

УДК 004.89:630.43

АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ДРОНОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ЛЕСООХРАНЫ И МОНИТОРИНГА ПОЖАРОВ

Жмуровский К.В., магистрант гр. ПИМ-231, II курс
Научный руководитель: Пимонов А.Г., д.т.н., профессор
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Лесные массивы требуют особого внимания и защиты, так как они подвержены сразу нескольким видам негативных воздействий: от незаконной рубки до угроз возгорания. Традиционные методы контроля (наземные патрули, наблюдательные пункты, пилотируемая авиация) зачастую неэффективны из-за большой площади лесных территорий, сложных погодных условий и высоких затрат на эксплуатацию. Современные беспилотные летательные аппараты (БПЛА), оснащённые системами искусственного интеллекта (ИИ) и тепловизионными камерами, позволяют заметно упростить и ускорить процессы мониторинга леса, выявления очагов пожаров и контроль за их тушением.

В данной работе приводится обзор теоретических основ разработки автономных систем дронов для лесоохраны, включая анализ особенностей алгоритмов распознавания аномалий на основе нейронных сетей, мониторинга и интеграции БПЛА в общие структуры пожарной безопасности.

Актуальность применения дронов для лесоохраны

Растущая антропогенная нагрузка на леса, глобальные изменения климата и учащающиеся случаи природных пожаров требуют расширения и оптимизации лесных патрульных служб. Традиционные способы обнаружения возгораний, такие как авиаразведка пилотируемыми самолётами, сопряжены с высокими затратами на топливо и оплату труда персонала. Кроме того, в условиях низкой видимости (сильная задымлённость) пилотируемая авиация нередко становится неэффективной.

Беспилотные дроны могут круглосуточно патрулировать лес, оперативно фиксировать первые очаги огня и передавать точные координаты в штаб, тем самым ускоряя принятие решений о тушении пожара. Наличие же модулей искусственного интеллекта дополнительно расширяет возможности дронов [1]: распознавание аномалий на видео, классификация объектов и выделение приоритетных зон контроля.

Принцип работы беспилотных систем

Современные беспилотные системы для мониторинга леса включают несколько взаимосвязанных компонентов:

- 1) Беспилотный летательный аппарат. Может быть выполнен как в виде мультикоптера (вертолётного типа), так и самолётного типа (с крыльями).
- 2) Бортовые датчики. Помимо обычных оптических камер дроны

оснащаются тепловизорами, позволяющими видеть тепловые аномалии (появление дыма, небольшие очаги возгорания).

3) Навигационные модули. GPS и инерциальные системы позволяют аппарату точно позиционировать себя в пространстве.

4) Алгоритмы ИИ. Система искусственного интеллекта на базе нейронных сетей анализирует видеопоток, распознаёт опасные события и может принимать решения о корректировке маршрута.

5) Наземная станция управления. Оператор отслеживает полёт дрона, получает телеметрию и данные визуального наблюдения в режиме реального времени.

Функционирование подобной системы может происходить как в полностью автономном режиме (дрон самостоятельно облетает заданную территорию и ищет признаки возгорания), так и в полуавтономном, при котором оператор оставляет за собой право ручной корректировки маршрута при обнаружении аномалий.

Алгоритмы распознавания аномалий

Основная часть интеллектуальной нагрузки в таких системах приходится на алгоритмы машинного обучения, обрабатывающие видео- и фотопоток. Ключевые методы, применяемые в области обнаружения лесных пожаров:

1) Сверточные нейронные сети (CNN). Позволяют эффективно работать с изображениями и видео, обучаясь выявлять особенности (паттерны) дыма, огня или других аномальных объектов на заднем плане (лесной массив).

2) Методы сегментации. Для точного выделения зоны возгорания используется сегментация изображений, разделяя кадр на области («огонь», «растительность», «дым» и т. д.).

3) Тепловизионный анализ. В инфракрасном диапазоне легче определить даже незначительные очаги повышенной температуры. Система сравнивает тепловой фон с типовыми показателями, характерными для здорового леса, и выделяет нетипичные нагревы.

4) Системы предупреждения операторов. Как только алгоритм фиксирует потенциальную угрозу, он генерирует сигнал, позволяя оператору принять решение о приоритетности осмотра данной точки.

Контроль за распространением огня

Помимо задачи раннего обнаружения пожара автономные беспилотные аппараты выполняют функцию мониторинга динамики огня. Оператор или сам алгоритм [2] наблюдает за изменениями площади возгорания, скоростью его распространения и направлением. Эти данные являются ключевыми для планирования действий по локализации пожара:

- 1) организации подъездных путей для спецтехники;
- 2) расстановки наземных бригад в наиболее критических точках;
- 3) подъёма дополнительной авиации в случае опасности перехода огня на жилые массивы.

Крупные БПЛА могут осуществлять тушение, набирая воду из водоёма и сбрасывая её на небольшие очаги, тем самым разгружая ресурсы наземных

служб.

Перспективы развития автономных систем

Ведущие исследования в области автоматизации и беспилотных технологий лесоохраны указывают на несколько перспективных направлений:

1) Совершенствование алгоритмов искусственного интеллекта. Рост производительности бортовых вычислительных систем и развитие методов глубокого обучения позволяют оперативнее и точнее распознавать даже сложные сценарии пожара.

2) Расширение возможностей тушения. Проекты крупногабаритных беспилотников, способных брать на борт достаточное количество воды или огне-тушащих средств, увеличивают шансы локализовать пожар на ранней стадии.

3) Совместное использование [3] с другими системами мониторинга. Возможна интеграция данных от спутников, метеостанций и наземных датчиков для комплексной оценки пожарной обстановки и построения точных моделей прогнозирования.

4) Увеличение автономности. Применение солнечных батарей, быстрая смена аккумуляторов и оптимизация энергопотребления сделают круглосуточные полёты роя дронов более доступными.

В данной статье были рассмотрены вопросы использования автономных беспилотных летательных аппаратов в лесоохране. Это перспективное направление, способное значительно повысить уровень безопасности и уменьшить ущерб от пожаров. Теоретические разработки в этой области свидетельствуют о том, что правильно организованная сеть дронов, оснащённых системами ИИ, способна непрерывно мониторить обширные лесные массивы, выявлять аномалии в реальном времени и содействовать в координации противопожарных мероприятий.

Внедрение подобных технологий требует решения целого комплекса задач (правовых, организационных, технических), однако ожидаемые выгоды – снижение финансовых затрат, повышение оперативности тушения, сохранение лесных ресурсов – делают развитие автономных беспилотных систем одним из ключевых приоритетов для современной лесоохраны.

Список литературы:

1. Мониторинг лесных пожаров с БПЛА. – URL: <https://www.alb.aero/about/articles/monitoring-lesnykh-pozharov-s-bpla/?ysclid=m8qy4w819045960606> (дата обращения: 20.03.2025).

2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/?ysclid=m8soryuxzn695121214 (дата обращения: 20.03.2025).

3. Российский рынок беспилотников. – URL: <https://www.comnews.ru/content/233632/2024-06-07/2024-w23/1008/rossiyskiy-rynok-bespilotnikov-uvelichitsya-neskolko-raz?ysclid=m8r21apccs150313437> (дата обращения: 21.03.2025).