

УТВЕРЖДАЮ:

Врио директора федерального государственного бюджетного научного учреждения «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»)

Ю.А. Гопкалов

«07» ноября 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного научного учреждения «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (ФГБНУ «ВолжНИИГиМ») на диссертационную работу Ермолаевой Ольги Сергеевны на тему: «Региональные и зональные характеристики потока актуального суммарного испарения орошаемых и неорошаемых агроценозов Марковского района Саратовской области за 2003-2017 гг.», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика.

1. Актуальность работы

Продовольственная безопасность страны определяется устойчивым ростом аграрного производства, которое во многом зависит от внедрения современных технических средств и технологий. В условиях повышения аридности климата в нашей стране орошаемое земледелие является одним из основных и эффективных способов получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Поток суммарного испарения (эватранспирация) является базовой характеристикой, которая показывает состояние растения, наличие влагозапасов в почве и позволяет принимать оптимальные решения при управлении агроценозом сельскохозяйственных культур. Поток суммарного испарения на сельскохозяйственных землях связан как с погодными условиями, так и ан-

тропогенным воздействием человека. Цифровые технологии мониторинга Земли с использованием космических аппаратов позволяют получить информацию об испарении с поверхности полей и суши. Дистанционное зондирование Земли и оценка потока испарения с сельскохозяйственных угодий является одним из приоритетных направлений для перехода к технологии точного орошаемого земледелия. Исследования, проведенные автором, направлены на изучение и анализ пространственно-временных показателей испарения для целей мониторинга орошаемых и неорошаемых сельскохозяйственных полей, являются актуальными и имеют большое практическое и научное значение.

2. Научная и практическая значимость диссертации

Научная новизна диссертационной работы подтверждается:

- разработкой нового подхода к оценке потока актуального суммарного испарения за оросительный период ET_{av} с использованием данных дистанционного зондирования Земли и верификации использованных наборов геоданных продукта MOD16ET по данным полевых экспериментов на неотрывных почвенных монолитах;
- разработкой модели базы геоданных для оценки региональных и зональных характеристик потока ET_{av} и ее реализации для указанной территории;
- совершенствованием методики разведочного анализа данных для оценки пространственно-временных характеристик потока ET_{av} орошаемых и неорошаемых агроценозов, полученных по результатам дистанционного зондирования Земли;
- разработкой методики оценки региональных и зональных характеристик потока ET_{av} орошаемых и неорошаемых агроценозов, полученных по результатам дистанционного зондирования Земли, характеризующих их пространственно-временную динамику.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке методики использования данных дистанционного зондирования Земли

для оценки региональных и зональных характеристик потока актуального суммарного испарения орошаемых и неорошаемых агроценозов за оросительный период. Результаты работы, полученные в ходе диссертационного исследования, прошли апробацию на международных и всероссийских научно-технических конференциях, опубликованы в научных изданиях.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Проведенные теоретические исследования подтверждаются полевыми экспериментальными проверками и замерами на участке мониторинга на Комсомольской оросительной системе (ОС) с использованием стандартных методик исследований и обработкой статистическими методами. Достоверность и обоснованность научных положений и выводов, подтверждаются совпадением расчётных и фактических замеров в полевых условиях.

Выводы в диссертационной работе соответствуют поставленным задачам, имеют качественные показатели и основаны на экспериментальных замерах. Выводы отличаются научной новизной и являются достоверными.

4. Степень завершенности в целом и качество оформления диссертации

Исследования, представленные автором в диссертационной работе, соответствуют паспорту специальности 4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика по пунктам 16, 20, 23 и 26.

Диссертационная работа включает 175 страниц и состоит из введения и четырех основных глав, содержащих 4 таблицы и 52 рисунка, заключения, списка литературы, включающего 252 наименования, в том числе 180 на иностранном языке и 4 приложений.

Структуру диссертации определяют цель, задачи и методы исследований. Ее изложение характеризуется логичностью и последовательностью решения поставленных задач.

Диссертационная работа является завершённой научной работой, которая логически обоснована и последовательно изложена. Текст диссертационной работы структурирован и грамотно изложен. По содержанию диссертации, её структуре, а также по глубине проведенных научных исследований и стилю изложения работа соответствует уровню кандидатской диссертации.

5. Оценка структуры и содержания диссертации

Во **введении** изложена актуальность работы, обоснованы цель и задачи исследования, представлена научная новизна, показана теоретическая и практическая значимость, представлены методы исследования, а также положения, выносимые на защиту, апробация и внедрение результатов исследований, личный вклад автора.

В **первой главе** приведены результаты библиографического анализа развития методов оценки потока актуального (фактического) суммарного испарения (ETa) в задачах мониторинга составляющих водного баланса и влагозапасов почвенного покрова. В выводах представлены аргументы о целесообразности применения пространственных оценок потока суммарного испарения ETa , основанные на данных дистанционного зондирования Земли, для решения поставленных задач, что обосновывает актуальность исследования.

Во **второй главе** дано описание природно-климатических характеристик Марковского района, показано развитие аграрного сектора и орошаемого земледелия, а также обоснована модель базы геоданных (БГД), предназначенная для решения поставленных задач. Были созданы 15 слоёв базы геоданных Марковского района: - для слоя административных границ территории (БГ.1), населенных пунктов (БГ.2) и водных объектов (БГ.3); - для слоя осевых линий магистральных каналов Приволжской ОС и Комсомольской ОС (БГ.4) и слоев ОГ.2, местоположений границ земельных участков, обслуживаемых дождевальными машинами кругового действия (ДМ-КД); - для слоя БГ.5 (местоположения границ контуров ДМ-КД по состоянию на 1976 г.); - для слоя БГ.6 (основные виды землепользования); - для слоя БГ.7 (границы семи разно удалён-

ных от уреза левого берега р. Волги зон); - для слоя БГ.8 (местоположения метеостанции г. Маркс и г. Ершов), к которому были привязаны таблицы метеоданных, полученные из облачной базы данных Росгидромета; - для слоя БГ.9 (местоположения объектов проведения полевого мониторинга влагозапасов КС-ПП (2006-2009 гг.)), к которому были привязаны таблицы экспериментальных данных; - для слоя ОГ.1 (поток ETa за исследованный 15-летний период), необходимого для проведения пространственно-временного анализа, были использованы тайлы геоданных $ETa8$ продукта MOD16A2, формируемые по результатам съемки с платформы MODIS посредством метода инверсии теплового баланса с использованием модели SEBS.

Результаты пространственно-временного анализа слоев выявили динамику количества ДМ-КД и суммарной площади орошения за исследованный период 2003-2017 гг. Проведен анализ изменения за вегетационный период (май - август) изменения нормы осадков, суммы суточных температур воздуха, характеристик рядов испаряемости (по Иванову); характеристик рядов гидротермического коэффициента Селянинова. Приводятся данные по верификации результатов оценки потока $ETa8$ по данным дистанционного зондирования Земли, которая была проведена на территории Марксовского района с использованием данных наземного полевого мониторинга влажности, полученных на экспериментальном участке с многолетним посевом орошаемой люцерны в 2006-2009 гг. Этот участок, включавший 6 опытных площадок размером 6х2 м, был расположен на неорошаемой части посева люцерны вблизи контуров, орошаемых дождевальными машинами кругового действия «Фрегат» агрофирмы «Михайловское». Применимость данных космического мониторинга потока ETa в виде продукта MOD16A2 была подтверждена результатами его сопоставления с оценками этого потока, полученными в результате наземного полевого мониторинга влагозапасов корнеобитаемого слоя почвы, реализованного на шести экспериментальных площадках орошаемой люцерны за 2007-2008 гг. Высокие значения коэффициентов парной корреляции этих двух наборов данных (соот-

ветственно, 0,951 и 0,969) свидетельствовали о значимой сопоставимости обоих потоков.

В третьей главе представлены результаты использования разработанной модели БГД Марковского района, а также методики усовершенствованного разведочного анализа геоданных (РАГеоД) для оценки региональных характеристик потока актуального суммарного испарения за оросительный период. В результате были сформированы 15 слоев потока ET_{av} , включающих 19 837 значений, соответствовавших так называемому фактическому водопотреблению. Здесь представлена методика РАГеоД, которая включает в дополнение к методам статистического анализа геостатистические методы, сформированные в блоки анализа диаграмм рассеяния, статистического анализа мер центральной тенденции и рассеяния (ЦТиР), анализа трендов средних и медианных значений, кластерного геопространственного анализа, а также зонального анализа, которые были использованы, как для оценки региональных и зональных характеристик потоков ET_{av} применительно к основным видам землепользования, так и для двух подвидов пахотных земель – орошаемых и неорошаемых. В главе также представлена методика геостатистического анализа слоев геодатасета ET_{av} с использованием геокластерного анализа, а также анализа трендов двух полупериодов: 2003-2010 гг. и 2010-2017 гг.

Анализ временных рядов медианных значений зональных поднаборов геодатасета ET_{av} «пахотных земель» за 2003–2017 гг., позволил выявить наличие достаточно устойчивой синхронной динамики уменьшения соответствующих значений в юго-восточном направлении по мере удаления от уреза левого берега р. Волги.

В четвертой главе представлена разработанная методика разметки слоев землепользования «пахотные земли» геодатасета ET_{av} на два подвида: «орошаемые пахотные земли» и «неорошаемые пахотные земли». Обобщение результатов анализа региональных характеристик потока ET_{av} , полученных с использованием усовершенствованного метода РАГеоД, привело к выводу о влиянии экономических условий ведения орошаемого земледелия. Соответствующие ре-

зультаты нашли свое отражение в постепенном увеличении разницы между потоками ET_{av} орошаемых и неорошаемых агроценозов на региональном и зональном уровнях, что было вызвано изменением поливного режима в сторону увеличения оросительных норм, а также улучшением эффективности поливов за счет уменьшения потерь поливной воды на поверхностный и почвенно-грунтовый сток. Результаты корреляционного анализа региональных характеристик потока ET_{av} орошаемых и неорошаемых пахотных земель с нормами летних осадков выявили в обоих случаях отрицательные корреляционные связи. Результаты зонального анализа характеристик потока ET_{av} орошаемых пахотных земель выявили слабую вариацию средних и медианных значений по мере удаления от уреза левого берега р. Волги, так как здесь важную роль играет орошение.

В заключении, по результатам проведенных исследований представлены выводы и сформулированы основные теоретические и практические результаты работы. Последующее совершенствование методики оценки региональных и зональных характеристик потока актуального суммарного испарения позволит применять ее для оценки эффективности орошения, как на уровне отдельного поля и хозяйства, так и оросительных систем в целом, а также для оптимизации режимов орошения, необходимых для получения стабильных урожаев на территории Саратовского Заволжья в условиях аридизации климата.

В приложениях представлены результаты математических обработок экспериментальных данных и вспомогательные таблицы, представлены свидетельства регистрации базы данных и программ для ЭВМ, а также акт внедрения результатов исследований.

6. Полнота опубликования основных результатов работы в печати и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертационной работы

На основании проведённых исследований автором опубликованы 24 научные работы, где раскрыты основные положения диссертации. В изданиях,

рекомендованных ВАК РФ опубликовано 4 работы; 8 публикаций, индексируемых в базе Scopus и 2 публикации в базе Web of Science, из которых 1 статья относится к категории «материалы международных конференций». Автором получены 3 охранных документа свидетельства регистрации программ для ЭВМ и регистрации базы данных. Опубликованные в научных изданиях материалы по результатам проведенных исследований в полной мере отражают основное содержание диссертации.

Автореферат содержит краткое изложение материала диссертации, текст расположен в последовательности, представленной в диссертации, и соответствует требованиям ГОСТ 7.0.11-2011. Содержание выводов, изложенных в автореферате и в диссертации, не имеет отклонений.

Полученные результаты достоверны и имеют практическую значимость.

7. Замечания по диссертационной работе

Диссертационная работа Ермолаевой О.С. не лишена ряда недостатков, в связи с которыми следует сделать следующие комментарии, замечания и вопросы:

1) отсутствует информация о залегании уровня грунтовых вод и его возможного влияния на полученные результаты;

2) В разделе 2.3.2 при создании базы данных водопроводящей инфраструктуры оросительных систем показана карта контуров земельных участков, обслуживаемых дождевальными машинами по состоянию на 1976 год. Учитывались ли карты фактической эксплуатации машин в каждый конкретный год, так как она может изменяться при ремонте или реконструкции.

3) На странице 57 желательно более четко дать описание шести площадок и привязке их к какой-нибудь дождевальной машине и какому-то пикселю.

4) На рис. 2.18 п за 2016 г. есть некоторые неточности, не показана работа дождевальных машин от ПНС-4, 4а и 5 Комсомольской ОС.

5) На рис. 2.25 показано, что пиксели № 36 и 51 расположены на краю орошаемого поля дождевальной машины и не показано, где расположен пиксель № 67

6) Поясните, почему на графике (рис. 2.26) в 2009 г. не наблюдается увеличение влажности почвы после каждого из двух поливов?

7) При оценке близости потоков ЕТам и ЕТа8 на рис. 2.27 желательно на одном графике показать данные по отдельной площадке и по дождевальной машине с её пикселем. Требуется пояснения некоторый разброс потоков испарения, ведь площадки расположены рядом и одна культура- люцерна.

8) В главе 4 желательно показать данные по урожайности люцерны и сформированных на них потоках испарения ЕТам, которые отмечаются на странице 132 выводов.

Высказанные замечания не носят принципиального характера, поскольку не затрагивают основных научных и практических результатов, приведенных в диссертации, а направлены на уточнение, а также расширение научной и практической применимости ряда ее положений.

Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Диссертация «Региональные и зональные характеристики потока актуального суммарного испарения орошаемых и неорошаемых агроценозов Марковского района Саратовской области за 2003-2017 гг.» является законченной научно-квалификационной работой, в которой разработаны методики использования данных дистанционного зондирования Земли для оценки региональных и зональных характеристик потока актуального суммарного испарения орошаемых и неорошаемых земель за оросительный период, что позволит применять их для оценки эффективности орошения и оптимизации режимов точного орошения. Полученные автором результаты достоверны, заключение и практические предложения научно обоснованы.

Представленная к защите диссертация соответствует требованиям пунктов 9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года, а её автор – Ермолаева Ольга Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика.

Отзыв рассмотрен на заседании отдела модернизации технических средств и технологий полива ФГБНУ «ВолжНИИГиМ», протокол № 4 от 01 ноября 2025 года.

Заведующий отделом модернизации
технических средств и технологий полива
ФГБНУ «ВолжНИИГиМ», гл. науч. сотр.,
доктор технических наук
(06.01.02 – мелиорация, рекультивация
и охрана земель)

Рыжко Н.Ф. Рыжко

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»)

Адрес: 413123, Саратовская область,
Энгельсский район, р.п. Приволжский, ул. Гагарина, д. 1.
Телефон: (8453)75-44-20
E-mail: volzniigim@bk.ru
оф. сайт: volzniigim.ru

Отзыв рассмотрен на заседании ученого совета ФГБНУ «ВолжНИИГиМ», протокол № 10 от «05» ноября 2025 г.

Подпись Рыжко Н.Ф. заверяю
Ученый секретарь ФГБНУ «ВолжНИИГиМ»,
Вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук



В.Е. Кижеева