

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КЛАССИФИКАЦИИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ

Лабоха А.К., Шамына А.Ю.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Лапицкая Н.В. – канд. техн. наук, доцент

В статье рассматриваются возможности совершенствования существующей системы классификации пожарной опасности в лесах Беларуси. Анализируется опыт других государств в данной области, возможность использования современных технических средств для прогнозирования потенциально опасных территорий. Исследуются технические аспекты использования численных моделей и данных дистанционного зондирования.

Лесные насаждения являются ценным ресурсом для любого государства. Однако их площадь и состояние могут ухудшаться вследствие действия различных факторов, и лесные пожары являются одной из основных причин. Согласно статистическим данным [1], за 2019-й год в Беларуси было зафиксировано 732 лесных пожара, а общая площадь, пройденная ими, составила 7371 га. С учетом изменений климатических условий и роста среднегодовой температуры на 0,5 градуса за последние 10 лет [2], задача предупреждения лесных пожаров приобретает особую актуальность.

При благоприятствующих условиях лесные пожары могут неконтролируемо распространяться, нанося существенный вред природным экосистемам и поселениям человека, поэтому важной задачей

является снижение вероятности возникновения пожара. Для этого необходимо отслеживать текущий уровень пожарной опасности в лесах, чтобы грамотно перераспределять ресурсы для проведения профилактических мероприятий.

Согласно действующему в Республике Беларусь стандарту СТБ, класс пожарной опасности в лесу и показатель горимости леса по условиям погоды рассчитывается по комплексному показателю Н.А. Диченкова. При расчете данного показателя используются следующие данные:

- температура воздуха (в градусах) в 14 часов;
- точка росы;
- число сухих суток.

При этом учет множества факторов, которые могут оказать влияние на распространение пожара, таких как структура лесного фонда, грозовая активность, влажность подстилающей поверхности, в стандарте не описан. Также следует принимать во внимание, что причиной большинства природных пожаров является человек.

Еще одним важным аспектом является пространственная точность. В настоящий момент источниками метеорологических сведений при определении пожарной опасности являются метеостанции, которые распределены по территории страны неравномерно и в большинстве своем находятся в непосредственной близости от крупных населенных пунктов [3]. По этой причине показатель горимости не может предоставить достоверных и исчерпывающих сведений о состоянии лесного фонда, в особенности труднодоступных территорий. При этом проблема точности метеорологических данных может быть решена путем использования численных моделей прогнозирования погоды. Данные прогностической модели WRF, предоставляемые Белгидрометом, имеют пространственное разрешение 15 км и временной шаг 1 час [4].

Методика определения пожарной опасности в лесах была изменена в Польше в 2015-м году [5]. В принятых правилах выделяется понятие «прогнозируемый уровень риска лесных пожаров» наряду с термином «уровень риска лесных пожаров». Согласно методике, степень риска лесных пожаров определяется на основании измерений:

- влажности подстилки в сосновых насаждениях 3-го класса в молодом хвойном лесу или смешанном хвойном лесу;
- температура воздуха, измеренная на высоте 0,5 м от заболоченного участка около станции измерений;
- относительной влажности воздуха, измеренной на высоте 0,5 м от дерновой зоны около станции измерений;
- количество осадков за последние сутки.

Также в методике регламентируется количество станций измерения показателей на площадь в зависимости от пожарной категории лесов. Очевидно, что принятый в Польше подход неприменим в текущих условиях для Беларуси, поскольку, помимо необходимости апробации подхода на тестовом участке, потребуются значительные мгновенные инвестиции в размещение станций сбора данных.

В 2009-2011 годах была разработана новая система ежедневного прогнозирования опасности лесных пожаров (FFDFS), использующая данные дистанционного зондирования, и внедрена в северной части канадской провинции Альберта в периоды пожаров 2009–2011 годов [6]. Авторами была поставлена задача улучшить временное разрешение существовавшей модели с восьмидневной до ежедневной. Созданная модель рассчитывала спектральные вегетационные индексы, такие как нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI, нормализованный разностный индекс воды NDWI и другие, а также поверхностную температуру T_s на основе материалов космической съемки, накопленных за 8 дней. Также при моделировании использовалось суточное накопленное количество воды как суррогат переменных, связанных с осадками и влажностью.

Построенная модель была верифицирована с помощью данных о фактических пожарах в период 2009-2011 годов. Модель, учитывающая все переменные, в том числе вегетационные индексы, продемонстрировала отличные результаты: в среднем 95,51% пожаров попадали в классы пожарной опасности от «чрезвычайно высоких» до «умеренных». При этом следует отметить, что использование только отдельных вегетационных индексов приводило к точности классификации порядка 50%; таким образом, для повышения точности прогнозирования необходимо рассматривать показатели вегетационных индексов в совокупности.

Результаты исследований канадских ученых в построении системы классификации пожарной опасности с использованием данных дистанционного зондирования могут быть использованы и для территории Беларуси. Однако необходимо уделить особое внимание сложностям, которые могут оказать значительное влияние на точность прогнозирования.

При использовании аэрокосмических снимков существенной проблемой является облачность при выполнении снимков, которая не позволяет получить актуальные сведения об исследуемой территории. Так, для территории Воложинского района только 16 аэрокосмических снимков из 72-х, выполненные летом 2019 года спутником системы Sentinel-2, имели степень облачности менее 20% (для получения информации о всей территории данного района необходимы 4 снимка) [7]. Поэтому

важно использовать данные дистанционного зондирования различных систем, поскольку выполнение снимков в различные дни повышает вероятность получения четкого изображения местности.

В работе канадских исследователей также был использован алгоритм заполнения отсутствующих данных [8], чтобы определить и заменить загрязненные облаками пиксели изображения. Для замены загрязненных пикселей использовались как соседние пиксели в пространстве, так и значения этого же пикселя в соседние моменты времени. Реализация подобного алгоритма не позволила полностью устранить влияние облачности во время аэрокосмической съемки, однако повысила процент данных, которые можно использовать в моделировании, в результате исправления от 84,7% до 98,9% загрязнённых пикселей.

При построении системы классификации пожарной опасности для территории Беларуси также могут быть использованы накопленные статистические данные о фактических пожарах. Поскольку чаще всего лесные пожары возникают по вине человека [9], в результате анализа статистических данных могут быть определены исторически сложившиеся зоны повышенной пожарной опасности. Также при определении мест наибольшего влияния человека могут быть использованы сведения о населенных пунктах и плотности населения, дорогах и местах отдыха.

Верификацию полученной модели следует проводить по фактическим данным о лесных пожарах на территории Беларуси в 2020-м и последующих годах в пожароопасный период. Ввиду особенностей прогнозирования и отсутствием стандартизации вегетационных индексов, следует разработать несколько тестовых моделей с различными наборами вегетационных индексов и провести сравнительную характеристику их эффективности. С учетом вышеизложенного, при построении модели классификации пожарной опасности в лесах также важно осуществлять тесное взаимодействие со специалистами из сферы лесного хозяйства, которые могут провести компетентную экспертную оценку свойств модели и полученных результатов на основе накопленного практического опыта работы.

Список использованных источников:

1. Годовые данные. Лесное хозяйство [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/lesnoe-khozyaistvo/godovye-dannye/> – Дата доступа: 03.04.2020.
2. Среднегодовая температура воздуха в Беларуси за 10 лет увеличилась на 0,5 градуса [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.belta.by/society/view/srednegodovaja-temperatura-vozduha-v-belarusi-za-10-let-uvlechilas-na-05-gradusa-377805-2020/> – Дата доступа: 03.04.2020.
3. BelMeteo.Net - Метеостанции Беларуси, метеорологические станции Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://belmeteo.net/stations.html> – Дата доступа: 05.04.2020.
4. POGODA.BY | О сайте | Белгидромет [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://www.pogoda.by/about/?information=forecast> – Дата доступа: 05.04.2020.
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych zasad zabezpieczenia przeciwpożarowego lasów [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20150001070> – Дата доступа: 07.04.2020.
6. Chowdhury, E.H.; Hassan, Q.K. Development of a New Daily-Scale Forest Fire Danger Forecasting System Using Remote Sensing Data. *Remote Sens.* 2015, 7, 2431-2448.
7. Copernicus OAH [Electronic resource] – 2020. – Access mode: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/>. – Access date: 2020/04/09.
8. Chowdhury, E.H.; Hassan, Q.K. Use of remote sensing-derived variables in developing a forest fire danger forecasting system. *Nat. Hazards* 2013, 67, 321–334.
9. От пожаров | Официальный сайт Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.mlh.by/our-main-activites/safety-and-security/ot-pozharov/> – Дата доступа: 09.04.2020.