

Наименование технологии	Принцип метода
	примесей или улучшения ее физико-химических свойств

В результате водоподготовки на ТЭЦ образуется осадок, который является отходом 3 класса опасности и подлежит захоронению. Однако в составе осадка присутствуют ценные компоненты, применение которых возможно в различных отраслях народного хозяйства. Такой подход будет способствовать уменьшению площадей шламохранилищ и снизит нагрузку на компоненты окружающей среды.

Литература:

1. ТКП 17.02-17-2019 (33140) Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для топливосжигающих установок теплоэнергетики. – 84 с.

2. Карелин В.А. Водоподготовка. Физико-химические основы процессов обработки воды: учебное пособие / В.А. Карелин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 97 с.

УДК 004.89:623.746.3:614.841.43(476)

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА, ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Пичковский Н.И., Кригер Н.А., студенты

Научный руководитель Кляусова Ю.А.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

В статье рассматриваются современные технологии мониторинга, прогнозирования и тушения лесных пожаров с использованием искусственного интеллекта (ИИ) и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Особое внимание уделено опыту внедрения этих технологий в Республике Беларусь. Показаны преимущества БПЛА в оперативном обнаружении очагов возгорания, а также роль ИИ в анализе данных и прогнозировании развития пожаров. Рассмотрены перспективы дальнейшего развития технологий для повышения эффективности борьбы с лесными пожарами.

Ключевые слова: искусственный интеллект, беспилотные летательные аппараты, лесные пожары, мониторинг, прогнозирование, тушение, Республика Беларусь.

Лесные пожары представляют собой одну из наиболее серьезных угроз для экосистем, экономики и безопасности населения. В условиях изменения климата и увеличения частоты экстремальных погодных явлений проблема борьбы с лесными пожарами становится все более актуальной. В Республике Беларусь, где леса занимают около 40% территории, вопросы предотвращения и ликвидации пожаров имеют стратегическое значение. Современные технологии, такие как искусственный интеллект (ИИ) и беспилотные летательные аппараты (БПЛА), открывают новые возможности для повышения эффективности мониторинга, прогнозирования и тушения лесных пожаров [1, 2]. Мониторинг лесных пожаров традиционно осуществляется с помощью наземных наблюдений, спутниковых данных и авиаразведки. Однако эти методы имеют ряд ограничений, таких как высокая стоимость, зависимость от погодных условий и недостаточная оперативность. Внедрение БПЛА позволяет преодолеть эти ограничения, обеспечивая высокую мобильность, точность и оперативность сбора данных [3].

Беспилотники, оснащенные тепловизорами, мультиспектральными камерами и системой LiDAR, способны обнаруживать очаги возгорания на ранних стадиях, даже в труднодоступных районах. Например, специалисты Научно-исследовательского института пожарной безопасности и чрезвычайных ситуаций (НИИ ПБиЧС) Республики Беларусь активно работают над внедрением БПЛА для мониторинга лесных массивов. По их данным, использование дронов позволяет не только оперативно выявлять очаги возгорания, но и оценивать масштабы распространения огня, что критически важно для планирования мероприятий по его локализации [4].

Искусственный интеллект играет ключевую роль в обработке и анализе данных, полученных с БПЛА. Алгоритмы машинного обучения способны автоматически распознавать признаки пожаров на изображениях, прогнозировать их развитие и предлагать оптимальные стратегии тушения. В Беларуси ведутся исследования по интеграции ИИ в системы мониторинга, что позволяет минимизировать человеческий фактор и повысить точность прогнозов [3].

Прогнозирование лесных пожаров с использованием ИИ. Прогнозирование лесных пожаров является сложной задачей, требующей учета множества факторов, таких как метеорологические условия, тип растительности, рельеф местности и антропогенная активность. Искусственный интеллект позволяет анализировать большие объемы данных и выявлять закономерности, которые трудно обнаружить традиционными методами [2].

В Республике Беларусь исследования в этой области активно ведутся в рамках сотрудничества НИИ ПБиЧС и Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС). Разрабатываемые модели на основе ИИ учитывают данные о температуре, влажности, скорости ветра и других параметрах, что позволяет

прогнозировать вероятность возникновения пожаров с высокой точностью. Это особенно важно для своевременного предупреждения населения и мобилизации ресурсов для предотвращения катастрофических последствий [1].

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для тушения лесных пожаров представляет собой одно из наиболее технологически прогрессивных направлений в области пожарной безопасности. Беспилотники способны выполнять широкий спектр задач, начиная от доставки огнетушащих веществ и заканчивая координацией действий наземных и авиационных сил, что делает их незаменимыми в борьбе с огнем.

Одной из ключевых функций БПЛА является доставка огнетушащих веществ, таких как вода, пена или химические реагенты, непосредственно к очагу возгорания. Это особенно важно в случаях, когда доступ к месту пожара затруднен из-за сложного рельефа, густой растительности или отсутствия дорог. Беспилотники, оснащенные специальными емкостями, могут оперативно доставлять огнетушащие вещества в нужную точку. В НИИ ПБиЧС уже ведутся разработки специализированных БПЛА, которые могут нести на борту до 100 литров воды или пены. Такие дроны способны эффективно бороться с локальными возгораниями, предотвращая их перерастание в крупные пожары.

Важным аспектом применения БПЛА является их способность координировать действия наземных и авиационных сил. Передавая данные в режиме реального времени, дроны помогают оперативно оценивать ситуацию на месте пожара, определять наиболее опасные участки и планировать маршруты для пожарных подразделений. Например, в ходе учений, проводимых Министерством по чрезвычайным ситуациям (МЧС) Республики Беларусь, БПЛА использовались для создания трехмерных карт местности, на которых были отмечены очаги возгорания, направления распространения огня и безопасные зоны для работы спасателей. Это позволило значительно повысить эффективность операций и снизить риски для жизни и здоровья пожарных.

Однако, несмотря на все преимущества, использование БПЛА для тушения лесных пожаров имеет свои ограничения. К ним относятся ограниченная грузоподъемность, зависимость от погодных условий (сильный ветер, дождь) и необходимость регулярного технического обслуживания. Тем не менее, благодаря постоянному развитию технологий, эти ограничения постепенно устраняются. В Беларуси уже ведутся работы по созданию более мощных и устойчивых БПЛА, способных работать в сложных условиях. Кроме того, интеграция БПЛА с другими технологиями, такими как искусственный интеллект и спутниковая навигация, открывает новые возможности для повышения их эффективности [4].

Применение искусственного интеллекта и беспилотных летательных аппаратов открывает новые горизонты в борьбе с лесными пожарами. В

Республике Беларусь уже сделаны значительные шаги в этом направлении благодаря усилиям НИИ ПБиЧС и МЧС. Однако для полномасштабного внедрения этих технологий необходимо дальнейшее развитие технологий, включая увеличение грузоподъемности дронов, создание автономных систем и интеграцию с ИИ, позволит значительно повысить эффективность борьбы с лесными пожарами. Использование ИИ и БПЛА позволяет не только повысить оперативность и точность мониторинга, но и минимизировать ущерб от пожаров, сохраняя природные ресурсы и обеспечивая безопасность населения. В условиях глобальных климатических изменений эти технологии становятся неотъемлемой частью стратегии устойчивого развития и экологической безопасности Республики Беларусь.

Литература:

1. Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. Отчет о деятельности за 2023 год. – Минск, 2024. – URL: <https://www.mchs.gov.by> (дата обращения: 15.03.2025).
2. Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. Стратегия развития систем мониторинга и прогнозирования лесных пожаров. – Минск, 2023. – 67 с.
3. Козлов, В.П. Дистанционные методы обнаружения лесных пожаров / В.П. Козлов // Современные технологии безопасности. – 2023. – № 1(12). – С. 33–40.
4. Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и чрезвычайных ситуаций. Отчет о применении БПЛА в лесопожарном мониторинге. – Минск, 2022. – 48 с.

УДК 502.11

ПОЭТАПНОЕ СНЯТИЕ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО СЛОЯ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ РАЗОВОГО УЩЕРБА ЭКОСИСТЕМЕ

Пицало К.К., студент

Научный руководитель Вершиловский В.А.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

В данной статье рассмотрено одномоментное и поэтапное снятие почвенно-растительного слоя, а также приведено ключевое преимущество поэтапного снятия почвенного покрова и представлены его аспекты.

Ключевые слова: почвенно-растительный слой, меньший разовый ущерб, удаление, экологические последствия, экосистема.

Одномоментное удаление почвенно-растительного слоя представляет собой технологию ведения горных работ, при которой весь почвенно-