

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Н.Ю. Юдина, С.С. Гудков

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе были рассмотрены различные методы ведения лесного хозяйства с использованием интернета вещей. Была изучена соответствующая литература. Установлены проблемы лесного хозяйства и способы их решения.

Ключевые слова: Интернет вещей, лесное хозяйство, лесные пожары, сенсорика.

APPLICATION OF THE INTERNET OF THINGS IN FORESTRY

N.Y. Yudina¹, S.S. Gudkov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper examined various methods of forestry using the Internet of things. Relevant literature was reviewed. Forestry problems and ways to solve them have been identified.

Keywords: Internet of things, forestry, forest fires, sensors.

Введение

Леса играют важную роль в очистке воды и воздуха, предотвращении эрозии почвы, обеспечении среды обитания для дикой природы а также в экономике России. Интернет вещей (IoT), система взаимосвязанных вычислительных устройств, которые могут собирать и передавать данные по беспроводной сети без участия человека, обладает огромным потенциалом для управления лесными экосистемами и поддержания их стабильности. Сохранение видов и местообитаний, производство древесины, предотвращение деградации лесных почв, прогнозирование, смягчение и контроль лесных пожаров могут быть достигнуты с помощью управления лесами с использованием современных технологий. В цифровом лесном хозяйстве развертывание IoT обеспечивает эффективные операции, контроль и прогнозы по эрозии почв, пожарам и нежелательным отложениям. В этой статье представлена информация о сенсорном IoT в лесных системах.

Типы технологий, применяемых в лесном хозяйстве.

Ведение лесного хозяйство через IoT с помощью своих коммуникационных, сенсорных и системных технологий обладает огромным потенциалом для повышения устойчивости лесов. Оно также может снизить

влияние изменения климата на лесные экосистемы. IoT в лесном хозяйстве способны удовлетворять различные потребности, которые включают в себя:

- Системы предупреждения засухи, необходимые для досрочного принятия мер по борьбе с ней.
- Сенсоры влажности почвы, которые также предотвращают появление засухи
- Обнаружение изменений снежного покрова для планирования управления водными ресурсами.
- Сенсоры в реальном времени и обнаружение в лесных покровах для обоснованных изменений в практиках управления лесами.

Все сенсоры и датчики должны быть подключены к облаку. Мониторинг состояния леса, взаимосвязанный с облаком, может предоставлять наблюдения в режиме реального времени для принятия оперативных решений по борьбе с возникающими проблемами. В целом, IoT имеет потенциал заполнить пробелы в информации о многих показателях мониторинга состояний лесов, который проблематично осуществлять вручную.

IoT в лесном хозяйстве включает в себя следующие элементы:

- Способность сбора данных в режиме реального времени с различных участков леса и беспроводной передачи этих данных в единый центр, где информация хранится и анализируется.
- Сами устройства, выполняющие мониторинг.
- Хранение данных в облаке и доступ к данным в режиме реального времени для принятия решений через визуальные интерфейсы.

Сенсорика в лесном хозяйстве. Дистанционное зондирование

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — наблюдение поверхности Земли наземными, авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры. Применение методов дистанционного зондирования в цифровом лесном хозяйстве предлагает множество преимуществ по сравнению с сенсорикой на местах. С помощью сенсорного устройства с диапазоном от 10 м до 40 км ДЗЗ может охватывать площадь до 1000 км. Таким образом, можно управлять большой географической лесной зоной с использованием этой техники. Более того, можно создавать точные карты для эффективного принятия решений. В настоящее время проводятся миссии по измерению влажности почвы. Это можно использовать для предсказания засух и количественной оценки углеродного баланса лесных ландшафтов.

Сенсорика фенологии

Мониторинг фенологии изучает влияние событий, вызванных окружающей средой (например, температура и продолжительность дня), на продолжительность жизни растений и животных. Он включает наблюдения за цветением растений, изменением окраски листьев и их опаданием. Ранее такие наблюдения проводились вручную. Но сейчас разработана автоматизированная система мониторинга листьев на основе камер, которая осуществляет захват

изображений и автоматический анализ в реальном времени. Сенсоры такой системы могут захватывать несколько цветов, используя разные каналы для отслеживания опадания, окраски и автоматического старения.

Сенсорика здоровья деревьев

Мониторинг здоровья деревьев осуществляется путем обнаружения изменений в метаболических процессах внутри дерева для получения информации о его состоянии стресса. Это можно оценить, анализируя количество азота в растениях и почвах. Метаболический стресс можно использовать как индикатор в деревьях. С помощью этого подхода можно определить области с низким и высоким риском, которые могут использоваться для принятия решений о лечении. Здоровье леса также зависит от фотосинтеза, разнообразия микроорганизмов и качества почвы. Эти факторы влияют на такие элементы, как кальций и алюминий. Следовательно, проведя химический анализ деревьев, можно узнать о состоянии здоровья растений в лесном секторе. Такие подходы к сенсорике здоровья применимы в случаях, когда визуальный анализ не работает или дает неточные результаты. Соответственно, можно принимать необходимые меры до того, как станет слишком поздно.

Сенсорика состояния почвы и воздуха и повышения уровня углекислого газа

Состояние почвы и воздуха являются хорошими индикаторами климатических изменений и состояния лесов. Для этой цели существуют специальные датчики для анализа различных типов почв и высокоточных измерений тепловых потоков в них.

Для измерения температуры почвы используются специальные почвенные термометры, которые измеряют температуру на глубине до 15 см. Принцип работы таких датчиков основан на термоэлектрическом эффекте.

Для мониторинга влажности используются специальные сенсоры, которые фиксируют состояние влажности почвы. Если датчик фиксирует снижение влажности, то запускаются специальные устройства полива. При фиксации повышения уровня влажности, устройства полива работают реже для экономии воды.

Сенсорика незаконной вырубке лесов.

Незаконная вырубка лесов является одной из важнейших проблем для лесов Сибири из-за проблем осуществления контроля над такими большими территориями. Отслеживание вырубки деревьев может осуществляться с помощью устройств звукозаписи, которые могут улавливать звуки, исходящие от транспорта и техники, которые применяются при вырубке. Информация с таких звуковых датчиков может передаваться в центры специальных органов, которые противодействуют браконьерству и незаконному уничтожению деревьев.

Также незаконную вырубку можно обнаруживать с помощью спутниковых изображений. Например, международная система RADD (База

данных радарных изображений по всему миру) точно регистрирует вырубку лесов. Даже самые небольшие вырубки не остаются не обнаруженными, ведь RADD может обнаруживать пробелы в лесных массивах размером от 10 квадратных метров.

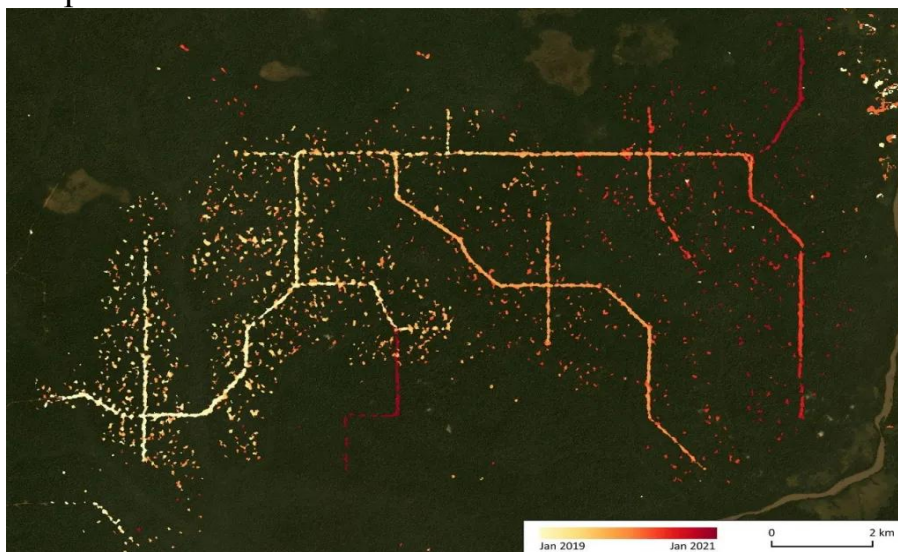


Рисунок 1 – Выявление обезлесения, вызванного выборочной вырубкой леса

Сенсорика лесных пожаров.

Лесные пожары имеют множество негативных последствий для экосистемы:

- Ухудшение состояния почвы.
- Увеличение объёмов углеродных выбросов в атмосферу.
- Ущерб среде обитания множества видов животных и растений.

Также лесные пожары представляют опасность для людей и наносят ущерб экономике страны. Но современные методы сенсорики могут помочь в предотвращении распространения очагов возгорания икратно уменьшить ущерб, который они могут нанести.

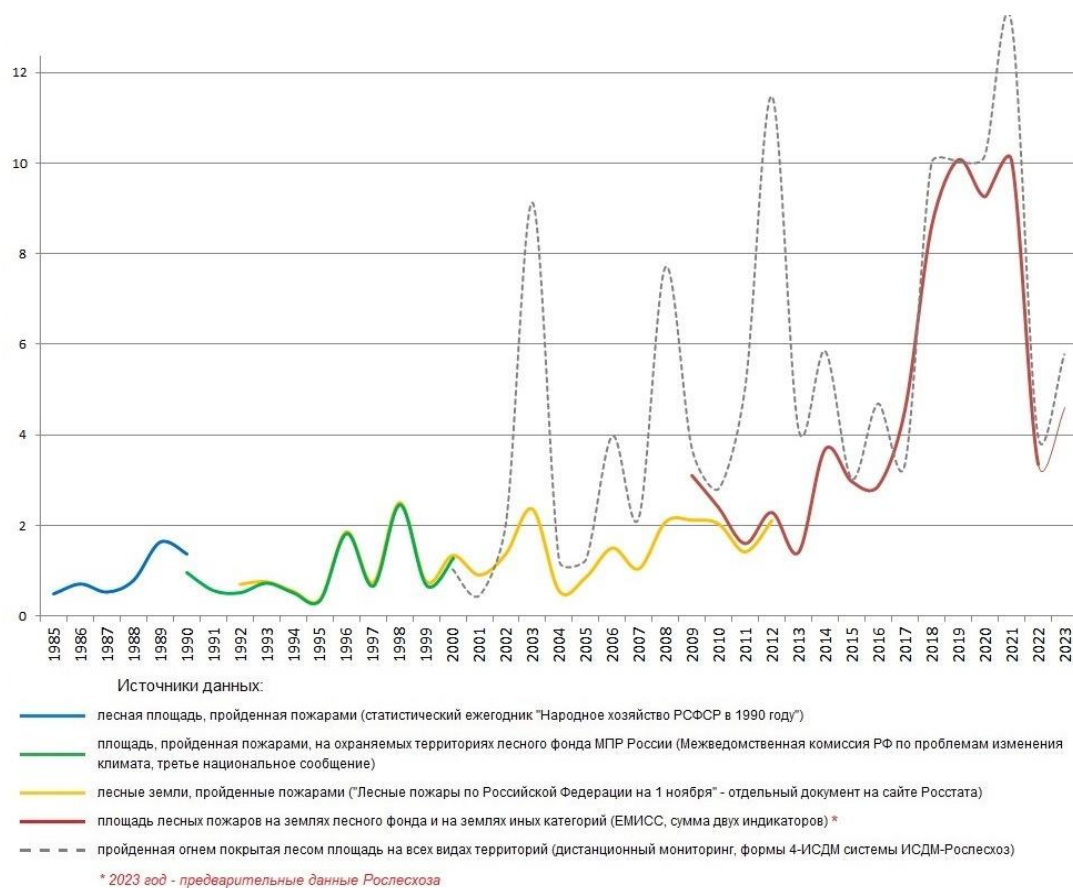


Рисунок 2 – Площадь лесных пожаров в России

Инструменты для сенсорики лесных пожаров.

Опасность пожара можно оценить на основе различных измерений с помощью передовых технологических систем. Рассмотрим некоторые из них:

- Использование систем лазерного сканирования (лидар) для оценки структуры леса. Лидар представляет собой лазерный локатор, использующий технологию испускания волн оптического диапазона с дальнейшей регистрацией импульсов, которые были рассеяны объектами. Снимок лидара представлен на рисунке 3.

- Измерение влажности с использованием системы сетевых башен. Такие башни также используются для измерения уровня углекислого газа.

- Система Содар, которая способна предоставить полезную информацию об опасности распространения пожара и возможных направлениях его движения. Содар или ветровой профилемер является метеорологическим инструментом, которые по принципу работы схож с обыкновенным радаром, только вместо радиоволн используются звуковые. То есть он посылает звуковые волны в атмосферу, волны отражаются с различной плотностью и скоростью, а после устройство принимает, после чего можно провести анализ звукового сигнала. После чего можно сделать вывод о скорости и направлении ветра.

- Спутники. Они используются для получения данных дистанционного зондирования для принятия решений по ликвидации пожаров. С развитием

технологий и алгоритмов обнаружения тепловых очагов, спутниковые системы способны обнаруживать самые малые пожары из космоса.

- Тепловые инфракрасные сенсоры, которые могут преодолеть некоторые ограничения спутникового обнаружения пожаров с низкой точностью определения периметра и местоположения. В метод воздушной сенсорики используются инфракрасные тепловые сенсоры. Такие устройства способны обнаруживать объекты на расстоянии до 9,6 км. С их помощью можно создавать карты территорий площадью 1215 квадратных км.

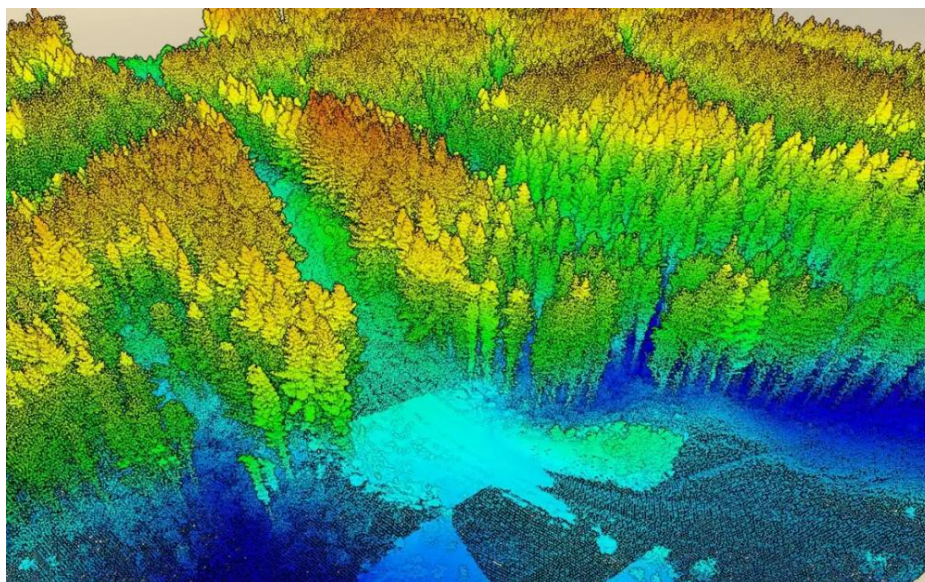


Рисунок 3 – Сканирование леса с помощью лидара

Эти измерения могут предоставить надежные оценки опасности пожара. Важные решения, такие как приказы о эвакуации населения, могут приниматься на основе этих данных. Для оценки рисков пожара системы используют как климатические данные (измерение влажности), так и данные о самих деревьях (инфракрасное сканирование).

Важно отметить, что выше представленные технологии, являются иностранными. Поэтому требуется разработка отечественных систем мониторинга за лесными массивами. В России уже создаются дроны с системой сканирования, например беспилотный комплекс Геоскан 401 Лидар. Он довольно компактен, для его взлёта нужна свободная площадка радиусом максимум 5 м. Беспилотник очень маневренный, пригоден для полёта в ограниченном пространстве. И самое важное: на БПЛА установлен лазерный сканер АГМ со встроенным GNSS-приемником и возможностью подключения аэрофотосъемочной камеры. То есть аппарат способен параллельно осуществлять лазерное сканирование и фотосъемку.

В качестве аналога содара может служить лидарный профилометр ПЛВ-300. Он разработан для дистанционных измерений скорости и направления ветра по высотам. ПЛВ-300 является базовой компонентой первой российской системы обнаружения маловысотного сдвига ветра.



Рисунок 4 - Геоскан 401 Лидар

Вывод

В данной статье мы рассмотрели проблемы в ведении лесного хозяйства и способы их решения с помощью сенсорных и коммуникационных технологий. Также были рассмотрены некоторые способы мониторинга лесных массивов с помощью анализов химического состава деревьев. Особое внимание было уделено сенсорике лесных пожаров, так как сейчас эта проблема актуальна для России и требует скорейшего решения.

Список литературы

1. Букер, Ф. Озоновая составляющая глобальных изменений: Потенциальные эффекты на урожайность сельскохозяйственных и садовых культур, качество продукции и взаимодействие с инвазивными видами / Ф. Букер, Р. Мунтиферинг, М. МакГрат, К. Берки, Д. Декото, Е. Фискус // Журнал интегративной биологии растений. – 51(4). – С. 337–351.
2. Кейн, В. Р. Оценка последствий пожаров на пространственную структуру леса с использованием данных Landsat и воздушного LiDAR в Национальном парке Йосемити / В. Р. Кейн, М. П. Норт, Дж. А. Лутц, Д. Дж. Черчилль, С. Л. Робертс, Д. Ф. Смит // Дистанционное зондирование окружающей среды. – 151. – С. 89–101.
3. Коч-Сан, Д. Автоматическое извлечение цитрусовых деревьев с изображений БПЛА и цифровых моделей поверхности с использованием кругового преобразования Хаффа / Д. Коч-Сан, С. Селим, Н. Аслан, Б. Т. Сан // Компьютеры и электроника в сельском хозяйстве. – 150. – С. 289–301.
4. Маки, М. Оценка состояния водного баланса листьев для мониторинга риска лесных пожаров с использованием данных дистанционного зондирования / М. Маки, М. Исияра, М. Тамура // Дистанционное зондирование окружающей среды. – 90(4). – С. 441–450.
5. Цзян, Х. Моделирование влияния вырубки на динамику углерода в китайских бореальных лесах / Х. Цзян, М. Дж. Аппс, Ц. Пэн, Ю. Чжан, Дж. Лю // Лесная экология и управление. – 169(1–2). – С. 65–82.

6. Зольников, В.К. Верификация проектов и создание тестовых последовательностей для проектирования микросхем / В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 10-16.

References

1. Booker, F. The ozone component of global change: Potential effects on agricultural and horticultural plant yield, product quality and interactions with invasive species. *Journal of Integrative Plant Biology*, 51(4), 337–351.
2. Kane, V. R. Assessing fire effects on forest spatial structure using a fusion of Landsat and airborne LiDAR data in Yosemite National Park. *Remote Sensing of Environment*, 151, 89–101.
3. Koc-San, D. Automatic citrus tree extraction from UAV images and digital surface models using circular Hough transform. *Computers and Electronics in Agriculture*, 150, 289–301.
4. Maki, M. Estimation of leaf water status to monitor the risk of forest fires by using remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 90(4), 441–450.
5. Jiang, H. Modelling the influence of harvesting on Chinese boreal forest carbon dynamics. *Forest Ecology and Management*, 169(1–2), 65–82.
6. Zolnikov, V.K. Project verification and creation of test sequences for chip design / V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova // Modeling of systems and processes. - 2019. - T. 12, № 1. - C. 10-16.