

Научная статья
УДК 630.52:587/588

К ВОПРОСУ ПО ПРОБЛЕМАМ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НЕБОЛЬШИХ УЧАСТКОВ ЛЕСА

Руслан Азадович Гусейнов¹, Сергей Петрович Санников², Валерий Викторович Шипилов³

¹⁻³ Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ ruslanguseynov2000@gmail.com

² sannikovsp@m.usfeu.ru

³ shipilovvv@m.usfeu.ru

Аннотация. В работе проведены исследования проблем космического мониторинга небольших участков леса. Сделан анализ получения информации со спутников об изменениях лесной среды, результаты представлены в удобной форме в виде таблиц. Предложены возможные перспективы развития космического мониторинга небольших участков леса.

Ключевые слова: лес, участок, мониторинг, космос, проблемы

Для цитирования: Гусейнов Р. А., Санников С. П., Шипилов В. В. К вопросу по проблемам космического мониторинга небольших участков леса // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 615–619.

Original article

ON THE PROBLEMS OF SPACE MONITORING OF SMALL FOREST SITES

Ruslan A. Guseinov¹, Sergey P. Sannikov², Valery V. Shipilov³

¹⁻³ Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ ruslanguseynov2000@gmail.com

² sannikovsp@m.usfeu.ru

³ shipilovvv@m.usfeu.ru

Abstract. The paper investigates the problems of space monitoring of small forest sites. The analysis of obtaining information from satellites on changes in the forest environment is made, the results are presented in a convenient form of the tables. Possible prospects for the development of space monitoring of small forest sites are proposed.

Keywords: forest, sites, monitoring, space, problems

For citation: Guseinov R. A., Sannikov S. P., Shipilov V. V. (2026) K vo-
prosu po problemam kosmicheskogo monitoringa nebol'shix uchastkov lesa
[On the problems of space monitoring of small forest sites]. Nauchnoe tvor-
chestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth
to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national)
Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students.
Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 615–619. (In Russ).

Космический мониторинг лесов представляет собой систему регуляр-
ных наблюдений и контроля за состоянием лесных территорий, анализа про-
исходящих процессов и своевременного выявления изменений с использо-
ванием средств космического базирования. Этот метод стал ключевым
инструментом в решении актуальных проблем лесного сектора, включая
развитие арендных отношений, сертификацию, охрану старовозрастных
лесов, борьбу с незаконными рубками и пожарами. Однако мониторинг не-
больших участков леса сталкивается с рядом существенных проблем, кото-
рые требуют детального изучения и решения [1, 2].

Целью данной работы является анализ проблем космического монито-
ринга небольших участков леса и предложение путей их решения. В работе
поставлены следующие **задачи исследования**:

- изучить основные задачи космического мониторинга лесов;
- выявить специфические проблемы, связанные с мониторингом не-
больших участков;
- проанализировать технические и методические ограничения;
- предложить возможные пути решения выявленных проблем;
- оценить перспективы развития технологий мониторинга.

Суть проблемы

Ограничения пространственного и временного разрешения

Пространственное разрешение: для мониторинга небольших участков
леса (например, вырубок до 5...10 га) требуются данные высокого разреше-
ния (менее 10 м/пиксель). Однако спутники среднего разрешения (напри-
мер, IRS-P6 AWIFS с разрешением 55 м) не позволяют детально анализи-
ровать небольшие территории [3].

Временное разрешение: оперативное обнаружение изменений (напри-
мер, незаконных рубок) требует частой съемки (ежедневной или еженедель-
ной). Однако многие спутники высокого разрешения не обеспечивают
необходимой периодичности съемки из-за длительных циклов повторного
обзора.

Методические проблемы:

- автоматизация обработки данных: отсутствие автоматизированных
инструментов для дискриминации участков вырубок от других изменений
(например, природных процессов) затрудняет оперативный анализ;

– сезонные и атмосферные помехи: облачность, освещенность и сезонные изменения растительности влияют на качество и интерпретацию данных. Например, спектральные характеристики леса различны в зависимости от сезона, что осложняет идентификацию изменений.

Экономические и организационные проблемы:

– стоимость данных: высокоразрешающие снимки часто коммерчески доступны, но их стоимость может быть высокой для регулярного мониторинга больших территорий;

– неактуальность данных лесоустройства: устаревшие картографические материалы и данные лесоустройства снижают точность оценок на основе космических снимков.

Технологические ограничения

Спектральные возможности: существующая аппаратура (например, AVHRR и MODIS) не всегда подходит для детального мониторинга небольших участков, так как не обеспечивает необходимого спектрального диапазона для анализа состояния лесов. Результаты исследований сравнительного анализа спутниковых снимков представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение возможностей спутниковой съемки для мониторинга лесов

Тип съемки	Пространственное разрешение	Временное разрешение	Применимость для небольших участков
Среднее (e.g., AVHRR)	1000 м	3...12 ч	Низкая
Высокое (e.g., Landsat)	15...30 м	16 дней	Средняя
Сверхвысокое (e.g., WorldView)	0,3...2 м	1...5 дней	Высокая

Пути решения проблем

Для повышения эффективности мониторинга лесных ресурсов необходим комплексный подход, включающий технологические, организационные и методические инновации.

В технологическом аспекте использование группировок малых спутников, таких как системы RapidEye и Planet Labs, обеспечивает получение снимков высокого разрешения с высокой периодичностью. Активное внедрение искусственного интеллекта и нейросетей, аналогично практике «Терра Тех», позволяет автоматизировать процесс обнаружения изменений в лесных массивах, повышая скорость и точность анализа. Совершенствование алгоритмов обработки, включая атмосферную коррекцию и создание индексных изображений, улучшает качество получаемых данных, минимизируя влияние помех [1, 4].

Организационные меры требуют государственно-частного партнерства для финансирования систематического мониторинга, как это реализовано в Швеции и Финляндии, где ежегодная съемка территории способствует снижению незаконных рубок. Создание открытых платформ, подобных сервису «БЕГА-Science», обеспечивает доступ к актуальным данным и инструментам анализа [5].

Методические улучшения включают интеграцию разнородных данных, сочетание оптической и радиолокационной съемки, что позволяет преодолеть проблему облачности. Повышение достоверности результатов достигается за счет полевого подтверждения данных космического мониторинга с использованием авиационных средств, таких как беспилотники, и наземных исследований.

В перспективе развитие сервисов типа «Цифровая Земля», предоставляющих платформы для мониторинга, и внедрение интерферометрических методов, использующих радарные данные (например, TerraSAR-X/TanDEM-X) для оценки высоты леса, позволят более эффективно обнаруживать изменения в структуре лесного покрова, представлены в табл. 2 [5].

Таблица 2

Примеры технологий для повышения эффективности мониторинга

Технология	Преимущества	Ограничения
Группировки малых спутников	Высокое временное разрешение, низкая стоимость	Среднее пространственное разрешение
Искусственный интеллект (ИИ) и нейросети	Автоматизация, высокая точность нахождения	Требуют обучения
Радиолокационная съемка	Всепогодность, независимость от освещения	Сложность интерпретации данных

Заключение

Космический мониторинг небольших участков леса сталкивается с комплексом проблем, включая технические ограничения, методические испытания и экономические барьеры. Однако развитие технологий съемки (малые спутники), внедрение искусственного интеллекта и улучшение алгоритмов обработки данных предлагают эффективные пути решения этих проблем. Важную роль играют также организационные меры, такие как государственно-частное партнерство и создание открытых архивов данных. Перспективы мониторинга связаны с интеграцией разнородных данных и развитием специализированных сервисов («БЕГА-Science», «Цифровая Земля»), которые позволяют осуществлять оперативный и точный контроль за небольшими участками леса [3].

Список источников

1. Космический мониторинг // Fireman.club : [сайт]. URL: <https://clck.ru/3RsQdL> (дата обращения: 28.09.2025).
2. Мониторинг лесных ресурсов // Геопортал ИВМ СО РАН : [сайт]. URL: <https://clck.ru/3RsQfG> (дата обращения: 28.09.2025).
3. Маслов А. А. Космический мониторинг лесов России: современное состояние, проблемы и перспективы // Лесной бюллетень. 2006. № 31. С. 12–17.
4. Возможности получения объективных количественных дистанционных оценок причиняемого лесам вреда / В. П. Саворский, Р. В. Котельников, С. А. Барталев [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14, № 7. С. 136–152.
5. Аэрокосмический мониторинг лесного хозяйства // Совзонд : [сайт]. URL: <https://clck.ru/3RsQhQ> (дата обращения: 28.09.2025).