

Научная статья

Original article

УДК 630:528

DOI 10.55186/25880209_2025_9_2_15

**ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЦИФРОВОЙ
МОНИТОРИНГ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ: МЕТОДИКА
ИНТЕГРАЦИИ ПОЛЕВЫХ И ДИСТАНЦИОННЫХ ДАННЫХ (НА
ПРИМЕРЕ ЗАКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)**

**GEOINFORMATION MODELING AND DIGITAL MONITORING OF
PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS: METHODOLOGY FOR INTEGRATING
FIELD AND REMOTE DATA (CASE STUDY OF ZAKAMYA, REPUBLIC OF
TATARSTAN)**



Хуснутдинов Ильнур Ильдусович, аспирант 3 курса факультета лесного хозяйства и экологии, ассистент кафедры таксации и экономики лесной отрасли, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» (420015, г.Казань, ул. К.Маркса, 65), тел. +7(965)607-27-12, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1134-6651>, husnutdinov_ilnur@rambler.ru

Гайфуллин Ильдар Ильфатович, эксперт лесного хозяйства, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5), ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9164-386X>, pimenta.spb@icloud.com

Халилов Ильдар Ильсурович, аспирант 4 курса факультета лесного хозяйства и экологии, начальник отдела земельного надзора Управление Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по Республике Татарстан (420059,

г. Казань, ул. Оренбургский тракт, д. 20а.), тел: +7(927)402-76-15, ORCID: <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-2542-2213>, halilov1985@mail.ru

Мирсияпов Наиль Ильясович, аспирант 3 курса факультета лесного хозяйства и экологии, ассистент кафедры таксации и экономики лесной отрасли, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» (420015, г.Казань, ул. К.Маркса, 65), тел. +7(927)410-30-27, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1059-231X>, Nail.86@mail.ru

Вагизов Марсель Равильевич, доктор технических наук, профессор кафедры информационных систем и технологий, заведующий кафедрой информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4848-1619>, bars-tatarin@yandex.ru

Мусин Харис Гайнутдинович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства и лесных культур, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» (420015, г.Казань, ул. К.Маркса, 65), тел. +7(937)778-42-22, haris.musin@rambler.ru

Khusnutdinov Ilnur Ilusovich, PhD Student, Assistant at the Department of Forest Mensuration and Forest Sector Economics, Kazan State Agrarian University (65 Karl Marx St., Kazan 420015, Russia), Tel. +7(965)607-27-12, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1134-6651>, husnutdinov_ilmur@rambler.ru

Gaifullin Ilidar Ilfatovich, Forestry Expert, Saint Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov (5 Institutsky Ln., Saint Petersburg 194021, Russia), ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9164-386X>, pimenta.spb@icloud.com

Khalilov Ilidar Ilurovich, PhD Student, Kazan State Agrarian University (65 Karl Marx St., Kazan 420015, Republic of Tatarstan, Russia), Tel. +7(927)402-76-15, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2542-2213>, halilov1985@mail.ru

Mirsyapov Nail Ilyasovich, PhD Student, Assistant at the Department of Forest Mensuration and Forest Sector Economics, Kazan State Agrarian University (65 Karl

Marx St., Kazan 420015, Russia), Tel. +7(927)410-30-27, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1059-231X>, Nail.86@mail.ru

Vagizov Marsel Ravilevich, Doctor of Technical Sciences, Professor and Head of the Department of Information Systems and Technologies, Saint Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov (5 Institut'sky Ln., Saint Petersburg 194021, Russia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4848-1619>, bars-tatarin@yandex.ru

Musin Kharis Gainutdinovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Department of Silviculture and Forest Cultures, Kazan State Agrarian University (65 Karl Marx St., Kazan 420015, Russia), Tel. +7(937)778-42-22, haris.musin@rambler.ru

Аннотация. Защитные лесные насаждения (ЗЛН) играют важную роль в обеспечении экологического баланса агроландшафтов, выполняя функции защиты почвы от эрозии, улучшения микроклимата, сохранения биоразнообразия и повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий. В условиях антропогенных нагрузок и изменения климата использование геоинформационных технологий для мониторинга и управления состоянием ЗЛН приобретает особую актуальность. В статье проводится комплексный анализ состояния защитных лесных насаждений на исследуемых участках Азнакаевского муниципального района, расположенного в Закамье Республики Татарстан, с применением методов полевой инвентаризации, дистанционного зондирования (с использованием спутниковых снимков) и создания единой цифровой базы данных. Всего было обследовано 105 участков, что позволило детально охарактеризовать состояние защитных лесных насаждений и выявить их основные функциональные особенности. Основное внимание уделяется выявлению проблемных участков и разработке рекомендаций по восстановлению и улучшению состояния насаждений с целью их устойчивого функционирования. Результаты исследования могут быть использованы для формирования региональных программ по устойчивому управлению лесными ресурсами и сохранению агролесомелиоративного потенциала территории.

Abstract. Protective forest plantations (PFP) play a crucial role in maintaining the ecological balance of agrolandscapes by performing functions such as soil erosion

protection, microclimate improvement, biodiversity conservation, and increasing the productivity of agricultural lands. In the context of anthropogenic pressures and climate change, the use of geoinformation technologies for monitoring and managing the condition of PFP has become particularly relevant. This article provides a comprehensive analysis of the state of protective forest plantations in the studied areas of the Aznakaevsky municipal district, located in the Zakamye region of the Republic of Tatarstan, using methods of field inventory, remote sensing (with satellite imagery), and the creation of a unified digital database. A total of 105 plots were surveyed, allowing for a detailed characterization of the state of protective forest plantations and identification of their main functional features. Particular attention is given to identifying problematic areas and developing recommendations for the restoration and improvement of plantation conditions to ensure their sustainable functioning. The results of the study can be used to form regional programs for sustainable forest resource management and the preservation of the agroforestry potential of the territory.

Ключевые слова: *геоинформационное моделирование; защитные лесные насаждения; цифровой мониторинг; дистанционное зондирование; цифровая база данных; агролесомелиорация.*

Keywords: *geoinformation modeling; protective forest plantations; digital monitoring; remote sensing; digital database; agroforestry reclamation.*

Введение. Защитные лесные насаждения (ЗЛН) являются важным элементом агроландшафтов, играющим ключевую роль в обеспечении экологического баланса. Эти насаждения выполняют несколько важных функций: защиту почвы от эрозии, улучшение микроклимата, сохранение биоразнообразия и повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий [1]. В условиях усиленных антропогенных нагрузок и изменения климата, роль защитных лесов становится особенно важной для обеспечения устойчивости экосистем и поддержания агролесомелиоративного потенциала территории [2].

Использование геоинформационных технологий (ГИС) представляет собой современный подход к мониторингу и управлению защитными лесными насаждениями, поскольку они позволяют собирать, анализировать и

визуализировать данные, что критически важно для территорий с большим количеством древесных и кустарниковых насаждений [3]. Геоинформационное моделирование позволяет эффективно планировать мероприятия по улучшению состояния ЗЛН и способствует оптимизации агролесомелиоративных работ.

Целью исследования является анализ состояния защитных лесных насаждений Закамья Республики Татарстан с использованием методов геоинформационного моделирования и разработка рекомендаций по их восстановлению и устойчивому управлению. Основной задачей является выявление проблемных участков и оптимизация методов ухода за различными типами насаждений, что позволит повысить устойчивость экосистем региона.

Условия, материалы и методы. Исследование проводилось на территории Азнакаевского муниципального района, характеризующейся разнообразием лесорастительных условий. В рамках инвентаризации обследовано было всего 105 участков защитных лесных насаждений, что позволило охватить широкий спектр типовых объектов. Особое внимание уделялось трем основным типам насаждений:

Придорожные насаждения – линейные полосы, расположенные вдоль автомобильных и железнодорожных магистралей, способствующие снижению выбросов, предотвращению эрозии и обеспечению безопасности дорожного движения.

Полезащитные насаждения – массивы, создаваемые для защиты сельскохозяйственных угодий от ветровой эрозии, солевых барханов и потерь влаги в почве.

Овражно-балочные насаждения – растительность вдоль оврагов и балок, предотвращающая оползни и смывание почвы.

Каждый из этих типов играет свою специфическую роль в агролесомелиоративной системе региона, и понимание их состояния критически важно для разработки эффективных методов управления [4].

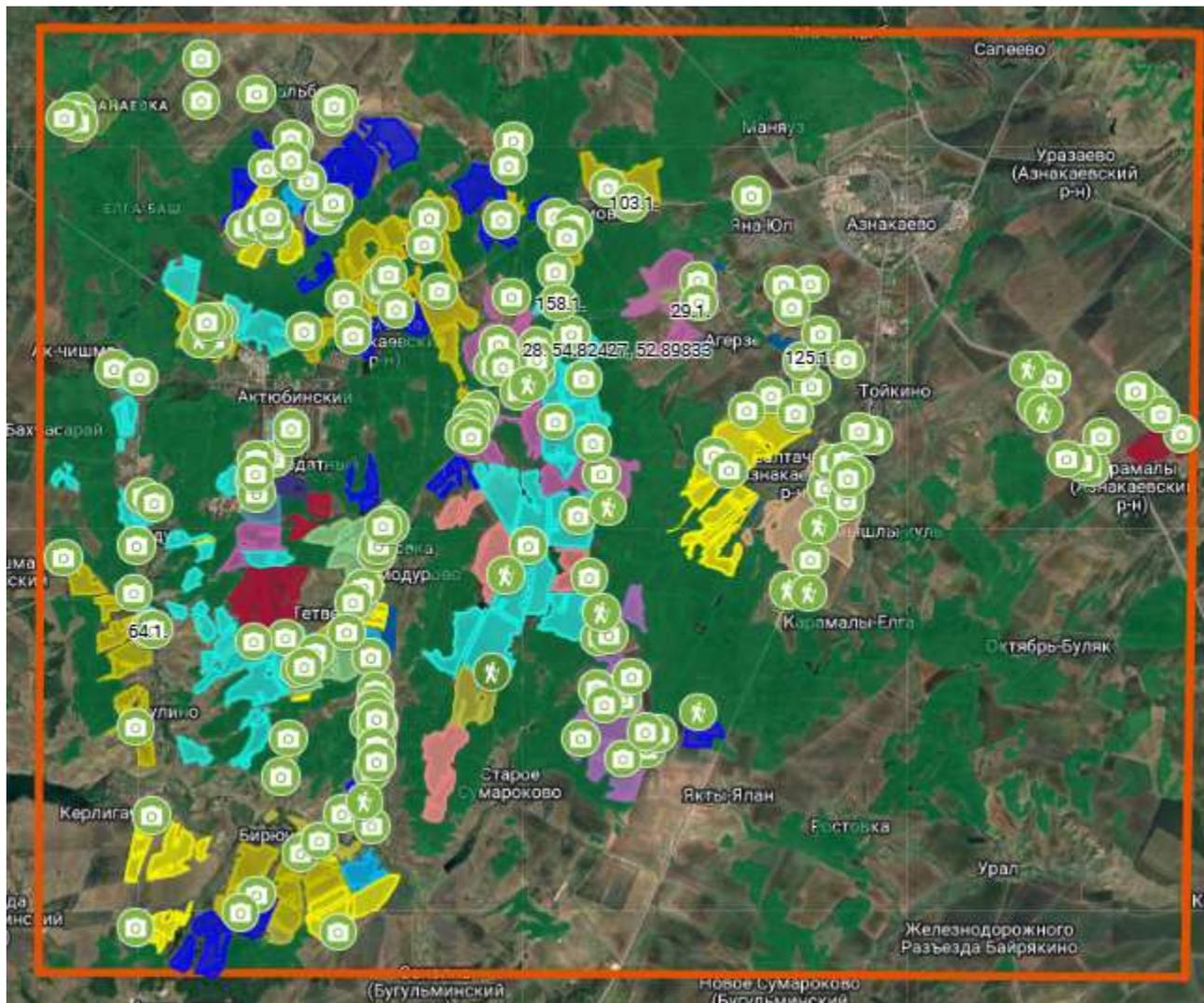


Рисунок 1 – Общий вид территории исследования

Полевые работы проводились с применением GPS-устройства Garmin GPSMAP 64st, позволяющий определить точное расположение и границы каждого участка, далее с помощью глазомерно-инструментальной таксации, идет сбор данных о количестве рядов, составе насаждений, междурядном расстоянии, а также физические характеристики деревьев и кустарников (возраст, высота, диаметр стволов), для определения полноты и высоты насаждений использовались инструменты: полнотомер Биттерлиха, высотомер SUUNTO PM-5/1520 PC. Оценивалось санитарное состояние насаждений с фиксацией признаков ослабления, поражений вредителями или болезнями. Примеры проведенных замеров включают участок №1 (см. Рисунок 2), где на равнинном участке площадью 1,4 га зафиксированы береза повислая (20 лет, 14 м, 12 см) и ель обыкновенная (20 лет, 9 м, 8 см) в хорошем состоянии, а также участок №7 (см.

Рисунок 3), где тополь белый (40 лет, 17 м, 26 см) демонстрирует значительное ослабление.



Рисунок 2 – Участок №1 (54.8072428, 52.8900236)

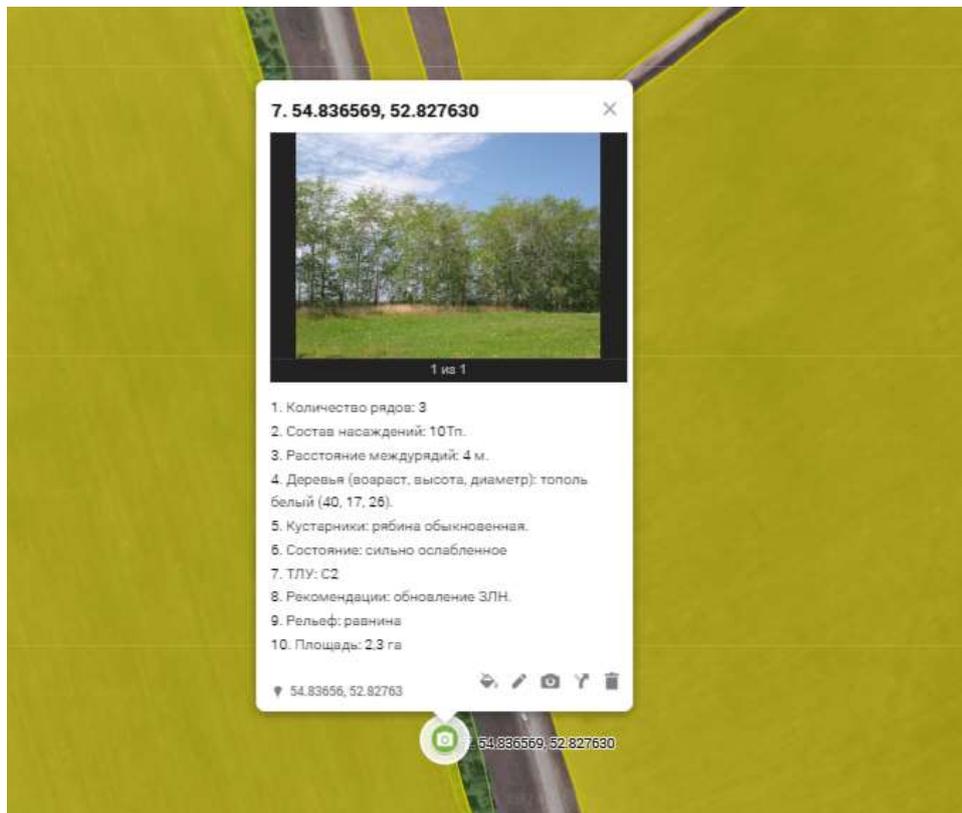


Рисунок 3 – Участок №7 (54.836569, 52.827630)

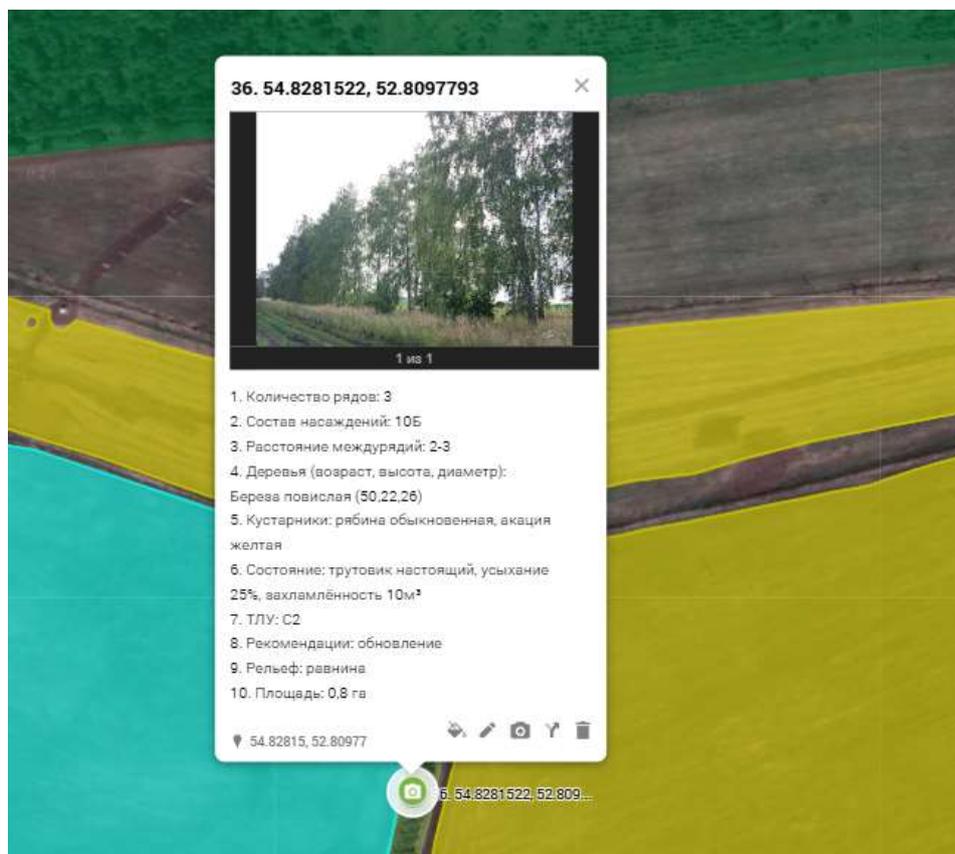


Рисунок 4 – Участок №36 (54.828152, 52.809779)

В процессе исследования применялись современные геоинформационные технологии для комплексного анализа защитных лесных насаждений. Пространственный анализ проводился с использованием онлайн-карт в спутниковом режиме (Google my maps, Google Earth), с последующей интеграцией данных через режим разработчика. Это позволило осуществлять прямую запись полевых данных на карту, геопривязка снимков позволила создать цифровую карту распределения насаждений и выявить проблемные зоны. Созданная цифровая база данных включает сведения о координатах, физических параметрах и санитарном состоянии каждого из 105 участков, что обеспечивает возможность оперативного мониторинга и дальнейшего статистического анализа динамики изменений [5].

Комплексирувание разнородной геопространственной информации для её отображения в любой геоинформационной среде позволит анализировать процессы, связанные с геопространственным размещением растительности, взаимовлиянием и пространственным отношением различных объектов, входящих в лесную экосистему, — как флоры, так и лесной фауны [6, 7, 8].

Методическая схема исследования объединяет этапы полевого сбора данных, геопривязки, цифровизации и пространственного анализа. Схема (см. Рисунок 4) наглядно демонстрирует последовательность этапов от инвентаризации, и формирования рекомендаций до внедрения и мониторинга.

БЛОК-СХЕМА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ



Рисунок 4 – Блок-схема методики исследования

Для иллюстрации характеристик отдельных участков представлена расширенная таблица, включающая примеры из общего количества 105 обследованных участков.

Таблица 1. Примеры характеристик исследуемых участков защитных лесных насаждений (из общего числа 105 участков)

№ уч.	Координаты	Описание насаждений	Состояние	Площадь, га	Рекомендации
1	54.807242, 52.890023	Придорожный участок: береза повислая, ель обыкновенная	Хорошее, без ослабления	1.4	Отсутствие мер
7	54.836569, 52.827630	Участок с тополем белым	Сильно ослаблено	2.3	Рубки обновления

10	54.8371, 52.90455	Смешанный состав: береза повислая, клен татарский	Стабильное состояние	2.1	Отсутствие мер
28	54.81853, 52.8956	Придорожный участок с равномерным расположением насаждений	Стабильное состояние	0.3	Отсутствие мер
36	54.828152, 52.809779	Береза повислая с признаками заражения трутовиком, усыхание 25%	Ослабленное, частичное усыхание	0.8	Санитарно- оздоровительные рубки
44	54.696579, 52.840736	Искусственные культуры, насаждения 10Е (ЗКС)	Приживаемость 60%	12.2	Отсутствие мер
51	54.717794, 52.842844	Искусственные культуры, насаждения 10Л (ЗКС)	Приживаемость 60%, холмистый рельеф	25.4	Отсутствие мер
60	54.739072, 52.809913	Порядок насаждений: Ак-Е-Тп-Тп-Е-Е (сосна и ель)	Без признаков ослабления	0.9	Отсутствие мер
71	54.817558, 53.146368	Искусственные культуры, насаждения 10Кляс+В	Ослабленное	0.9	Сплошная санитарная рубка с последующим созданием ЗЛН
105	54.80839, 53.14452	Пример участка с неравномерным размещением древостоя	Неравномерное распределение	–	Дополнение (дополнительный мониторинг)

Примечание: Приведена выборка из 105 обследованных участков; полная таблица доступна в цифровой базе данных исследования.

Результаты и обсуждение. Интеграция полевых измерений, дистанционного зондирования и цифровой обработки данных позволила получить подробную и объективную картину состояния защитных лесных насаждений. Пространственный анализ показал, что участки с регулярным санитарным уходом (например, придорожные насаждения) демонстрируют стабильное состояние, в то время как зоны с овражно-балочной структурой подвержены эрозионным процессам и требуют санитарно-оздоровительной рубки.

На примере участка №7 (см. Рисунок 3) видно, что тополь белый, возрастом 40 лет, имеет значительное ослабление (диаметр 26 см при высоте 17 м), что указывает на необходимость обновления насаждений. Участок №36 (см. Рисунок 4) демонстрирует признаки заражения трутовиком, что приводит к усыханию части насаждений. Анализ данных, включенных в цифровую базу, позволяет отследить

динамику изменений на каждом из 105 участков, что является важным инструментом для планирования управленческих мероприятий.

Обсуждение результатов свидетельствует о высокой точности интегрированного подхода. Применение ГИС-технологий для геопривязки спутниковых снимков с полевыми данными существенно повышает качество оценки состояния экосистем [9]. Таблица с примерами характеристик участков позволяет не только систематизировать полученные данные, но и выделить проблемные зоны, требующие оперативного вмешательства, а также участки, где сохранено естественное возобновление насаждений.

Возможно формирование специализированного web-картографического сервиса по мониторингу состояния зелёных насаждений Республики Татарстан с использованием данных дистанционного зондирования Земли и внесения геопространственной информации в формируемые базы данных, отдельно на объекты исследований или административно-территориальные деления.

Выводы. Для улучшения окружающей среды и снижения опасности, природных и антропогенных явлений необходимо развивать полезационные лесные насаждения. Научные исследования по оптимизации воспроизводства и управлению защитными лесами критически важны для предотвращения разрушения лесных экосистем [10].

Проведенное исследование подтверждает высокую эффективность комплексного подхода, основанного на интеграции полевых измерений, дистанционного зондирования и цифровой обработки данных, для оценки состояния защитных лесных насаждений. Детальный анализ отдельных участков, дополненный таблицами и иллюстративными материалами, позволяет выявить индивидуальные особенности и проблемные зоны, что способствует разработке обоснованных рекомендаций по реставрации экосистем. Полученные данные демонстрируют, что участки с различной функциональной нагрузкой требуют различных подходов к восстановлению, а созданная цифровая база данных обеспечивает возможность непрерывного мониторинга и анализа динамики изменений в условиях возрастающих климатических и антропогенных воздействий.

Результаты исследования являются важным научным вкладом и могут послужить основой для дальнейших прикладных и теоретических исследований, направленных на оптимизацию управления защитными лесными насаждениями в агроландшафтах.

Литература

1. Родин А.Р. Лесомелиорация ландшафтов: учебник / А.Р. Родин, С.А. Родин. – М.: МГУЛ, 2005. – 164 с
2. Викулова, О. И. Роль защитных лесных насаждений в снижении интенсивной техногенной нагрузки / О. И. Викулова // Актуальные вопросы современных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, Курск, 31 марта 2023 года. Том Часть 2. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 85-89. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54508034>.
3. Дистанционные методы в лесном хозяйстве: учебное пособие / Э. А. Курбанов, О. Н. Воробьев. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2020. – 266 с. ISBN 978-5-8158-2149-1 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44088769>.
4. Оценка состояния защитных лесных насаждений в Предкамье Республики Татарстан / А. Р. Мухаметшина, Х. Г. Мусин, Н. И. Мирсияпов [и др.] // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2024. – Т. 28, № 6. – С. 5-17. – DOI 10.18698/2542-1468-2024-6-5-17. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=75156633>
5. Хуснутдинов, И. И. Цифровизация защитного лесоразведения на землях сельскохозяйственных формирований в Республике Татарстан / И. И. Хуснутдинов, Н. И. Мирсияпов, Х. Г. Мусин // Международный форум KAZAN DIGITAL WEEK - 2023 : Сборник материалов, Казань, 20–22 сентября 2023 года. – Казань: ГБУ «НЦБЖД», 2023. – С. 1280-1285. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54763369>.
6. Application of unmanned aircraft vehicles and techniques ground laser scanning for measurement of dimensional and quality indicators of tree stand / A. Duhovnik, S. Voinash, M. Kalimullin [et al.] // II international scientific and practical

conference “energy, ecology and technology in agriculture” : E3S Web of Conferences, Khujand, 11–13 декабря 2023 года. Vol. 480. – PA COURTABOEUF: EDP SCIENCES, 2024. – P. 3012. – DOI 10.1051/e3sconf/202448003012. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60771535>.

7. Вагизов, М. Р. Разработка технологии геоинформационного моделирования лесных экосистем (часть 1) / М. Р. Вагизов // Геоинформатика. – 2021. – № 4. – С. 43-49. – DOI 10.47148/1609-364X-2021-4-43-49. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47982176>.

8. Задергина, Е. Е. Цифровизация государственного управления земельными ресурсами / Е. Е. Задергина // Скиф. Вопросы студенческой науки. – 2024. – № 6(94). – С. 381-385. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67957099>.

9. Митрофанова, Н. А. Геоинформационные технологии управления лесопользованием на уровне лесничеств / Н. А. Митрофанова, А. Е. Билецкая // Интенсификация использования и воспроизводства лесов : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки, Ульяновск, 09 февраля 2024 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2024. – С. 115-118. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=64317427>.

10. Токова, Ф. М. Выращивания полезащитных лесных насаждений и мероприятия по их улучшению / Ф. М. Токова, Р. М. Батчаев // Тенденции развития науки и образования. – 2025. – № 117-2. – С. 164-166. – DOI 10.18411/trnio-01-2025-100. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80334556>.

References

1. Rodin A.R. Lesomelioratsiya landshaftov: uchebnik / A.R. Rodin, S.A. Rodin. – M.: MGUL, 2005. – 164 s

2. Vikulova, O. I. Rol' zashchitnykh lesnykh nasazhdenii v snizhenii intensivnoi tekhnogennoi nagruzki / O. I. Vikulova // Aktual'nye voprosy sovremennykh tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaistvennoi produktsii : Materialy Vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Kursk, 31 marta 2023 goda. Tom Chast' 2. – Kursk: Kurskii gosudarstvennyi

agrarnyi universitet imeni I.I. Ivanova, 2023. – S. 85-89. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54508034>.

3. Distantionnye metody v lesnom khozyaistve: uchebnoe posobie / EH. A. Kurbanov, O. N. Vorob'ev. – Ioshkar-Ola: Povolzhskii gosudarstvennyi tekhnologicheskii universitet, 2020. – 266 s. ISBN 978-5-8158-2149-1 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44088769>.

4. Otsenka sostoyaniya zashchitnykh lesnykh nasazhdenii v Predkam'e Respubliki Tatarstan / A. R. Mukhametshina, KH. G. Musin, N. I. Mirsiyapov [i dr.] // Lesnoi vestnik. Forestry Bulletin. – 2024. – T. 28, № 6. – S. 5-17. – DOI 10.18698/2542-1468-2024-6-5-17. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=75156633>.

5. Khusnutdinov, I. I. Tsifrovizatsiya zashchitnogo lesorazvedeniya na zemlyakh sel'skokhozyaistvennykh formirovaniy v Respublike Tatarstan / I. I. Khusnutdinov, N. I. Mirsiyapov, KH. G. Musin // Mezhdunarodnyi forum KAZAN DIGITAL WEEK - 2023 : Sbornik materialov, Kazan', 20–22 sentyabrya 2023 goda. – Kazan': GBU «NTSBZHD», 2023. – S. 1280-1285. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54763369>.

6. Application of unmanned aircraft vehicles and techniques ground laser scanning for measurement of dimensional and quality indicators of tree stand / A. Duhovnik, S. Voinash, M. Kalimullin [et al.] // II international scientific and practical conference “energy, ecology and technology in agriculture” : E3S Web of Conferences, Khujand, 11–13 dekabrja 2023 goda. Vol. 480. – PA COURTABOEUF: EDP SCIENCES, 2024. – P. 3012. – DOI 10.1051/e3sconf/202448003012. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60771535>.

7. Vagizov, M. R. Razrabotka tekhnologii geoinformatsionnogo modelirovaniya lesnykh ehkosistem (chast' 1) / M. R. Vagizov // Geoinformatika. – 2021. – № 4. – S. 43-49. – DOI 10.47148/1609-364X-2021-4-43-49. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47982176>.

8. Zadergina, E. E. Tsifrovizatsiya gosudarstvennogo upravleniya zemel'nymi resursami / E. E. Zadergina // Skif. Voprosy studencheskoi nauki. – 2024. – № 6(94). – S. 381-385. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67957099>.

9. Mitrofanova, N. A. Geoinformatsionnye tekhnologii upravleniya lesopol'zovaniem na urovne lesnichestv / N. A. Mitrofanova, A. E. Biletskaya // Intensifikatsiya ispol'zovaniya i vosproizvodstva lesov : materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi Dnyu rossiiskoi nauki, Ul'yanovsk, 09 fevralya 2024 goda. – Ul'yanovsk: Ul'yanovskii gosudarstvennyi universitet, 2024. – S. 115-118. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=64317427>.

10. Tokova, F. M. Vyrashchivaniya polezashchitnykh lesnykh nasazhdenii i meropriyatiya po ikh uluchsheniyu / F. M. Tokova, R. M. Batchaev // Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya. – 2025. – № 117-2. – S. 164-166. – DOI 10.18411/trnio-01-2025-100. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80334556>.

© Хуснутдинов И.И., Гайфуллин И.И., Халилов И.И. Мирсияпов Н.И., Вагизов М.Р., Мусин Х.Г., 2025. *International agricultural journal*, 2025, № 2, 603-617.

Для цитирования: Хуснутдинов И.И., Гайфуллин И.И., Халилов И.И. Мирсияпов Н.И., Вагизов М.Р., Мусин Х.Г. ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЦИФРОВОЙ МОНИТОРИНГ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ: МЕТОДИКА ИНТЕГРАЦИИ ПОЛЕВЫХ И ДИСТАНЦИОННЫХ ДАННЫХ (НА ПРИМЕРЕ ЗАКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН) // *International agricultural journal*. 2025, № 2, 603-617