

## ОТЗЫВ

официального оппонента доцента, доктора технических наук, заслуженного изобретателя Российской Федерации Бандурина Михаила Александровича на диссертационную работу «Повышение эффективности использования водных ресурсов на рисовых оросительных системах Ростовской области на основе геоинформационных технологий», представленную Пономаренко Таисией Сергеевной в объединенный диссертационный совет 99.0.104.02 при ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.1.5 – Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика

**Актуальность** исследования избранной автором темы обусловлена существенным развитием геоинформационных технологий в последнее время, так как для решения задач продовольственной безопасности, динамично развивающегося аграрного производства России необходимы современные технологии сбора и обработки информации.

В диссертационной работе автор затрагивают проблему водопользования, снижающие эффективности использования водных ресурсов в мелиоративном земледелии: низкий технический уровень оросительных систем, завышенные объемы водоподдачи, проблемы при обработке больших массивов данных эксплуатирующими оросительные системы организациями. Внедрение геоинформационных технологий управления водораспределением на оросительных системах, особенно таких водоемких как рисовые, является одним из решений вышеописанных проблем. Они особенно востребованы в организациях, эксплуатирующих мелиоративные системы, где значительный объем данных представляется на бумажных носителях, что затрудняет анализ и снижает оперативность управления. Применение геоинформационных технологий позволяет с помощью геопространственного анализа в автоматическом режиме обрабатывать, отображать и анализировать информацию, увеличивая скорость и качество выходных данных.

Таким образом, сформулированные соискателем тема и цель работы методологически обоснованы. Автором целенаправленно и грамотно выявлены мероприятия, определяющие повышение эффективности использования водных ресурсов управления водораспределением на рисовых оросительных системах. на основе геоинформационных технологий при соблюдении требований экономичности, экологичности и ресурсосбережения. В работе предложены оригинальные способы корректировки водоподдачи на рисовое поле и модель использования системы алгоритмов, повышающие рациональность использования водных ресурсов на рисовых системах.

К ним относятся: схема применения алгоритмов, по расчёту объёмов водоподдачи и корректировке их в течение вегетационного периода, для решения этой задачи разработан алгоритм, позволяющий выполнить корректировку объёмов водоподдачи для каждого хозяйства. Указанные мероприятия надлежащим образом изучены в составе диссертационного исследования и при его практической реализации. Таким образом, предлагаемые в работе подходы к решению проблем исследуемой те-

матики отвечают современным реалиям устойчивого развития производственных процессов в АПК и востребованы обществом.

Целью настоящей диссертационной работы, наряду с усовершенствованием технологии распределения водных ресурсов на рисовых оросительных системах, базирующихся на теоретических анализах алгоритмов компьютерной гидродинамической модели и лабораторных исследованиях закономерностей эвапотранспирации в зависимости от динамики гидрометеорологических факторов, является повышение эффективности использования водных ресурсов на основе геоинформационных технологий управления водораспределением на рисовых оросительных системах.

**Научная новизна исследований** состоит в повышении эффективности управленческих решений путем разработки структуры геоинформационной базы данных для оросительной системы, позволяющая посредством геопространственного анализа получать необходимые эксплуатационные параметры.

При расчете параметров автором выявлены и классифицированы параметры движения потока и структуры геоинформационной базы данных для оросительной системы.

Обоснованы методы технологического процесса орошения риса на основе полученных эмпирических зависимостей эвапотранспирации от динамики гидрометеорологических факторов. В целях повышения эффективности использования водных ресурсов была разработана более совершенная конструкция водозаборного сооружения с автоматической регулировкой объема водоподачи в каналы младшего порядка.

Научно-техническая новизна предлагаемых технических и технологических решений подтверждена патентом Российской Федерации на изобретения «Водозаборное сооружение для оросительной сети с плоским безригельным затвором и автоматической подачей воды в каналы младшего порядка» (патент № 2728676), так же по результатам исследований были разработаны компьютерные программы для расчёта норм водопотребления и водоотведения риса и сопутствующих культур рисового севооборота (свидетельство № 2022610534), для корректировки расчёта объема водоподачи на рисовый севооборот с учётом актуальных метеоданных (свидетельство № 2022610533), научно-техническая новизна технологических решений, по большей части, подтверждена свидетельствами о регистрации программы для ЭВМ.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и практических рекомендаций.**

В основу рабочей гипотезы планирования исследований по теме диссертации положена идея расширения представлений о посуточной корректировке объемов водоподачи в реальном временном периоде и усовершенствовании технологического процесса орошения риса.

Проведенные исследования гидродинамической модели движения потока на участке Пролетарской оросительной системы и моделировании искусственных условий, при которых обеспечиваются необходимые процессы являются обоснованными и достоверными. Все получаемые результаты в процессе эксперимента регистрировались и обосновывались. Все расчеты и вычисления осуществлялись в соответствии с общеизвестными методами.

Доказана перспективность использования эмпирических зависимостей эвапотранспирации от динамики гидрометеорологических факторов, благодаря уникальным характеристикам.

В рамках экспериментальных исследований было усовершенствование технологического процесса орошения риса на основе изучения структуры водного баланса орошаемого поля, нормирования подачи и распределения водных ресурсов. Доказана эффективность предлагаемого технологического процесса, за счет подбора оптимального местоположения и режима работы дополнительного регулирующего сооружения. Эффективность доказана опытным путем на участке Пролетарского магистрального канала.

Разработанная Пономаренко Т.С. структура геоинформационной базы данных для оросительной системы, несомненно имеет научную и производственную ценность. Данный факт обосновывается тем, что структура облегчает трудоемкость анализа эксплуатационных параметров, за счёт стандартизации способов сбора и хранения данных, снижения ошибок при разработке и использовании планов водопользования и управлении водными ресурсами.

Таким образом, все научные положения, выводы и практические рекомендации достоверны и отражают суть диссертационной работы.

#### **Обоснованность научных рекомендаций их достоверность и новизна.**

Принятый автором методологический подход к проведению исследования, грамотный и высококвалифицированный выбор современных технологий и методик их постановки и реализации, применение современных средств измерений, определение необходимого и достаточного объёма выполняемых опытов стали основой получения экспериментальных данных, необходимых для анализа и обобщения результатов диссертационной работы. Достоверность сделанных автором выводов по результатам анализа экспериментального материала подтверждается полученными в опытно – производственных условиях результатами использования ГИСсистем в сельском хозяйстве и повышению эффективности использования водных ресурсов на открытых оросительных системах не вызывает сомнений. В части решаемых задач предлагаемые обобщения и рекомендации согласуются с данными других исследователей, проведённых в сходных условиях.

Рекомендуемые методы, способы и технологии базируются на теоретическом анализе рабочих гипотез с использованием аналитических и вероятностно-статистических методов, лабораторно-полевых и опытно-производственных испытаний в рамках методики полевого опыта.

Обоснованность научных рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается: необходимым и достаточным объёмом экспериментальных данных и использованием апробированных надежных методов их обработки; выполненным анализом согласования теоретических и экспериментальных данных; соответствием результатов теоретических и экспериментальных исследований;

Достоверность экспериментальных данных и полученных на их основе функциональных зависимостей подтверждена статистическими показателями их обработки. Обоснованность выводов по работе апробирована при их обсуждении на конференциях, открытых дискуссиях в публикациях в рецензируемых изданиях и свидетельстве.

### **Практическая значимость.**

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается:

- разработкой программ норм водопотребления и водоотведения риса и сопутствующих культур рисового севооборота и для корректировки расчёта объёма водоподдачи на рисовый севооборот с учётом актуальных метеоданных, использование которых повышает эффективность использования водных ресурсов;
- формированием комплексного алгоритма оптимизации выбора водозаборного сооружения для оросительной сети с плоским безригельным затвором и автоматической подачей воды в каналы младшего порядка;
- реализацией разработанных методов, технологических и технических средств, а также внедрения программных продуктов и актами внедрения результатов научно-исследовательской работы водохозяйственных организациях Ростовской области;

Анализ печатных работ соискателя, опубликованных в изданиях из перечня ВАК и изданиях, включенных в базу Scopus, показал наличие в них основных научных результатов диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объём работы составляет 160 страниц машинописного текста, включая 51 рисунок, 19 таблиц, список литературы из 157 наименований, в том числе 11 иностранных источников.

### **Общая характеристика диссертации**

Во введении дано обоснование актуальности темы исследования, выбран объект и определен предмет исследования, сформулированы цель, задачи и научная новизна исследования, отражены основные положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, а также апробация результатов исследования и объем публикаций по теме диссертации.

В первой главе «Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в мелиоративном комплексе», рассмотрены вопросы, связанные с использованием водных ресурсов и ГИСТехнологий в мелиоративном комплексе России. Выявлено, что ГИСТехнологии, используемые в сельском хозяйстве, не охватывают вопросы эксплуатации оросительных систем.

Особое внимание в первой главе диссертации уделяется вопросам неудовлетворительного мелиоративного состояния земель, одним из основных отрицательных факторов является низкоэффективное использование забираемой из источника оросительной воды. Также отмечается, что для дальнейшего повышения рациональности водопользования на оросительных системах необходим комплекс исследований на основе ГИС-технологий и разработка научных решений, направленных на структурирование и цифровизацию эксплуатационных данных, а также совершенствование технологического процесса орошения.

**Во второй главе «Натурные исследования технического состояния рисовых оросительных систем»** рассмотрены современные аспекты управления водопользованием на рисовых оросительных системах, рассмотрены на примере Пролетарской оросительной системы – наиболее водоёмкого объекта в Ростовской области. На основе теоретического анализа была описана и разработана гидродинамическая модель участка Пролетарского магистрального канала под конкретный оросительный канал с индивидуальными особенностями и требуемыми характеристиками для дальнейшей эксплуатации.

Данный теоретический алгоритм впоследствии позволил детально проанализировать работу участка оросительной системы: установить расходные и скоростные характеристики потока, определить объёмы водоподачи на каждом водовыпуске и по всей протяжённости канала.

**В третьей главе «Теоретическое обоснование подходов рационального использования водных ресурсов»** автор приводит результаты теоретических исследований, направленных на усовершенствование существующей технологии распределения водных ресурсов по системе каналов, и предложена методика расчётов объёмов водоподачи на открытых оросительных системах.

В результате анализа массивов данных, характеризующих эксплуатационный режим участка Пролетарской оросительной системы, была разработана структура геоинформационной базы данных, которая позволила упорядочить имеющиеся эксплуатационные параметры с учётом географической привязки к местности, что обеспечило повышение эффективности управленческих решений. В данной базе использован послойный принцип организации информации, который соотносится с приемами традиционной картографии. В структуре базы данных было выделено пять основных блоков, каждый из которых подразделен на дополнительные элементы.

**В четвертой главе «Усовершенствованные технологические и технические решения для рационализации использования водных ресурсов»** содержатся результаты сценарных исследований компьютерной модели участка Пролетарской оросительной системы. По результатам сценарных исследований гидродинамической модели Пролетарской оросительной системы была решена практическая задача по подбору оптимального режима работы для дополнительного и перегораживающего сооружений. Предложена новая конструктивная схема водозаборного сооружения для оросительной сети с плоским безригельным затвором и автоматическим управлением подачи воды в каналы младшего порядка (патент № 2728676). Рассчитаны нормы водопотребности риса и сопутствующих культур.

На основе проведенных экспериментов было предложено водозаборное сооружение, которое содержит плоский безригельный затвор и роликовые катки. Затвор перемещается по наклонной плоскости входной части, открывает автоматически входное отверстие для подачи воды из канала старшего порядка в канал младшего порядка за счет кинетической энергии потока и обеспечивает поддержание расчетного уровня воды в канале младшего порядка. Компактная конструкция водозаборного сооружения позволяет сэкономить строительные материалы и количество механизмов при его строительстве в сравнении с типовыми сооружениями.

Повышение рациональности водопользования в условиях дефицита водных ресурсов невозможно без дальнейшего совершенствования технологий орошения сельскохозяйственных культур. Для определения особенностей эвапотранспирации риса и уточнения показателей транспирации в доле эвапотранспирации в течение периода вегетации проводилось изучение транспирации риса в гидрологических лизиметрах в основные фазы его роста и развития.

Исследования показали, что с развитием листовой поверхности риса и увеличением проективного покрытия поверхности воды величина испарения уменьшалась почти в два раза. Поэтому при расчетах испарения с водной поверхности чеков необходимы поправки для снижения испарения с водной поверхности под покровом растений риса по сравнению с испарителями. На основании выполненных исследований получено уравнение для расчёта поправочного коэффициента, учитывающего снижение испарения.

На основе проведенных полевых исследований, расчётов по разработанным алгоритмам были получены нормы водопотребности риса для рисовых оросительных систем Ростовской области с различными почвенномелиоративными и агроклиматическими условиями.

В пятой главе «Эффективность применения алгоритмов» содержатся расчеты экономической эффективности применения разработанных алгоритмов, что позволяет снизить объёмы водоподдачи за счёт корректировки по всем хозяйствам. Наибольшая экономия оросительной воды, равная 3417 м<sup>3</sup>/га, была зафиксирована в хозяйстве «Луч». В процентном соотношении это составило 16 %. В хозяйствах «Аргатак» и «Цимлянский» экономия с 1 га составила 2800 м<sup>3</sup> и 2774 м<sup>3</sup> или 15 % и 14 % соответственно. В среднем, экономия водных ресурсов на 1 га по трём хозяйствам составила 2997 м<sup>3</sup> или 15 %.

Отсюда следует, что экономический эффект сокращения подачи воды в хозяйствах выражается в экономии стоимости её подачи. В рассматриваемых хозяйствах была получена следующая экономия в стоимостном выражении: «Аргатак» – 1,20 млн руб., «Цимлянский» – 0,51 млн руб., «Луч» – 0,18 млн руб. Суммарно по трём хозяйствам экономия составила 1,89 млн руб.

**Основные выводы и полученные результаты**, приведённые в заключении диссертационной работы, соответствуют поставленной цели и задачам, и в полной мере отражают исследования автора.

**Содержание автореферата** полностью отражает основные результаты диссертационной работы.

#### **Замечания и пожелания к диссертационной работе**

При общей положительной оценке, представленной к защите диссертационной работы, можно сделать следующие замечания, носящие рекомендательный характер:

1. В диссертационном исследовании Пономаренко Т.С. следовало бы привести сведения начала научных исследований в бассейнах Нижнего Дона и Нижней Кубани, выполненные профессором Донского института сельского хозяйства и мелиорации Б.А. Шумаковым (1923 г.) по мелиорации и с/х использованию пойм и дельт южных рек.

В 1925 г. профессором П.А. Витте в условиях Ростовской области (Персиановской опытной мелиоративной станции) была достигнута урожайность риса 5,0 т/га.

В 20-е годы XX века под руководством профессоров П.А. Витте и Б.А. Шумакова на семи опытно-мелиоративных станциях, пунктах и участках (Персиановский, Кубанский, Кизлярский, Моздокский, Кировском, Морозовском, Сальском) была обоснована целесообразность выращивания риса в бассейнах пойм и дельт рек Дона, Кубани, Терека, Волги.

2. В Ростовской обл. рисоводством занимаются 14 хозяйств в четырех районах области: Багаевском (одно хозяйство), Волгодонском (шесть хозяйств), Мартыновском (шесть хозяйств) и Пролетарском (шесть хозяйств) на площади 14,5 тыс. га в среднем за последние пять лет (в 2000-2005 гг. площадь рисовых оросительных систем в Ростовской обл. составляла 44,3 тыс. га). Рисосеяние осуществляется в трех зонах. Насколько правомерно переносить данные водобалансовых исследований полученные в ООО «Маньч-Агро» Багаевского района на все четыре района Ростовской области, где выращивается рис?

3. В диссертационной работе на стр. 26 приведены данные Пролетарского филиала ФГБУ «Управление Ростовмелиоводхоз» за период с 1966 по 2015 гг. по фактической оросительной норме РОС (с 2001 по 2015 г. она близка к 40 тыс. м<sup>3</sup>/га), однако в работе нет данных (2020 -2022 гг.) после реконструкции (2015 – 2019 гг.) Пролетарской ветви Донского магистрального канала протяженностью 83,4 км. По расчетам сотрудников РосНИИПМ (Балакай Г.Т., Докучаева Л.М., Юркова Р.Е. 2018 г.) оросительная норма риса должна составлять 18 тыс. 450 м<sup>3</sup>/га. по Ростовской обл. Чем соискатель обосновывает, что фактическая оросительная норма риса на Пролетарской оросительной системе в два раза выше нормы после реконструкции Пролетарской ветви Донского магистрального канала?

4. Судя по фотографиям, приведенным на стр. 148 работы соискателя уровень безопасности канала ПР-1 подвешенная площадь орошения к которому равна 10 тыс. 250 га на ПК-26 и ПК-120 является опасным, что ведет к неэффективному использованию водных ресурсов, подаваемых в хозяйства занимающиеся выращиванием риса. При таком техническом состоянии канала ПР-1 (Q=24,0 м<sup>3</sup>/с) эксплуатация его должна быть приостановлена в соответствии с действующей нормативно-правовой базой в РФ.

5. Валовый сбор риса в Ростовской обл. составил в 2022 г. 78,4 тыс. тонн, что на 12,6 тыс. тонн (на 13,8 %) меньше, чем в 2021 г., а объем водоподачи оросительной воды на РОС в 2022 г. даже возрос на 14,0% по отношению к 2021 г. (+76,2 млн. м<sup>3</sup>). По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской обл. снижение валового сбора риса произошло в 2022 г. из-за погодных условий. Как учитываются соискателем климатические факторы в имитационных моделях для разных зон возделывания риса в Ростовской обл.?

Из диссертационной работы трудно понять, как особенности Пролетарской оросительной системы учтены в сценарных исследованиях в программных комплексах МИКЕ.

6. В примере расчёта шестипольного севооборота в ООО «Агромак» Пролетарского района (приведенные на стр. 60) 68 % которого занята рисом объем водопо-

дачи на рисовые чеки различен, как и потери оросительной сети при одном и том же КПД=0,80. Чем это обосновано? В диссертационной работе не приводятся сведения о натурных исследованиях этого участка площадью  $F=345$  га в ООО «Агромак». Как получены величины УГВ и в какой период года и почему с точность до 1,00 м, а также существенное различие свойств почв от тяжелого суглинка до супеси. На стр. 20 объём водоподачи по хозяйству указывается  $W=5$  млн 607 тыс. м<sup>3</sup>, а на стр. 160  $W=99$  млн 236 тыс м<sup>3</sup>.

7. Вызывает сомнение, что стоимость водоподачи для орошения в Ростовской обл. составляет 8 коп/1 м<sup>3</sup> (см. стр. 160). В соответствии с «Методикой расчета затрат на оказания услуг по подаче воды на рисовые оросительные системы» разработанной ФБНУ «РосНИИПМ» в 2011 г. совместно с сотрудником Кубанского ГАУ (проф., д-р. техн. наук Ю.А. Свистуновым) утвержденной научно-техническим советом Минсельхоза России 19 апреля 2011 г. (протокол №13) стоимость подаваемой воды на РОС составляет не менее 0,55 руб/м<sup>3</sup> на период 2011 г. Чем соискатель обосновывает, что стоимость подаваемой воды на РОС в 2022 г. в Ростовской обл. (см. расчет на стр. 160) снизилась в 6,90 раза в Ростовской обл. по отношению к 2011 г., а не увеличилась?

8. Объём водоподачи в рисовые чеки на 1 га при имитационном моделировании (стр. 56-60) почти на 30 % выше рекомендуемого сотрудниками РосНИИПМ (2018 г.).

9. В работе не представлена схема Пролетарской оросительной системы с фактической площадью орошения 25, 850 тыс. га, из которых в 2022 г. было полито 15,8 тыс. га с годовым объёмом водозабора 667,9 млн м<sup>3</sup>. На схеме следовало бы выделить участки, где выращивается рис и площади с неудовлетворительного мелиоративного состояния (19,62 тыс. га (75,9 %) по состоянию на 2022 г.).

10. В главе 2 (стр. 31-50) представлены сведения о физико-химических свойствах, агрохимические свойства почв, качестве оросительной воды и другие данные для ООО «Маньч-Агро» Багаевского района Ростовской обл., где площадь рисовых севооборотов в 2021 г. – 1,445 тыс. га однако какое отношение это имеет к Пролетарской оросительной системе, где площадь рисовых севооборотов в 2021 г. была 9,792 тыс. га для которой соискателем осуществлялись исследования и имитационное моделирование?

### **Вывод по работе**

Диссертационная работа Пономаренко Таисии Сергеевны «Повышение эффективности использования водных ресурсов на рисовых оросительных системах Ростовской области на основе геоинформационных технологий», представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, в которой на основании выполненных автором теоретических, экспериментальных и натурных исследований изложены новые научно обоснованные теоретические, технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в решение задач применения ГИС систем в сельском хозяйстве, а также повышение эффективности использования водных ресурсов а открытых оросительных системах в целом.



Отмеченные недостатки носят частный характер и не снижают научно-практической значимости и актуальности работы, имеющей чёткую структуру, логически и грамотно изложенной.

Диссертация обладает внутренним единством и содержит новые научные результаты и положения, свидетельствующие о личном вкладе Т.С. Пономаренко в науку. В диссертации приведены сведения о практическом использовании полученных Т.С. Пономаренко научных результатов.

Диссертационная работа соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Т.С. Пономаренко заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.1.5 – Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук  
по специальности 4.1.5 –  
Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика,  
доцент, заслуженный изобретатель  
Российской Федерации



М.А. Бандурин

Бандурин Михаил Александрович - доктор технических наук, доцент, заслуженный изобретатель Российской Федерации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», декан факультета гидромелиорации.

Почтовый адрес места работы.

350044, Краснодарский край, город Краснодар, улица им. Калинина, дом 13  
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ» тел.8(950)855-76-40

Адрес электронной почты (E-mail): [cherura@mail.ru](mailto:cherura@mail.ru)

заверяю: Ученый секретарь  
Ученого Совета  
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ»



Н.К. Васильева

15 октября 2023 г.