

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В МОНИТОРИНГЕ МЕЛИОРИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ: АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЛЯ РИСОВЫХ СИСТЕМ ЮГА РОССИИ

Шаповалов Д.А., Джалилов М.Б., Лукьянова Т.С., Груздев В.С., Хуторова А.О.

Государственный университет по землеустройству, 105064, Москва, Россия

e-mail: shapoval_ecology@mail.ru

В статье рассматриваются возможности применения технологий дистанционного зондирования Земли для мониторинга мелиорированных агроландшафтов рисовых систем юга России на примере Краснодарского края. Показано, что существующая система статистической отчетности обеспечивает оценку масштабов рисоводства, параметров мелиоративного фонда и водопользования, однако не позволяет выявлять пространственную неоднородность состояния оросительных систем и локализовать проблемные участки. На основе сопоставления агрегированных статистических данных за 2020-2025 гг. и современных научных подходов к использованию спутниковых, радиолокационных и БПЛА-данных обоснована необходимость перехода к пространственно детализированному мониторингу. Подтверждается гипотеза о том, что технологии дистанционного зондирования позволяют выявлять локальные особенности водного режима, вегетации и деградационных процессов, не отражаемые в традиционной отчетности. Определены основные направления интеграции ДЗЗ и геоинформационных технологий в систему управления рисовыми оросительными системами, включая картирование фактических посевных площадей, мониторинг режимов затопления и выявление аномалий состояния агроландшафтов. Показано, что использование мультисенсорного подхода формирует основу для повышения эффективности водопользования и устойчивости мелиорированных земель.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, рисоводство, мелиорированные земли, оросительные системы, Краснодарский край, агроландшафты, мониторинг, водный режим, БПЛА, спутниковые данные, геоинформационные системы, пространственная неоднородность.

MODERN REMOTE SENSING TECHNOLOGIES FOR MONITORING RECLAIMED AGRICULTURAL LANDSCAPES: AN ANALYSIS OF CAPABILITIES FOR RICE-GROWING SYSTEMS IN SOUTHERN RUSSIA

Shapovalov D.A., Jalilov M.B., Lukyanova T.S., Gruzdev V.S., Khutorova A.O.

State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

This article examines the potential of Earth remote sensing technologies for monitoring reclaimed agricultural landscapes within rice irrigation systems in southern Russia, using Krasnodar Krai as a case study. It demonstrates that while the existing statistical reporting system allows for the assessment of rice cultivation scale, land reclamation infrastructure parameters, and water usage, it fails to identify the spatial heterogeneity of irrigation system conditions or pinpoint specific problem areas. By comparing aggregated statistical data from 2020-2025 with modern scientific approaches utilizing satellite, radar, and UAV data, the study substantiates the need to transition to spatially detailed monitoring. The hypothesis is confirmed that remote sensing technologies can detect local variations in water regimes, vegetation dynamics, and land degradation processes that are not captured in traditional reporting. Key directions for integrating remote sensing and geoinformation technologies into rice irrigation management systems are identified, including mapping actual sown areas, monitoring flooding regimes, and detecting anomalies in the condition of agricultural landscapes. The study demonstrates that a multi-sensor approach provides a foundation for improving water use efficiency and the sustainability of reclaimed lands.

Keywords: Earth remote sensing, rice farming, reclaimed lands, irrigation systems, Krasnodar Krai, agricultural landscapes, monitoring, water regime, UAVs, satellite data, geographic information systems, spatial heterogeneity.

Рисоводство в южной части России представляет собой особый тип аграрного производства, в котором результат определяется не только агротехникой, но и состоянием гидротехнической инфраструктуры, режимом подачи воды, уровнем эксплуатационной дисциплины на оросительной сети и экологическим состоянием почвенного покрова. В российской структуре производства риса ведущая роль принадлежит Краснодарскому краю, который по официальным и отраслевым данным, формирует основную часть национального сбора этой культуры и остается ключевой территорией для оценки

устойчивости отечественного рисоводства [1-5].

Специфика рисовых систем как объекта мониторинга заключается в сочетании трех обстоятельств. Во-первых, это агроландшафт с развитой гидротехнической инфраструктурой, где геометрия чеков, распределителей, сбросной сети и защитных дамб определяет продуктивность не меньше, чем свойства сорта. Во-вторых, для риса критично наличие фазы затопления, из-за чего объект наблюдения нельзя адекватно описывать только как «посев»; фактически мониторингу подлежит сложная система «вода – почва – растение – гидротехническая

сеть». В-третьих, именно рисовые системы особенно остро демонстрируют разрыв между масштабной региональной статистикой и потребностями управления на уровне отдельных оросительных систем, хозяйств и чеков. Годовые итоги по краю не отвечают на вопрос, в каком конкретно массиве, хозяйстве или чеке возникли дефицит воды, переувлажнение, нарушение сроков затопления, неравномерность вегетации или признаки засоления [6-15].

В этой связи выдвигается следующая гипотеза исследования: предполагается, что применение технологий дистанционного зондирования Земли позволяет выявлять пространственную неоднородность состояния мелиорированных агроландшафтов рисовых систем юга России, не отражаемую в традиционной статистической отчетности, что создает предпосылки для повышения эффективности управления водным режимом и использования земельных ресурсов.

Проверка данной гипотезы в статье осуществляется путем сопоставления агрегированных статистических показателей рисоводства и мелиорации с аналитическими возможностями современных спутниковых, радиолокационных и БПЛА-технологий.

Сопоставимый ряд производственных показателей по рису для Краснодарского края демонстрирует, что в 2020-2025 гг. отрасль развивалась неравномерно. В 2020 г. посевная площадь риса составляла 126.6 тыс. га, валовой сбор – 840.1 тыс. т, урожайность – 66.4 ц/га; в 2022 г. произошел резкий спад до 92.3 тыс. га и 582.6 тыс. т при урожайности 63.5 ц/га; в 2023-2025 гг. наблюдалось восста-

новление площадей и валового сбора. При этом 2024-2025 гг. в открытых источниках представлены неполностью сопоставимыми наборами данных: часть публикаций использует показатели в весе после доработки, часть – в бункерном весе, а по 2025 г. открытые абсолютные значения валового сбора и урожайности носят оперативный характер [1-5].

Из годовых данных невозможно установить, какие именно оросительные системы понесли наибольшие потери, где были сорваны сроки затопления, какие чеки выпали из оборота полностью, а какие – частично. Между тем для управления рисовыми системами именно это и является предметом оперативного решения. Тем самым уже этот блок статистики подтверждает необходимость перехода от региональных годовых итогов к пространственно развернутому мониторингу [1-5].

В 2020-2025 гг. общая площадь мелиорированных земель выросла с 410.95 до 420.95 тыс. га, однако земли, фактически используемые для орошения, составляли лишь 283-291 тыс. га, а площадь фактического полива – 123.879-156.051 тыс. га. Иными словами, один и тот же регион имеет как минимум три разные геометрии: инфраструктурную, используемую и реально политую. Годовая статистика фиксирует каждую из них в суммарном виде, но не отвечает на вопрос, какие конкретно участки входят в разрывы между этими множествами [6-11].

Данные таблицы 2 показывают, что если доля риса от общей площади мелиорированных земель колеблется в пределах 22.5-30.8%, то доля риса в землях, фактически используемых для орошения, достигает 32.6-44.1%. Это означает, что даже без

Таблица 1

Динамика основных показателей рисоводства в Краснодарском крае в 2020-2025 гг.

Год	Посевная площадь риса, тыс. га	Валовый сбор, тыс. т	Урожайность, ц/га
2020	126.6	840.1	66.4
2021	118.1	745.2	64.3
2022	92.3	582.6	63.5
2023	110.1	714.8	65.7
2024	117.4	828.2	73.2
2025	116.0	829.6	73.1

Таблица 2

Мелиоративный фонд и фактическое использование земель в Краснодарском крае в 2020-2025 гг.

Год	Площадь мелиорированных земель, тыс. га	Земли, фактически используемые для орошения, тыс. га	Из них фактически полито, тыс. га	Доля риса в мелиорированных землях, %	Доля риса в землях, фактически используемых для орошения, %
2020	410.95	287.39	156.05	30.8	44.1
2021	410.92	291.50	147.76	28.7	40.5
2022	410.92	283.24	123.88	22.5	32.6
2023	416.37	289.93	138.11	26.4	38.0
2024	418.00	289.66	146.60	28.1	40.5
2025	420.95	291.34	149.74	27.6	39.8

учета конкретной конфигурации оросительных систем рис выступает как системообразующий потребитель водно-мелиоративной инфраструктуры. Однако статистика по-прежнему остается нечувствительной к локальному недоиспользованию или недополиву: известно только, что на уровне края часть земель фактически не вошла в поливной контур года, но неизвестно, где именно возник этот разрыв [6-11].

В официальных карточках ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» опубликован годовой объем забираемой воды из различных водных объектов для орошения. В 2020-2025 гг. он находился в диапазоне 2.76-3.01 млрд м³. Если сопоставить эти значения с расчетной сезонной потребностью риса при средней оросительной норме 18.74 тыс. м³/га, получается, что одна только рисовая отрасль теоретически требует 1.73-2.37 млрд м³ за сезон, то есть в отдельные годы 58-86% общего водозабора для целей орошения [6-13].

Оценочная сезонная потребность риса в воде (W_p) рассчитана по формуле $W_p = S_p \times N_p$, где S_p – посевная площадь риса, тыс. га; N_p – средняя оросительная норма риса, принятая по профильной мелиоративной литературе как многолетний ориентир для условий Кубани. Расчет носит оценочный характер и используется для сопоставления водной нагрузки рисоводства с общим объемом водозабора на орошение.

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что рис в регионе – не просто одна из культур на орошаемых землях, а главный организующий фактор водопользования всего мелиоративного комплекса. Но при всей информативности такого вывода он все равно остается агрегированным. Годовой водозабор не раскрывает, каким образом вода распределялась между системами, где возникли позднесезонные дефициты, какие массивы получили избыточное увлажнение, а какие – недополив. Именно это и образует следующую аналитическую границу стати-

стики [6-13].

Существенным ограничением существующей информационной базы является отсутствие открытого сопоставимого годового ряда по засоленным, заболоченным и иным деградированным рисовым землям Краснодарского края. В доступных публикациях представлены либо научные оценки длительных почвенно-мелиоративных ограничений, либо оперативные сообщения об отдельных стрессовых событиях, таких как подтопление чеков, аварии гидротехнических сооружений и дефицит влаги. В результате статистическая отчетность позволяет оценить масштаб отрасли и общую динамику ее функционирования, но не дает возможности локализовать проблемные массивы и проследить их состояние во времени. Именно это усиливает значимость технологий дистанционного зондирования Земли в системе мониторинга рисовых оросительных систем [14;15;22-25].

Технологические возможности дистанционного зондирования для рисовых систем

Современные исследования показывают, что наиболее результативным для мониторинга рисовых агроландшафтов является многовременной и мультисенсорный подход, сочетающий оптические, радиолокационные и БПЛА-данные. Оптическая съемка позволяет выделять контуры посевов и отслеживать динамику вегетации, радиолокационная – фиксировать затопление и работать в условиях облачности, а БПЛА – детализировать состояние отдельных чеков и элементов гидротехнической сети [16;19-21].

Для рисовых систем юга России такой подход особенно важен, поскольку диагностическое значение имеет не только состояние растительного покрова, но и режим затопления. Региональные исследования, выполненные для Краснодарского края, подтверждают возможность применения геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования для картирования состояния рисовых

Таблица 3

Водозабор для орошения и оценочная сезонная потребность риса в воде в Краснодарском крае

Год	Объем водозабора для орошения, млн м ³	Средняя оросительная норма риса, тыс. м ³ /га	Оценка сезонной потребности риса, млн м ³	Доля оценочной потребности риса в общем водозаборе, %
2020	2757.84	18.74	2372.5	86
2021	2985.8	18.74	2213.2	74.1
2022	2985.8	18.74	1729.7	57.9
2023	2985.8	18.74	2063.3	69.1
2024	3013.55	18.74	2200.1	73
2025	3007.56	18.74	2173.8	72.3

посевов и прогноза урожайности [17;18].

Обсуждение: как ДЗЗ закрывает дефициты официальной статистики

Сопоставление статистических данных и научной литературы показывает, что действующая отчетность позволяет оценить масштаб рисоводства, параметры мелиоративного фонда и общий объем водопользования, однако не дает информации о пространственной неоднородности состояния мелиорированных земель. Именно в этой части технологии ДЗЗ обладают наибольшим потенциалом, поскольку позволяют перейти от годовых итогов по региону к наблюдению за состоянием конкретных оросительных систем, полей и чеков [16-21].

На региональном уровне ДЗЗ может использоваться для ежегодного картирования фактически занятых рисом площадей; на уровне оросительной системы – для контроля сроков затопления и выявления участков с нарушенным водным режимом; на уровне хозяйства и поля – для детального обследования с применением БПЛА и наземной валидации. Такой подход делает возможным более обоснованное управление водным режимом и использованием земельных ресурсов в рисовых системах юга России [16-21]. С практической точки зрения наиболее перспективной для юга России представляется следующая последовательность работ:

1. ежегодное обновление маски фактических рисовых чеков на основе многовременных спутниковых данных;
2. мониторинг начала затопления, продолжительности удержания воды и сроков сброса;
3. построение временных рядов индексов состояния посевов по каждому полю и чеку;
4. автоматизированное выделение аномалий, требующих приоритетного обследования;
5. детальное БПЛА-обследование проблемных массивов с последующей наземной проверкой водного режима, солевого состояния почв и технического состояния гидросети [16-21].

Заключение

Проведенный анализ показывает, что официальная статистика по Краснодарскому краю за 2020-2025 гг. позволяет вполне надежно оценить масштаб рисоводства, параметры мелиоративного фонда и водную нагрузку на региональный агроландшафт. За этот период посевная площадь риса колебалась от 92.3 до 126.6 тыс. га, общая площадь

мелиорированных земель – от 410.95 до 420.95 тыс. га, а объем водозабора для орошения – от 2.76 до 3.01 млрд м³. Уже эти величины показывают, что рисовые системы Кубани остаются одним из наиболее ресурсоемких и управленчески сложных сегментов мелиорированного земледелия России [1-13].

Одновременно установлено, что открытая статистическая отчетность не обеспечивает пространственной локализации ключевых проблем. Она фиксирует площадь фактического полива, но не выявляет конкретные недополиваемые чеки; отражает общий водозабор, но не показывает распределение воды по системам; подтверждает наличие острых событий, но не дает их пространственной конфигурации; а по хроническим деградационным процессам – в первую очередь засолению и заболачиванию рисовых земель – вообще не формирует открытого годового ряда в детализации, достаточной для оперативного управления [6-15; 22-25].

Тем самым рабочая гипотеза статьи получает подтверждение: существующая статистика достаточна для макрооценки, но недостаточна для адресного управления мелиорированными агроландшафтами. Наиболее адекватным ответом на этот дефицит выступает интеграция ДЗЗ и ГИС, основанная на совместном использовании многовременных оптических и радиолокационных спутниковых данных, БПЛА-мониторинга и наземной валидации. Для рисовых систем юга России это означает переход от учета «по краю за год» к диагностике фактического использования чеков, режимов затопления, аномалий вегетации, рисков вторичного засоления и зон водного стресса на уровнях оросительной системы, хозяйства и поля [16-21].

Практическое значение полученных результатов состоит в том, что они позволяют обосновать архитектуру цифрового мониторинга рисовых систем Кубани и других орошаемых территорий юга России. Приоритетными направлениями следует считать: картирование фактических рисовых площадей, картирование водного режима чеков, выявление устойчивых зон деградации и интеграцию дистанционных данных с инженерной и почвенно-мелиоративной информацией. Именно в этой логике технологии ДЗЗ могут стать не вспомогательным, а системообразующим элементом управления мелиорированными агроландшафтами.

Список литературы

1. Краснодарстат. Итоги уборки урожая 2022 года в Краснодарском крае [Электронный ресурс]. 2023. 6 марта. Дата обращения: 02.05.2026.
2. Огорева Ю.А. Пути повышения эффективности отечественного рисоводства (по материалам Краснодарского края): дис. ... канд. экон. наук. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. 2025. 188 с.
3. Министерство сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края. На Кубани урожай риса в 2024 году превысил 860 тысяч тонн [Электронный ресурс]. 2024. 25 октября. Дата обращения: 02.05.2026.
4. Краснодарстат. Посевные площади сельскохозяйственных культур под урожай 2025 года в хозяйствах всех категорий Краснодарского края [Электронный ресурс]. 2025. 8 августа. Дата обращения: 02.05.2026.

5. Законодательное Собрание Краснодарского края. Кубанские рисоводы готовятся к посевной кампании [Электронный ресурс]. 2025. 15 апреля. Дата обращения: 02.05.2026.
6. ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз». Наличие мелиорированных земель в субъекте Российской Федерации за 2020 год [Электронный ресурс]. Дата обращения: 02.05.2026.
7. ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз». Наличие мелиорированных земель в субъекте Российской Федерации за 2021 год [Электронный ресурс]. Дата обращения: 02.05.2026.
8. ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз». Наличие мелиорированных земель в субъекте Российской Федерации за 2022 год [Электронный ресурс]. Дата обращения: 02.05.2026.
9. ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз». Наличие мелиорированных земель в субъекте Российской Федерации за 2023 год [Электронный ресурс]. Дата обращения: 02.05.2026.
10. ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз». Наличие мелиорированных земель в субъекте Российской Федерации за 2024 год [Электронный ресурс]. Дата обращения: 02.05.2026.
11. ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз». Наличие мелиорированных земель в субъекте Российской Федерации за 2025 год [Электронный ресурс]. Дата обращения: 02.05.2026.
12. Владимиров С.А. Парадигма сбалансированного водопотребления при эксплуатации рисовых оросительных систем в Краснодарском крае // Рисоводство. 2019. №3(44).
13. Малышева Н.Н., Якуба С.Н. Развитие мелиорации на Кубани и рациональное водопользование при орошении риса // Рисоводство. 2017. №4(37).
14. Ткачева М.С., Досеева О.А. К вопросу солеустойчивости риса (обзор) // Научный журнал КубГАУ. 2015. №105(01). Статья 57.
15. Слюсарев В.Н., Осипов А.В., Тешева С.А., Суминский И.И. Антропогенное воздействие на состав и свойства почв рисовых агроценозов дельты реки Кубани // Рисоводство. 2021. №4(53). С. 43-47.
16. Козенко К.Ю., Комарова О.П. Вегетационные индексы и методы дистанционного зондирования агроландшафтов как фундамент развития прецизионного орошения // Орошаемое земледелие. 2021. №2(33). С. 63-66. DOI: 10.35809/2618-8279-2021-2-9.
17. Васильев С.М., Митяева Л.А. Мониторинг орошаемого агроландшафта с учетом калибровки данных дистанционного зондирования в рамках геоинформационных технологий // Научный журнал КубГАУ. 2017. №131. С. 217-232.
18. Garkusha S., Skazhennik M., Petrushin A. et al. Research of rice crops in Krasnodar region by remote sensing data. E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 175. Article 01004. DOI: 10.1051/e3sconf/202017501004.
19. Fang H., Liang S., Chen Y. et al. A comprehensive review of rice mapping from satellite data: Algorithms, product characteristics and consistency assessment. Science of Remote Sensing. 2024. Vol. 10. Art. 100172. DOI: 10.1016/j.srs.2024.100172.
20. Fernández-Urrutia M., Arbelo M., Gil A. Identification of Paddy Croplands and Its Stages Using Remote Sensors: A Systematic Review. Sensors. 2023. Vol. 23. No. 15. Article 6932.
21. Singha M., Dong J., Zhang G., Xiao X. Identifying floods and flood-affected paddy rice fields in Bangladesh based on Sentinel-1 imagery and Google Earth Engine. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2020. Vol. 166. Pp. 278-293.
22. ФГБУ «Россельхозцентр» по Краснодарскому краю. Рисоводам края поставлены задачи по проведению уборочной кампании 2024 г. [Электронный ресурс]. 2024. 29 августа. Дата обращения: 02.05.2026.
23. РБК Краснодар. На Кубани потери рисовых чеков из-за подтоплений превысили 2 тыс. га [Электронный ресурс]. 2021. 8 октября. Дата обращения: 02.05.2026.
24. РБК Краснодар. Что кубанские аграрии говорят про запрет экспорта риса [Электронный ресурс]. 2022. 31 мая. Дата обращения: 02.05.2026.
25. Interfax. Кубанские рисоводы встревожены дефицитом влаги в почве [Электронный ресурс]. 2025. 28 марта. Дата обращения: 02.05.2026.

References

1. Krasnodarstat. Results of the 2022 harvest in Krasnodar Krai [Electronic resource]. March 6, 2023. Accessed: May 2, 2026.
2. Ogoreva Yu.A. *Puti povysheniya effektivnosti otechestvennogo risovodstva (po materialam Krasnodarskogo kraja)* [Ways to improve the efficiency of domestic rice farming (based on data from Krasnodar Krai)]. Dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences. Krasnodar: I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University. 2025. 188 p.
3. Ministry of Agriculture and Processing Industry of Krasnodar Krai. Rice harvest in Kuban exceeded 860,000 tons in 2024 [Electronic resource]. October 25, 2024. Accessed: May 2, 2026.
4. Krasnodarstat. Sown areas of agricultural crops for the 2025 harvest in farms of all categories in Krasnodar Krai [Electronic resource]. August 8, 2025. Accessed: May 2, 2026.
5. Legislative Assembly of Krasnodar Krai. Kuban rice growers prepare for the sowing campaign [Electronic resource]. April 15, 2025. Accessed: May 2, 2026.
6. FSBI «Kubanmeliovodkhoz» Administration. Availability of reclaimed lands in the constituent entity of the Russian Federation for 2020 [Electronic resource]. Accessed: May 2, 2026.
7. FSBI «Kubanmeliovodkhoz» Administration. Availability of reclaimed lands in the constituent entity of the Russian Federation for 2021 [Electronic resource]. Accessed: May 2, 2026.
8. FSBI «Kubanmeliovodkhoz» Administration. Availability of reclaimed lands in the constituent entity of the Russian Federation for 2022 [Electronic resource]. Accessed: 02.05.2026.
9. FSBI «Kubanmeliovodkhoz Administration». Availability of reclaimed lands in the constituent entity of the Russian Federation for 2023 [Electronic resource]. Accessed: 02.05.2026.
10. FSBI «Kubanmeliovodkhoz Administration». Availability of reclaimed lands in the constituent entity of the Russian Federation for 2024 [Electronic resource]. Accessed: 02.05.2026.
11. FSBI «Kubanmeliovodkhoz Administration». Availability of reclaimed lands in the constituent entity of the Russian Federation for 2025 [Electronic resource]. Accessed: 02.05.2026.
12. Vladimirov S.A. Paradigm of balanced water consumption during the operation of rice irrigation systems in Krasnodar Krai. *Risovodstvo*. 2019. No. 3(44).
13. Malysheva N.N., Yakuba S.N. Development of land reclamation in the Kuban region and rational water use in rice irrigation. *Risovodstvo*. 2017. No. 4(37).

14. Tkacheva M. S., Doseeva O. A. On the issue of rice salt tolerance (review). *Nauchnyy zhurnal KubGAU*. 2015. No. 105(01). Article 57.
15. Slyusarev V.N., Osipov A.V., Tesheva S.A., Suminsky I.I. Anthropogenic impact on the composition and properties of soils in rice agrocenoses of the Kuban River delta. *Risovodstvo*. 2021. No. 4(53). Pp. 43-47.
16. Kozenko K. Yu., Komarova O. P. Vegetation indices and remote sensing methods for agricultural landscapes as a foundation for the development of precision irrigation. *Oroshayemoye zemledeliye*. 2021. No. 2(33). Pp. 63-66. DOI: 10.35809/2618-8279-2021-2-9.
17. Vasiliev S. M., Mityaeva L. A. Monitoring of irrigated agricultural landscapes incorporating remote sensing data calibration within the framework of geoinformation technologies. *Nauchnyy zhurnal KubGAU*. 2017. No. 131. Pp. 217-232.
18. Garkusha S., Skazhennik M., Petrushin A. et al. Research of rice crops in Krasnodar region by remote sensing data. E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 175. Article 01004. DOI: 10.1051/e3sconf/202017501004.
19. Fang H., Liang S., Chen Y. et al. A comprehensive review of rice mapping from satellite data: Algorithms, product characteristics and consistency assessment. *Science of Remote Sensing*. 2024. Vol. 10. Art. 100172. DOI: 10.1016/j.srs.2024.100172.
20. Fernández-Urrutia M., Arbelo M., Gil A. Identification of Paddy Croplands and Its Stages Using Remote Sensors: A Systematic Review. *Sensors*. 2023. Vol. 23. No. 15. Article 6932.
21. Singha M., Dong J., Zhang G., Xiao X. Identifying floods and flood-affected paddy rice fields in Bangladesh based on Sentinel-1 imagery and Google Earth Engine. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2020. Vol. 166. Pp. 278-293.
22. FSBI «Rosselkhoztsentr» (Krasnodar Territory Branch). Tasks set for the region's rice growers regarding the 2024 harvest campaign [Electronic resource]. 2024. August 29. Accessed: May 2, 2026.
23. RBC Krasnodar. Rice paddy losses due to flooding in the Kuban region exceed 2,000 hectares [Electronic resource]. 2021. October 8. Accessed: May 2, 2026.
24. RBC Krasnodar. What Kuban farmers say about the rice export ban [Electronic resource]. 2022. May 31. Accessed: May 2, 2026.
25. Interfax. Kuban rice growers concerned about soil moisture deficit [Electronic resource]. 2025. March 28. Accessed: May 2, 2026.

Сведения об авторах
Принадлежность к организации

Шаповалов Дмитрий Анатольевич

доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», 105064, Москва, Россия

Джалилов Марат Бакирович

аспирант, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», 105064, Москва, Россия

Лукьянова Татьяна Семеновна

доктор географических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», 105064, Москва, Россия

Груздев Владимир Станиславович

доктор географических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», 105064, Москва, Россия

Хуторова Алла Олеговна

кандидат географических наук, доцент, «ФГБОУ ВО Государственный университет по землеустройству», 105064, Москва, Россия

Information about authors
Affiliations

Shapovalov Dmitry Anatolyevich

Doctor of Technical Sciences, Professor, State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

Dzhalilov Marat Bakirovich

Postgraduate student, State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

Lukyanova Tatyana Semenovna

Doctor of Geographical Sciences, Professor, State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

Gruzdev Vladimir Stanislavovich

Doctor of Geographical Sciences, Professor, State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

Khutorova Alla Olegovna

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

Поступила в редакцию 10.08.2026 г.