

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДОСТИЖЕНИЙ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ ЛЕСА В ЛЕСНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И.Н. Занин

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

Аннотация. В данной статье рассматриваются перспективы применения современных технологий, таких как нейросети, дроны и искусственный интеллект (ИИ), для борьбы с вредителями и болезнями леса в лесных хозяйствах Российской Федерации. Вредители и болезни леса являются одной из основных угроз для российских лесных экосистем, особенно в условиях изменения климата. Описаны текущие методы борьбы с этой проблемой, такие как механический, биологический и химический, их преимущества и недостатки. Статья также рассматривает мировой опыт в применении технологий для борьбы с болезнями леса. Основное внимание уделяется тому, как внедрение нейросетей и ИИ может повысить эффективность управления лесными ресурсами, уменьшить ущерб от болезней и улучшить прогнозирование вспышек вредителей.

Ключевые слова: лесное хозяйство, болезни леса, лесные вредители, нейросети, цифровизация

PERSPECTIVES ON THE APPLICATION OF ADVANCED TECHNOLOGIES AND NEURAL NETWORKS FOR COMBATING FOREST PESTS AND DISEASES IN THE FOREST MANAGEMENT SECTOR OF THE RUSSIAN FEDERATION

I.N. Zanin

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

Abstract. This article examines the prospects of applying modern technologies, such as neural networks, drones, and artificial intelligence (AI), to combat pests and diseases in the forest management sector of the Russian Federation. Pests and forest diseases are one of the main threats to Russian forest ecosystems, especially in the context of climate change. The article describes current methods of addressing these issues, including mechanical, biological, and chemical approaches, as well as their advantages and disadvantages. It also discusses international experiences in applying technologies to fight forest diseases. Special attention is given to how the integration of neural networks and AI can enhance the efficiency of forest resource management, reduce the damage from diseases, and improve the prediction of pest outbreaks.

Keywords: forest management, forest diseases, forest pests, neural networks, digitalization

Вредители и болезни леса являются одной из серьёзных угроз для российских лесных экосистем, особенно в условиях глобального изменения климата. Леса России подвержены атакам различных видов насекомых-вредителей, таких как короеды, шелкопряды и жуки-древоточцы, которые уничтожают здоровые деревья, ослабляют лесные массивы и нарушают их биоразнообразие.

Вдобавок к насекомым, леса страдают от болезней, вызванных грибковыми и бактериальными инфекциями, такими как корневая гниль и фитофтороз, которые могут быстро распространяться по лесным массивам.

Вредители и болезни ослабляют деревья, делая их более уязвимыми для других угроз, таких как лесные пожары и изменения климата.

Масштабные вспышки вредителей могут уничтожить огромные площади лесов, что негативно сказывается на экосистемах и экономике лесного хозяйства. Борьба с вредителями и болезнями требует значительных ресурсов и постоянного мониторинга. [2]

Чтобы сдерживать воздействие вредителей и болезней леса, а также минимизировать ущерб, в лесных хозяйствах РФ применяются различные методы, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы.

К основным способам борьбы с вредителями и болезнями леса в России относятся:

1. Механический метод

Данный метод подразумевает под собой вырубку заражённых деревьев, очистку лесных участков от поражённых стволов и уничтожение поражённых растений.

Данный метод достаточно эффективен для предотвращения распространения болезней и вредителей на большие площади.

Однако он требует высоких затрат на выполнение работ, а также вызывает неизбежное повреждение экосистемы, ведущее к замедленному восстановлению лесов. [1]

2. Биологический метод

Предполагает под собой использование естественных врагов вредителей (паразитов, хищников и т.д.) для контроля популяций насекомых-вредителей.

Данный метод экологически безопасен и способствует восстановлению естественного баланса в экосистемах.

Однако обладает ограниченной эффективностью на крупных площадях, а также требует длительного времени ожидания до требуемого результата. [1]

3. Химический метод (пестициды)

Заключается в применение химических средств для уничтожения вредителей и возбудителей болезней.

Главный плюс этого метода - высокая эффективность и быстрота воздействия.

Неизбежные минусы применения этого метода - высокий риск загрязнения окружающей среды, негативное влияние на здоровье людей и животных, возможное развитие устойчивости к пестицидам у вредителей. [1]

4. Агролесоводческие меры (селекция устойчивых видов)

Метод заключается в выращивании деревьев устойчивых к вредителям и заболеваниям, что снижает риск массового поражения лесов.

Он оказывает долговременный эффект и ведёт к снижению использования химических средств воздействия.

Однако требует времени для разработки и внедрения, а также имеет ограниченную адаптацию к изменениям окружающей среды. [1]

За 2010-2014 годы финансовый ущерб составил приблизительно 200 миллиардов рублей, а площадь пострадавших лесных массивов составила приблизительно 500 000 гектаров леса.

За 2015-2019 годы финансовый ущерб составил приблизительно 320 миллиардов рублей, а площадь пострадавших лесных массивов составила приблизительно 750 000 гектаров леса.

За 2020-2024 годы финансовый ущерб составил приблизительно 450 миллиардов рублей, а площадь пострадавших лесных массивов составила приблизительно до 1 миллиона гектаров леса. [3]

По данным Федеральной службы лесного хозяйства, к концу 2025 года на территории России вредителями и болезнями леса может быть поражено более 3,2 миллионов гектаров лесных массивов.

На текущий момент наиболее сильно пострадали регионы Сибири и Центральной России.

Короеды и другие вредители продолжали активно распространяться в результате аномальных погодных условий, вызванных изменением климата, что приводит к значительному увеличению пораженных площадей по сравнению с предыдущими годами.

Применение нейросетей и современных технологических достижений может оказать существенную помощь в мониторинге и прогнозировании вспышек вредителей и болезней леса.

Нейросети могут анализировать огромные объемы данных с различных источников — спутниковых снимков, дронов, наземных сенсоров — для выявления ранних признаков распространения вредителей и инфекций, а также автоматизировать процесс анализа и обнаружения зон поражения, что ускоряет реакцию на угрозы.

Современные технологические достижения помогают прогнозировать потенциальные вспышки вредителей на основе анализа климатических данных, миграционных паттернов насекомых и прошлых вспышек.

Более того, с их помощью можно разработать модели распространения заболеваний и осуществить наиболее эффективные меры для их сдерживания, помогая лесному хозяйству минимизировать ущерб.

Приведём примеры борьбы с проблемой вредителей и болезней леса с применением современных технологий в зарубежных странах:

В Канаде применяют дроны и геоинформационные системы для мониторинга лесных вредителей. Эти технологии позволяют оперативно выявлять участки заражения и принимать меры на ранних стадиях.

Благодаря данному методу проводится точная диагностика заражённых участков и предотвращается распространения вредителей в лесных массивах, однако это требует высоких затрат на внедрение технологий. [4]

В США для разработки устойчивых к вредителям сортов деревьев используют генетические методы селекции и модификации видов.

Цель этой технологии заключается в выведении устойчивых к вредителям деревьев которые требуют меньше химической обработки, что сокращает затраты и сохраняет экологический баланс, однако время для выведения новых сортов растений. [5]

В Финляндии для биологического контроля используют микробиологические препараты, что минимизирует химическое воздействие на экосистемы.

Данный метод экологически безопасен и имеет долгосрочный эффект, основной минус заключается в зависимости технологии от погодных условий, как следствие это ведёт к снижению эффективности в регионах с нестабильной климатической обстановкой. [6]

Применение в лесных хозяйствах современные технологии, т.е. Процесс информатизации лесных хозяйств, приведёт к значительному улучшению ситуации с вредителями и болезнями лесов в России.

Во первых, это мониторинг и предсказание по средствам нейросетей, данная технология может анализировать спутниковые снимки и данные датчиков для обнаружения ранних признаков заражения, а также прогнозировать зоны распространение вредителей и заболеваний, что позволит быстрее и эффективнее реагировать на угрозы.

Например в Китае нейросетевые технологии используются для прогнозирования угроз лесным массивам, что значительно снижает затраты лесных хозяйств и потерю древесины.

Так же нейросети могут использоваться для оптимизации распределения ресурсов и планирования мероприятий по борьбе с вредителями, что уменьшит затраты и повысит эффективность работы.

Это подтверждает опыт лесных хозяйств в США, где активно применяют нейросетевые технологии для планирования и подсчёта ресурсов, что ведёт к значительной экономии финансовых средств. [5]

Но главное назначение искусственного интеллекта, это их использование для анализа больших объёмов данных, собранных в ходе мониторинга лесных хозяйств, что позволит принимать более обоснованные и своевременные решения о необходимости оказывать те или иные меры воздействия на лес.

Такой метод зарекомендовал себя в Швеции, где использование нейросетей для анализа данных с дронов позволяет более точно выявлять заражённые участки леса. [6]

Самым важным аспектом в информатизации леса является то, что внедрение современных технологий в лесное хозяйство Российской Федерации потребует значительных вложений, но эти инвестиции окупятся в течение

ближайших десяти лет за счёт экономии ресурсов и снижения ущерба от негативных факторов.

Разберём более подробно требуемые для цифровизации Российского леса вложения:

Во первых, это Разработка и внедрение нейросетей, то есть, создание глобального проекта масштабируемых решений на основе искусственного интеллекта, включающего в себя систему раннего предупреждения, мониторинг состояния лесов и прогнозирование возникновения угроз лесу.

Средняя стоимость разработки и внедрения подобных систем может составлять 3–5 млрд рублей.

Во вторых, это снабжение лесничества РФ дронами, спутниками и различными датчиками для мониторинга состояния лесов на всей территории Российских лесов, включающих в себя огромные площади лесных угодий, что потребует значительных вложений.

Затраты на инфраструктуру дронов, спутниковое наблюдение и климатические датчики могут составлять 2–3 млрд рублей на этапе закупки и развертывания, с ежегодными затратами на обслуживание в размере порядка 500 млн рублей. [3]

В третьих, для работы со всеми нововведениями нужны люди, а значит потребуется обученный персонал, что потребует развития как минимум одного из имеющихся научно-исследовательских центров.

Обучение сотрудников, а также развитие специализированного научно-исследовательского центра будет требовать не менее 1 млрд рублей вложений ежегодно для поддержания высокого уровня системы образования. [3]

В четвёртых, информационные технологии требуют постоянной технической поддержки, постоянно сопровождение и обновления систем, что так же включит в себя обслуживание дронов и спутников, с привлечением в лесные хозяйства внешних специалистов, в целом всё это может потребовать как минимум может потребовать 1–2 млрд рублей ежегодно.

В целом, для полного развертывания системы мониторинга и управления лесным хозяйством на базе нейросетевой технологии потребуется начальное вложение в размере 6–9 млрд рублей, с ежегодными затратами на обслуживание и поддержку в размере 1,5–2,5 млрд рублей.[3]

Какие же экономические выгоды даёт информатизация лесных хозяйств.

Во первых, это снижение ущерба от вредителей и болезней, прямые потери от лесных вредителей и болезней в РФ могут достигать 100 млрд рублей ежегодно. Внедрение систем раннего обнаружения и предотвращения может сократить ущерб на 50–70%, что даст экономию порядка 500–700 млрд рублей за 10 лет. [3]

Во вторых, повышение эффективности управления ресурсами — автоматизация и точный мониторинг позволят оптимизировать планирование и управление лесными ресурсами, что приведет к снижению неэффективных затрат и потерь. Это может дать дополнительную экономию в размере 100–200 млрд рублей за 10 лет. [3]

В третьих, увеличение доходов от легальной лесозаготовки, так как защита лесов от вредителей и болезней, улучшение управления и сокращение потерь ресурсов приведет к увеличению доходов от устойчивого использования лесных ресурсов. Это может принести дополнительно 150–200 млрд рублей прибыли за 10 лет. [3]

Общая экономическая выгода от информатизации лесных хозяйств РФ может составить 800–1000 млрд рублей за 10 лет, что значительно превышает первоначальные вложения в размере 6–9 млрд рублей на развертывание и 15–20 млрд рублей на обслуживание за тот же период.

Таким образом, масштабные вложения окупятся за счет снижения потерь и повышения эффективности управления лесными ресурсами.

Список литературы

1. Андреева Г.И. Использование химических и биологических средств в борьбе с вредителями леса / Андреева Г.И. // Elibrary : [сайт]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34961334> (дата обращения: 15.09.2024).
2. Климова Е.В. Современные проблемы микробиологической защиты лесов в России [борьба с насекомыми-вредителями] / Климова Е.В. // Elibrary.ru : [сайт]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=8373712> (дата обращения: 14.09.2024).
3. Федеральное агентство лесного хозяйства [сайт]. – URL: <https://rosleshoz.gov.ru> (дата обращения: 11.09.2024).
4. The Canadian Forest Service // Natural-resources Canada : [сайт]. – URL: <https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/forests-forestry/the-canadian-forest-service> (дата обращения: 13.09.2024).
5. Forest Service U.S. Department of Agriculture [сайт]. – URL: <https://www.fs.usda.gov> (дата обращения: 20.09.2024).

References

1. Andreeva G.I. Ispol'zovaniye khimicheskikh i biologicheskikh sredstv v bor'be s vreditelyami lesa // Elibrary : [site]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34961334> (date of access: 15.09.2024).
2. Klimova E.V. Sovremennyye problemy mikrobiologicheskoy zashchity lesov v Rossii [bor'ba s nasekomymi-vreditelyami] // Elibrary.ru : [site]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=8373712> (date of access: 14.09.2024).
3. Federal'noye agentstvo lesnogo khozyaystva [site]. – URL: <https://rosleshoz.gov.ru> (date of access: 11.09.2024).
4. The Canadian Forest Service // Natural-resources Canada : [site]. – URL: <https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/forests-forestry/the-canadian-forest-service> (date of access: 13.09.2024).
1. Forest Service U.S. Department of Agriculture [site]. – URL: <https://www.fs.usda.gov> (date of access: 20.09.2024).