемых землях / Л. Р. Нозадзе // Современные тенденции в науке и образовании: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. 3 марта 2014 г. – Ч. IV. – М.: АР-Консалт, 2014. – С. 28-29.

11 Акопян, А. В. Последствия длительного орошения черноземов Ростовской области / А. В. Акопян, В. В. Слабунов, Л. Р. Нозадзе // Молодежь. Наука. Инновации в АПК: Материалы региональной научно практической конференции 9 октября 2014. – ФГБНУ Дагестанский научно исследовательский институт сельского хозяйства им. Ф. Г. Кисриева Махачкала: ИП Овчиников М. А., 2014 – 80-85 с.

12 Нозадзе, Л. Р. Борьба с ирригационной эрозией с помощью наиболее доступных материалов Ростовской области / Л. Р. Нозадзе // Современные тенденции в науке и образовании: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. 28 февраля 2015 г.: в 5 частях. Часть V. – М.: «АР-Консалт», 2015 г. – 80-81 с.

Формат 60x84/1/16.

Бумага офсетная. Печать на ризографе. Усл. печ. л. 1,0.

Тираж 100 экз.

Заказ № 211. Издательство ФГБОУ ВО НИМИ ДГАУ

Отпечатано в полиграфическом центре

ФГБОУ ВО НИМИ ДГАУ

346421, г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, 111