

что дает высокую плотность [2]. По сравнению с обычным бетоном полимербетон демонстрирует превосходство в прочности на сжатие (150 МПа против 20–50 МПа), водопоглощении (0,5% против 4–6%) и скорость отверждения (сутки против 28 суток). Полимербетон устойчив к кислотам, но имеет недостатки — высокую стоимость (до \$1200/м³) и ограниченную термостойкость (разложение смол начинается при +150°С) [1]. Часть цемента можно заменить фосфогипсом, в том числе отходом. Потенциал роста связан с преодолением этих ограничений. Ученые добавляют до 15% пластиковых отходов (ПЭТ), что снижает затраты в процессе производства и решает проблему утилизации мусора. Нанотехнологии позволяют повысить прочность до 200 МПа благодаря внедрению наночастиц диоксида кремния. К тому же разрабатываются «умные» полимербетоны со встроенными сенсорами для мониторинга деформаций в реальном времени, как в проекте МГСУ [3, 4].

На данный момент материал применяют в аэрокосмической отрасли (легкие панели спутников), медицине (протезы) и энергетике (антикоррозионные покрытия). Прогнозируется, что к 2030 году мировой рынок полимербетона достигнет \$7 млрд. Дальнейшее развитие направлено на повышение экологичности, качества и доступности, что делает его символом технологического прогресса в строительстве и в промышленности.

Литература

1. ГОСТ Р 25246-2021 «Бетоны полимерные. Технические условия».
2. Иванов А.А., Петров С.И. Исследование свойств биополимербетона на основе лигнина // Строительные материалы. 2023. № 5. – С. 34-39.
3. Козлов В.М. Рециклинг полимерных отходов в производстве строительных материалов // Экология и промышленность России. 2023. № 8. – С. 12-17.
4. Сидорова Е.В. Применение наночастиц в композиционных материалах // Композиты в строительстве. 2022. № 3. – С. 45-50.

УДК 528.8++502.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ

Новикова И. Д., студент

Научный руководитель Морзак Г.И.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

Леса занимают около 30% поверхности Земли и выполняют основную функцию в создании экологического баланса. Они обеспечивают среду обитания для множества видов, регулируют климат и выполняют множество других функций. Однако лесные экосистемы сталкиваются с различными угрозами, такими как вырубка, изменение

климата, болезни и загрязнение. Статья посвящена применению технологий дистанционного зондирования для мониторинга состояния лесных экосистем. Рассматриваются методы, примеры и результаты анализа, а также факторы деградации лесов и их влияние на экологическую ситуацию.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, лесные экосистемы, спутниковые технологии, мониторинг, устойчивое управление, биомасса, изменения климата.

Важным инструментом для мониторинга состояния лесов являются технологии дистанционного зондирования, которые позволяют получать информацию о состоянии лесов на больших территориях с высокой точностью и оперативностью. Дистанционное зондирование (ДЗ) относится к основному методу сбора информации о состоянии земной поверхности и атмосферы с использованием различных технологий. Данный метод обращения с информацией базируется на применении спутниковых технологий, технологий беспилотных летательных аппаратов и технологий воздушных систем [1]. Основным механизмом процесса ДЗ заключается в регистрации электромагнитного излучения, отраженного от объектов, без необходимости непосредственного контакта с ними. ДЗ широко применяется в различных областях, включая экологию, сельское хозяйство, градостроительство, мониторинг природных ресурсов и другие [1]. Основные технологии и методы ДЗ представлены на рисунке 1.



Рисунок 1-Основные технологии и методы ДЗ

Оптическое зондирование используется для получения изображений в видимом и инфракрасном диапазонах. Спутники, такие как Landsat и Sentinel-2, обеспечивают высокое разрешение и возможность анализа изменений в растительности. Радиолокационные технологии позволяют получать данные в любых погодных условиях и в любое время суток. Например, спутники Sentinel-1 используют синтетическую апертурную радарную (SAR) технологию для мониторинга изменений в лесных экосистемах. Лидарные технологические методы используют лазеры для измерения высоты растительности и создания трехмерных моделей лесных массивов. Это позволяет оценить структуру леса и выявить изменения в его состоянии. Одним из ключевых аспектов мониторинга лесов является оценка их биомассы [2]. Спутниковые технологии позволяют определять плотность древесной растительности и объем углерода, содержащегося в лесах. Пример, исследование лесных массивов Сибири, проведенное с использованием данных спутника Landsat, показало, что можно точно оценить биомассу еловых и сосновых лесов. Это позволяет не только оценивать запасы углерода, но и планировать стратегии по их охране.

Спутники Landsat — это серия американских спутников дистанционного зондирования Земли, запущенных NASA и USGS (Геологической службой США) с 1972 года. Они предназначены для мониторинга и исследования земной поверхности, включая леса, сельское хозяйство, водные ресурсы и городские территории. На рисунке 2 показаны основные направления использования ДЗ для мониторинга лесов.

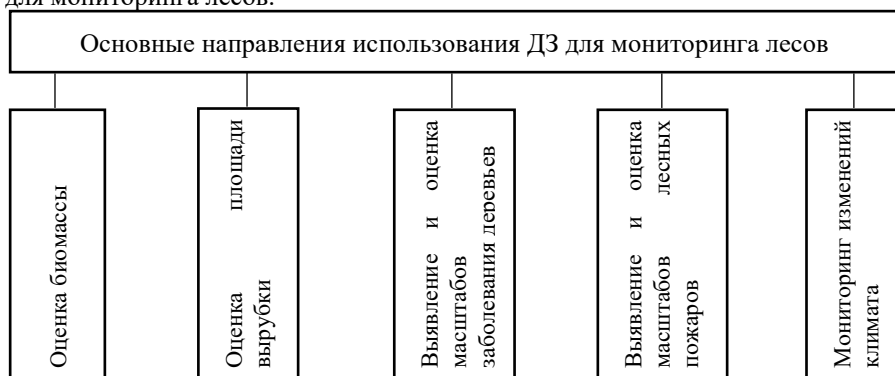


Рисунок 2-Основные направления использования ДЗ для мониторинга лесов

Спутниковые снимки могут использоваться для выявления различных факторов деградации лесов. Так, спутниковые изображения позволяют отслеживать изменения в площади лесных массивов. Например, в Бразилии с помощью данных MODIS были зафиксированы значительные потери тропических лесов в результате незаконной вырубки.

Использование лидарных технологий нашло широкое применение для выявления заболеваний деревьев по изменению их структуры и высоты. В частности, в США с помощью ДЗ была выявлена эпидемия короеда-типографа в хвойных лесах. Спутники могут фиксировать очаги пожаров и их распространение. Например, данные Sentinel-2 используются для мониторинга последствий лесных пожаров в Австралии. Изменения климата негативно сказывается на состоянии всех экосистем лесов. Спутниковые данные помогают отслеживать все изменения климатических факторов, прежде всего влияющих на здоровье лесов, таких как температурный режим, объемы осадков и другие.

Примерами широкомасштабного и результативного применения ДЗ являются [3]:

- Проект Global Forest Watch. Global Forest Watch (GFW) — это инициатива, использующая данные дистанционного зондирования для мониторинга состояния лесов по всему миру. Проект предоставляет открытые данные о вырубке лесов, изменениях в покрытии и состоянии экосистем. Так, в Греции с помощью GFW был проведен анализ вырубки лесов после лесных пожаров 2021 года. Данные показали значительные потери лесного покрова, что позволило разработать меры по восстановлению экосистемы.

- Программа FOREST EUROPE. FOREST EUROPE — это программа мониторинга состояния лесов в Европе, которая включает использование спутниковых технологий для оценки здоровья лесных экосистем.

Беларусь разрабатывает и внедряет национальные стратегии, которые соответствуют принципам FOREST EUROPE. Это направление ДЗ базируется на создании нормативной правовой базы для управления лесами, охраны биоразнообразия и устойчивого использования лесных ресурсов. Такие меры направлены на то, чтобы обеспечить устойчивое управление лесами в стране и соответствовать европейским стандартам и рекомендациям, установленным FOREST EUROPE.

Несмотря на значительные достижения в области ДЗ, существуют определенные проблемы и угрозы, которые необходимо учитывать [4]. Во-первых, качество получаемых данных может быть низким или неполным, что приводит к неверным выводам и снижает надежность анализа. Во-вторых, технические ограничения затрудняют доступ к современным спутниковым технологиям в некоторых регионах, что усложняет получение актуальной информации. Наконец, интерпретация данных требует наличия квалифицированных специалистов, способных правильно анализировать и толковать полученные результаты, что также представляет собой значительную проблему для эффективного использования результатов ДЗ.

Технологии ДЗ предлагают значительные преимущества для оценки состояния лесов, включая возможность получения обширных и детализированных данных о лесных экосистемах на больших территориях, что

невозможно осуществить с помощью традиционных методов [5, 6]. Эти технологии позволяют мониторить изменения в лесном покрове, выявлять зоны вырубки, деградации и восстановления лесов, а также оценивать биомассу и здоровье деревьев. Кроме того, ДЗ обеспечивает регулярное обновление данных, что позволяет отслеживать динамику изменений во времени и быстро реагировать на экологические угрозы. Использование спутниковых изображений и беспилотных летательных аппаратов способствует повышению точности и эффективности лесного мониторинга, что в свою очередь поддерживает устойчивое управление лесными ресурсами и охрану окружающей среды.

Литература:

1. Шумилова Т.И., Кузнецов А.В. Дистанционное зондирование как инструмент мониторинга состояния лесов // Экология и природопользование. – 2020. – № 3(1). – С. 45-52.
2. Иванова Н.П., Петрова Е.С. Использование спутниковых технологий для оценки биомассы лесов // Лесное хозяйство. – 2019. – № 12(4). – С. 16-22.
3. Сергеева Л.А., Николаев И.Ю. Применение лидарных технологий в экологии: примеры из практики // Научный журнал. – 2021. – № 5(2). – С. 78-85.
4. Коваленко В.А., Рябова М.С. Мониторинг состояния лесных экосистем с помощью дистанционного зондирования: вызовы и перспективы // Современная экология. – 2022. – № 10(3). – С. 34-40.
5. Федоров С.И., Григорьев А.Н. Спутниковые технологии в охране окружающей среды: опыт и достижения // Экологическая безопасность. – 2023. – № 8(1). – С. 12-19.
6. Петрова А.В., Смирнов И.Г., Михайлова Л.Н., Лебедев А.А., Громова Е.В. Дистанционное зондирование: современные подходы к мониторингу состояния лесов // Лесоведение и охрана природы. – 2020. – Т. 15, № 4(56). – С. 23-30.

УДК504.054

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Осмоловская В.А., студент

Научный руководитель Скуратович И. В.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

В работе рассмотрено воздействие на атмосферный воздух, сточные воды и образование отходов на ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский», который специализируется на изготовлении продукции из мяса птицы.

Ключевые слова: воздействие, выбросы, сточные воды, отходы.