

Научная статья
УДК 614.849

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Мария Алексеевна Салямова¹, Ольга Ивановна Григорьева²

^{1, 2} Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

¹ mariasaliyamaova@yandex.ru

² grigoreva_o@list.ru

Аннотация. Рассматриваются важные аспекты борьбы с лесными пожарами: прогнозирование темпов роста площади пожаров в регионе Ляншань, Китай, с использованием ансамблевой модели GWO-XGBoost, которая учитывает климатические, географические и социально-экономические факторы.

Ключевые слова: прогнозирование лесных пожаров, лесные пожары, распознавание дыма

Для цитирования: Салямова М. А., Григорьева О. И. Современные методы обнаружения лесных пожаров // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 284–287.

Original article

MODERN FOREST FIRE DETECTION METHODS

Maria A. Salyamova¹, Olga I. Grigorieva²

^{1, 2} Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov,
Saint Petersburg, Russia

¹ mariasaliyamaova@yandex.ru

² grigoreva_o@list.ru

Abstract. Important aspects of forest fire control are considered: forecasting the rate of fire area growth in the Liangshan region, China, using the GWO-XGBoost ensemble model, which takes into account climatic, geographical and socio-economic factors.

Keywords: forest fire forecasting, forest fires, smoke detection

For citation: Salyamova M. A., Grigorieva O. I. (2026) *Sovremenny`e metody` obnaruzheniya lesny`x pozharov* [Modern forest fire detection methods]. *Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii* [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 284–287. (In Russ).

Известно, что одним из ключевых факторов успешной борьбы с лесными пожарами является их ранее обнаружение [1]. В данной статье анализируются иностранные источники по современным достижениям в данной области. В статье «Прогнозирование темпов роста площади лесных пожаров с помощью ансамблевого алгоритма» [2] авторы описывают острую проблему пожаров и пример решения для региона Ляншань, Китай. Из-за уникальных географических и климатических условий регион префектуры Ляншань очень подвержен крупным пожарам. Существует острая необходимость в изучении темпов роста площадей, пострадавших от пожаров, чтобы восполнить пробел в исследованиях в этом регионе. Для решения этой проблемы в данном исследовании используется алгоритм Grey Wolf Optimizer (GWO) для оптимизации гиперпараметров в модели eXtreme Gradient Boosting (XGBoost), что позволяет построить модель GWO-XGBoost. В заключение оптимизированная ансамблевая модель (GWO-XGBoost) используется для создания карты предупреждения о темпах роста пожаров для префектуры Ляншань в провинции Сычуань, Китай, что позволяет восполнить пробел в исследованиях лесных пожаров в этом районе. В проведенном исследовании комплексно отобраны такие факторы, как месячный климат, месячная растительность, рельеф местности и социально-экономические аспекты, а также включены месячные данные повторного анализа из систем оценки лесных пожаров в Канаде, США и Австралии в качестве характеристик для построения набора данных о лесных пожарах. После тестов на коллинеарность для фильтрации избыточных характеристик и корреляционного анализа Пирсона для изучения характеристик, связанных со скоростью роста площади пожара, используется метод синтетической передискретизации меньшинства (SMOTE) для передискретизации образцов положительного класса. Алгоритм GWO используется для оптимизации гиперпараметров в модели XGBoost, создавая модель GWO-XGBoost, которая затем сравнивается с моделями XGBoost, Random Forest (RF) и Logistic Regression (LR). Результаты оценки модели показали, что модель GWO-XGBoost с значением AUC 0,8927 является наиболее эффективной моделью. Использование метода анализа значений SHapley Additive exPlanations (SHAP) для количественной оценки вклада каждого влияющего фактора показывает, что наибольший вклад вносит значение Ignition Component (IC) из Национальной системы оценки опасности пожаров США, за которым следуют среднемесячная температура и плотность

населения. Результаты карты предупреждения о скорости роста показали, что южная часть исследуемой территории является ключевой зоной предотвращения пожаров. Результаты показывают, что исследование прогнозирования темпов роста площади пожаров в данной работе является обоснованным. Благодаря углубленному анализу ключевых показателей работа предоставляет основанные на данных выводы для управления лесными пожарами на местном уровне, способствует принятию решений на основе данных и обеспечивает научную основу для предотвращения и управления пожарами в префектуре Ляншань.

В статье «Алгоритм раннего обнаружения дыма при лесных пожарах» [3] говорится о том, что лесные пожары требуют быстрого и точного раннего обнаружения дыма, чтобы минимизировать ущерб. В исследовании, представленном в статье, основное внимание уделяется использованию методов распознавания дыма для систем раннего предупреждения при обнаружении лесных пожаров, при этом дым определяется как основной индикатор. Существенным препятствием является отсутствие крупномасштабного набора данных для раннего обнаружения дыма от лесных пожаров в реальных условиях. Видеозаписи раннего дыма имеют такие характеристики, как небольшие, медленно движущиеся и/или полупрозрачные по цвету дымовые шлейфы, а также включают изображения с фоновыми помехами, что создает серьезные проблемы для практических алгоритмов распознавания. Для решения этих проблем в статье представлен набор данных реальных видеозаписей раннего мониторинга дыма в качестве базового ресурса. Предлагаемая сеть 4D-улучшения движущихся целей на основе внимания включает важный модуль сортировки кадров, который адаптивно выбирает необходимые последовательности кадров для улучшения обнаружения медленно движущихся целей дыма. Кроме того, введен модуль 4D-улучшения движущихся целей на основе внимания для уменьшения помех от объектов, похожих на дым, и улучшения распознавания легкого дыма на начальных этапах. Кроме того, представлен модуль многомасштабного слияния высокого разрешения, включающий слой распознавания небольших целей дыма для улучшения способности сети их обнаруживать. Это исследование представляет собой значительный прогресс в области раннего обнаружения дыма для наблюдения за лесными пожарами и имеет практическое значение для улучшения управления пожарами. Для решения проблем раннего распознавания дыма, которые в настоящее время существуют при лесных пожарах, в обзоре предлагаются 4D-MENet (4D attention-based motion target enhancement network – сеть улучшения целей движения на основе 4D-внимания), предназначенная для раннего распознавания дыма на видеомониторах мониторинга лесных пожаров, в котором представлены три модуля: FS, 4D-ME и HFM в сети RGB-I3D, что значительно улучшает производительность сети. В то же время в данной статье интегрирован более крупный набор данных видеозаписей раннего дыма от лесных пожаров

в реальных сценариях, помеченных 6250 метками классификации видео, что создает более прочную основу для будущих практических применений. Результаты экспериментов показывают эффективность алгоритма, достигающего 95,62 % воспроизводимости на наборе данных Forest Smoke, 4,12 % ложных срабатываний и выдающихся показателей F1 на трех подмножествах набора данных RISE (0,85, 0,85 и 0,90 соответственно). В перспективе будущие исследования будут посвящены изучению различных вариантов реализации алгоритма, включая распознавание дыма в ночное время в сложных условиях окружающей среды. Алгоритм распознавания дыма, представленный в данном исследовании, демонстрирует применимость не только в области мер безопасности при лесных пожарах, но и в различных других сценариях, включая пожары в городах и помещениях. Такой широкий спектр применения направлен на смягчение последствий пожаров для общественной инфраструктуры и благополучия людей.

В заключение можно отметить важность и эффективность использования современных методов машинного обучения и анализа данных для прогнозирования и раннего обнаружения лесных пожаров. В первом исследовании разработана оптимизированная ансамблевая модель GWO-XGBoost, которая успешно предсказывает темпы роста площади пожаров в регионе Ляншань, учитывая широкий спектр факторов и обеспечивая практическую карту предупреждения [2]. Во втором исследовании представлен прогрессивный алгоритм распознавания дыма на видеозаписях, значительно повышающий точность раннего обнаружения и расширяющий возможности мониторинга в реальных условиях. Совместно эти работы демонстрируют значительный прогресс в области предотвращения и управления лесными пожарами, способствуя более своевременным и обоснованным мерам по снижению ущерба и обеспечению безопасности [3].

Список источников

1. Теоретическое исследование процесса разрушения массива грунта сферическими ножами при использовании комбинированных конструкций грунтометов для тушения лесных пожаров / В. Я. Шапиро, О. И. Григорьева, И. В. Григорьев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 1 (361). С. 61–69.
2. Zhang L., Shi C., Zhang F. Predicting Forest Fire Area Growth Rate Using an Ensemble Algorithm // Forests. 2024. № 15. P. 1493. DOI: 10.3390/f15091493
3. Early Smoke Recognition Algorithm for Forest Fires / Y. Wang, Y. Piao, Q. Wang [et al.] // Forests. 2024. № 15. P. 1082. DOI: 10.3390/f15071082