

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

INTERNET OF THINGS IN FORESTRY

Скворцова Е.И., преподаватель СПО кафедры информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Кравченко А.С., к.т.н., заведующий кафедрой вычислительной техники и информационных систем, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Фролов С.В., ассистент кафедры информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Skvortsova E.I., teacher of secondary vocational education, Department of Information Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh.

Kravchenko A.S., candidate of technical sciences, Head of the Department of computer science and information systems, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh.

Frolov S.V., assistant of Department of information technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh.

Аннотация: Статья рассматривает применение технологий Интернета вещей в лесном хозяйстве России. Описаны современные IoT-устройства для мониторинга состояния деревьев и лесных массивов, собирающие данные о температуре, влажности и других параметрах окружающей среды. Представлены отечественные разработки, включая систему «Умный лес» и программно-аппаратный комплекс «Лесной Дозор». Освещается использование IoT-технологий для обнаружения пожаров, предотвращения незаконных рубок и оптимизации лесозаготовительных процессов. Продемонстрирована роль искусственного интеллекта и цифровых двойников в управлении лесными ресурсами. Показано, как Интернет вещей способствует устойчивому развитию лесного комплекса, обеспечивая баланс между хозяйственной деятельностью и сохранением природных экосистем.

Abstract: The article examines the use of Internet of Things technologies in forestry in Russia. It describes modern IoT devices for monitoring the condition of trees and forests, collecting data on temperature, humidity and other environmental parameters. It presents domestic developments, including the Smart Forest system and the Forest Watch hardware and software complex. It highlights the use of IoT technologies to detect fires, prevent illegal logging and optimize logging processes. It demonstrates the role of artificial intelligence and digital twins in forest resource management. It shows how the Internet of Things contributes to the sustainable development of the forest complex, ensuring a balance between economic activity and the preservation of natural ecosystems.

Ключевые слова: интернет вещей, IoT-технологии, цифровизация лесного хозяйства, умный лес, мониторинг деревьев, дистанционные датчики, лесные пожары, незаконные рубки, искусственный интеллект.

Keywords: Internet of things, IoT technologies, digitalization of forestry, smart forest, tree monitoring, remote sensors, forest fires, illegal logging, artificial intelligence.

Развитие цифровых технологий мониторинга лесных экосистем представляет собой одно из наиболее перспективных направлений в сфере управления природными ресурсами России. В условиях климатических изменений и возрастающих экологических рисков внедрение интеллектуальных систем наблюдения и контроля становится не просто технологическим трендом, а необходимой мерой для сохранения и рационального использования лесных богатств страны.

В России активно внедряются программно-аппаратные комплексы для мониторинга лесов и раннего обнаружения возгораний. Система «Лесной Дозор» представляет собой разветвленную сеть управляемых датчиков наблюдения, включающих видеокамеры, тепловизионные датчики и инфракрасные камеры. Уникальной особенностью данной системы является использование уже существующей инфраструктуры мобильных операторов, что значительно сокращает затраты на развертывание.

Примечательным техническим решением «Лесного Дозора» стала концепция "умной точки мониторинга", позволяющая эффективно работать даже при низкоскоростном интернет-соединении. Основная часть данных обрабатывается специальными мини-серверами еще до передачи в сеть, что значительно уменьшает объем трафика и позволяет системе функционировать при пропускной способности канала менее 512 Кбит/сек.

Одним из наиболее перспективных отечественных решений в области мониторинга состояния деревьев является разработка Московского авиационного института - система «Умный лес». Инженеры МАИ создали систему, определяющую состояние здоровья деревьев с помощью температурных датчиков, что позволяет автоматически выявлять ослабленные экземпляры и определять целесообразность их лечения или вырубки.

Эффективность метода была подтверждена в ходе тестовых исследований на территории дендрария МГТУ им. Баумана, где была установлена зависимость здоровья дерева от его температуропроводности. Важным преимуществом данной разработки является ее экономичность - стоимость прототипа составила всего 30 тысяч рублей, что значительно ниже зарубежных аналогов (11-16 тысяч евро).

Для научных исследований и практического мониторинга состояния деревьев применяется технология TreeTalkers. Датчики, устанавливаемые на стволы деревьев, сканируют жизненно важные процессы - интенсивность сокодвижения и фотосинтеза. Дополнительный прибор ТТ-G определяет уклон и упругость дерева, что позволяет прогнозировать риск падения.

Механизм работы системы достаточно прост: данные с датчиков передаются компьютерной программе раз в час, где они анализируются для формирования комплексной оценки состояния дерева. Система позволяет получать информацию о наличии гнили,

болезней, вредителей и повреждений ствола, что особенно актуально для городской среды, где падение деревьев представляет серьезную угрозу безопасности.

Ключевым направлением цифровой трансформации лесного комплекса России является создание единого цифрового двойника лесов. По словам заместителя руководителя Рослесхоза Вячеслава Спиренкова, главная цель цифровизации - "обеление" лесной отрасли и повышение прозрачности работы всех участников.

ФГИС ЛК представляет собой единое цифровое пространство для автоматизации всех бизнес-процессов лесной отрасли. Система существенно превосходит возможности ранее внедренной ЛесЕГАИС, которая создавалась исключительно для учета заготавливаемой древесины.

Цифровой двойник леса объединяет в себе десятки государственных услуг, сведения государственного лесного реестра, актуальные данные в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, лесоразведения, учета древесины и ее прослеживаемости.

"Наша цель — создать цифровой двойник леса, чтобы все лесохозяйственные мероприятия отражались в системе, что называется, здесь и сейчас. Каждое мероприятие должно фиксироваться, чтобы все участники лесных отношений понимали текущее состояние лесных ресурсов", - отмечает Вячеслав Спиренков.

Федеральная информационная система лесного комплекса начала полноценную работу с 1 января 2025 года и в настоящее время находится под парламентским контролем. По замыслу разработчиков, система должна повысить эффективность управления лесным комплексом, улучшить контроль за его состоянием и сократить объемы нелегальной заготовки.

Для Дальнего Востока разработана специализированная система цифрового учета лесной отрасли лесовосток. рф, которая позволяет анализировать космические снимки лесов с помощью нейросети, что обеспечивает государство инструментом контроля за законностью использования лесных ресурсов.

Основой данной цифровой экосистемы является облачная платформа на базе суперкомпьютера "Кристофари", обеспечивающая возможности для обработки огромных массивов данных. Система проводит анализ космических снимков всех лесов Дальнего Востока с периодичностью раз в каждые 72 часа, что позволяет оперативно выявлять изменения в лесном фонде.

Одним из перспективных направлений цифровизации лесного комплекса является автоматизация учета заготовленной древесины с помощью технологий компьютерного зрения. Компания "Системы Компьютерного Зрения" разработала технологию Smart Timber, которая позволяет с высокой точностью определять объемы древесины по фотографиям.

Данная технология сочетает в себе высокую точность лазерного метода определения объемов леса и невысокую стоимость ручного метода. Для вычисления точных объемов достаточно сфотографировать штабель с двух сторон, после чего программа самостоятельно определяет количество бревен, плотность укладки и вводит необходимые поправки. Погрешность оценки объема древесины не превышает 3%, что значительно точнее традиционных методов с погрешностью до 20%.

Более современные разработки в этой области используют нейронные сети (Keras/Tensorflow, OpenCV, YOLOv5) для автоматического определения объема круглого леса в лесовозе по фотографии. Такие системы способны не только рассчитывать объем древесины, но и распознавать автомобильные номера, что позволяет автоматизировать процессы логистики и учета.

Для контроля за незаконной вырубкой лесов разрабатываются специализированные системы на основе нейронных сетей. В Калужской области и Башкортостане внедрены сервисы для мониторинга незаконных рубок леса, а в Челябинской области – системы для удаленного наблюдения за состоянием архивов, атмосферного воздуха и водных объектов.

Перспективным направлением является использование дронов и технологии блокчейн для учета лесных ресурсов. Министерство промышленности и торговли РФ совместно с Внешэкономбанком разрабатывает систему мониторинга лесных участков с помощью беспилотных летательных аппаратов, собирающих данные о вырубках. Полученная информация систематизируется по технологии блокчейн, что обеспечивает ее достоверность и защищенность от фальсификаций.

Помимо специализированных систем для лесного комплекса, в России внедряются комплексные IoT-платформы для экологического мониторинга. Одно из таких решений было представлено Минцифры России на конференции ЦИПР-2022 в Нижнем Новгороде.

Данная платформа, основанная на технологии интернета вещей, входит в состав Государственной информационной системы "Типовое облачное решение по автоматизации контрольной (надзорной) деятельности" (ГИС ТОР КНД). Система собирает со средств измерений данные о состоянии окружающей среды (например, о качестве воды и воздуха) и в режиме реального времени направляет информацию о нарушениях норм инспектору для оперативного реагирования.

Значительный потенциал для развития лесного комплекса представляют технологии виртуальной реальности (VR). Они могут использоваться не только для визуализации лесов и образовательных целей, но и для планирования лесохозяйственных мероприятий.

Образовательные мобильные игры, объединяющие виртуальный мир с реальным, способствуют повышению экологической грамотности населения. Такие проекты позволяют игрокам выращивать собственный виртуальный лес с насекомыми, животными и птицами, что формирует понимание ценности лесных экосистем.

Цифровизация лесного комплекса России с использованием технологий Интернета вещей, искусственного интеллекта, компьютерного зрения и блокчейна представляет собой комплексный подход к решению проблем сохранения и рационального использования лесных ресурсов. Создание цифрового двойника леса позволяет повысить прозрачность отрасли, оптимизировать процессы управления и мониторинга, а также эффективнее бороться с незаконными рубками и лесными пожарами.

Внедрение отечественных разработок, таких как "Умный лес", "Лесной Дозор" и ФГИС ЛК, демонстрирует высокий научно-технический потенциал России в области цифровизации природопользования. При этом экономическая эффективность многих российских решений делает их конкурентоспособными не только на внутреннем, но и на международном рынке.

Дальнейшее развитие цифровых технологий в лесном комплексе будет направлено на создание более детализированных цифровых моделей, интеграцию различных систем мониторинга в единую платформу и расширение функциональных возможностей существующих решений.

Список литературы

1. Николай Казаков. Промышленное лесоиспользование цифровизация и автоматизация // Инфра-Инженерия. - 2023.
2. Информационные технологии в лесном хозяйстве. / В.Л. Черных, В.В. Сысуев // Учебное пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. -378 с.
3. Лесоводство / С.В. Залесов, // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. -295 с.

References

1. Nikolay Kazakov. Industrial forest management: digitalization and automation // Infra-Engineering. - 2023.
2. Information technologies in forestry. / V.L. Chernykh, V.V. Sysuev // Study guide. - Yoshkar-Ola: MartSTU, 2000.
3. Forestry / S.V. Zalesov, // Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Ural State Forest Engineering University. - Ekaterinburg: USFTU, 2020.