

## РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-ГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ ЛЕСНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Н. Г. Авдеев

В. С. Шерстнев

Томский политехнический университет

ndb1@tpu.ru

### Введение

На сегодняшний день для лесов Российской Федерации и Томской области в частности наибольшую угрозу представляют пожары. Главной причиной возникновения лесных пожаров является антропогенный фактор. Почти 80% возгорания происходит по вине местного населения. Наиболее сильно подвержены возгораниям леса, расположенные в густонаселенных районах с развитой дорожной сетью. Крупные лесные пожары характерны для засушливых периодов года и лучше всего распространяются в сосновых насаждениях, которые являются наиболее пожароопасными.

В данных условиях необходимо использовать информационную систему, которая обеспечивает предупреждение возникновения и развития лесных пожаров. Прогнозирование должно основываться на анализе физико-географических условий и факторов возникновения пожаров, районировании территории по лесопирологическим условиям.

### Методика прогнозирования лесных пожаров

В данной работе используется методика прогнозирования лесных пожаров, разработанная доцентом кафедры теоретической и промышленной теплотехники, Барановским Николаем Викторовичем. Согласно этой методике вероятность возникновения пожара на определенной территории определяется как произведение следующих вероятностей:

Вероятность, связанная с активностью молнии:

$$P(L) \approx \frac{N_L}{N_{FS}},$$

где  $N_L$  – количество дней, когда была гроза;

$N_{FS}$  – количество дней в пожарном сезоне.

Вероятность того, что разряд молнии достигнет земли:

$$P(L_j/L) \approx \frac{N_{LH}}{N_{LD}},$$

где  $N_{LH}$  – количество разрядов молнии, достигающих земли за час;

$N_{LD}$  – общее количество разрядов молнии, достигающих земли за день.

Вероятность лесного пожара по причине молнии:

$$P(FF/L, L_j) \approx \frac{N_{FL}}{N_{FT}},$$

где  $N_{FL}$  – количество пожаров, возникших по причине молнии;

$N_{FT}$  – общее количество пожаров.

Для оценки опасности пожаров на основе

метеоусловия используется индекс Нестерова, модифицированный в вероятностную форму:

$$P(M) = \frac{CMI_{cur}}{CMI_{max}},$$

где  $CMI_{cur}$  – вероятность индекса Нестерова на текущий момент времени;

$CMI_{max}$  – максимальное значение индекса Нестерова за прошлый пожароопасный сезон.

Индекс Нестерова определяется по следующей формуле:

$$CMI = k_p \sum_{i=1}^N T_e(T_e - r),$$

где  $k_p$  – коэффициент потери жидки осадков;

$T_e$  – средняя температура за день;

$r$  – средняя температура точки росы за день;

$N$  – количество дней, с момента времени, когда количество осадков было  $> 3$  мм.

### Реализация информационной системы

Для получения метеоданных на территории Томской области используются данные с метеостанций, расположенных в различных населенных пунктах. Был найден ресурс <http://www.pogodaiklimat.ru/>, предоставляющий 8 ежедневных измерений различных метеорологических параметров, в том числе и необходимые для расчета индекса Нестерова. Все измерения проводятся в одно и то же время по Гринвичу.

Информационная система имеет трехуровневую архитектуру. Слой логики выполнен в виде REST веб-сервиса, слой данных представляет собой сервер БД MS SQL Server 2012 R2. База данных используется для хранения пространственных данных, данных о метеорологических измерениях, а также рассчитанные значения индексов Нестерова. Схема базы данных представлена на рисунке 1:

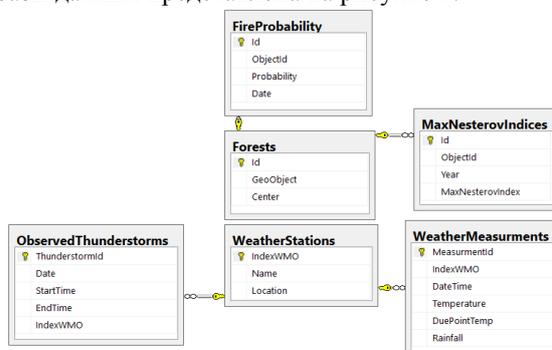


Рис. 1. Схема БД ИС

Слой логики выполнен в виде REST веб-сервиса. При поступлении запроса на веб-сервис

происходит выборка и обработка данных, хранящихся в БД, а затем их конвертация в формат GeoJSON и отправка их клиенту. Веб-сервис реализует функцию, возвращающую пространственные данные, попадающие в определенную область карты.

Слой клиента представляет собой HTML-страницу с подключенной картографической JavaScript-библиотекой Leaflet. С помощью данной библиотеки происходит визуализация пространственных данных, полученных в формате GeoJSON с веб-сервиса. Также библиотека поддерживает следующие картографические подложки: Bing, Open Street Map, Yandex, Google, подключающиеся как тайловые слои.

Для получения пространственных данных о лесах в векторном виде была выполнена векторизация растровой карты с помощью программного продукта MapInfo. Процесс векторизации состоит из двух этапов: привязка растрового изображения с помощью контрольных точек и выделение нужных объектов на привязанном изображении. Полученные пространственные объекты были сохранены в файл формата .MIF. После сохранения отвекторизованных объектов в MIF-файл был написан конвертер, который преобразовывает объекты в WKT-строки, а затем сохраняет их в базу данных.

В приложении реализована функция просмотра температурных карт за определенный момент времени, в который доступны метеорологические измерения. Поддерживаются карты температур, карты температур точек росы, карты количества выпавших осадков. Отображение температурных карт реализовано с помощью javascript-библиотека Heatmap.js. Данная библиотека позволяет визуализировать точечные объекты в зависимости от значения определенного свойства с помощью градиентной заливки. Пример температурной карты продемонстрирован на рис. 3:

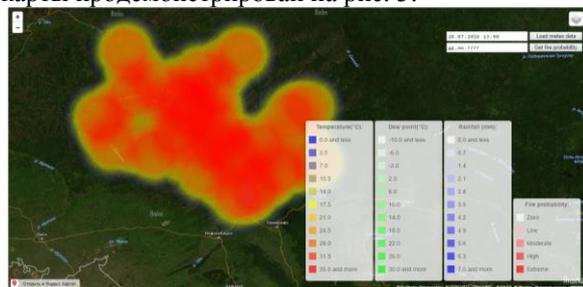


Рис. 3. Температурная карта Томской области

Также приложение поддерживает функцию просмотра карт вероятности возникновения пожаров за определенный момент времени. Карта вероятностей лесных пожаров по метеорологическим условиям показана на рис. 4:

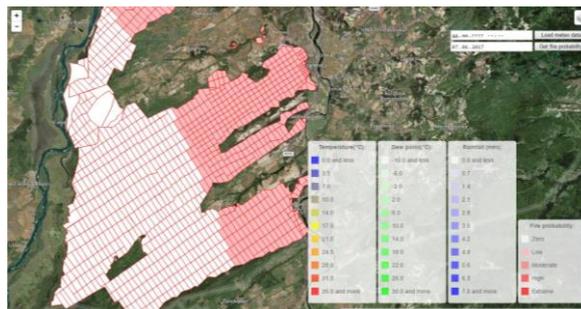


Рис. 3. Карта вероятности пожаров по метеорологическим условиям

### Заключение

В результате проделанной работы была реализована информационная система с использованием трехзвенной архитектуры. Реализованная информационная система поддерживает функции просмотра метеорологических карт и вероятностей лесных пожаров.

Разработанная информационная система в перспективе может использоваться службой МЧС Томской области, сотрудниками департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды, а также научными работниками, занимающимися исследованиями, связанными с лесными пожарами.

В дальнейшем в информационной системе планируется использование данных дистанционного зондирования Земли для более точного определения метеорологических параметров, а также данных о наблюдаемых грозах на территории Томской области.

### Список использованных источников

1. Baranovskiy N.V., Zharikova M.V. Web-GIS platform for forest fire danger prediction in Ukraine: prospects of RS technologies. Т., 2016.
2. Пожарная опасность лесов. [Электронный ресурс]. / Лесная энциклопедия – URL: <http://forest.geoman.ru/forest/item/f00/s02/e0002190/index.shtml> (дата обращения 01.06.2017).
3. Пространственные типы – geography. [Электронный ресурс]. / MSDN – сеть разработчиков Microsoft – URL: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/cc280766.aspx> (дата обращения 01.06.2017).
4. Leaflet. [Электронный ресурс]. / Leaflet – URL: <http://leafletjs.com/> (дата обращения 01.06.2017).
5. MapInfo Pro. [Электронный ресурс]. / ESTI MAP – URL: <http://mapinfo.ru/product/mapinfo-professional> (дата обращения 01.06.2017).