

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ БАЗ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ВЕБ-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ (ВЫСОКОБОРСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО БОРСКОГО РАЙОНА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Рылков И.В.¹, Катаева Л.Ю.^{1,2}, Масленников Д.М.¹, Романова Н.А.¹, Рылкова О.И.¹, Тарнаева С.А.¹, Лошилов А.А.¹

¹ГОУ ВПО «Нижегородский Государственный Технический Университет им. Р.Е. Алексеева» (603950, ГСП-41, Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24), email: kataeval2010@mail.ru

²ГОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения» (МИИТ), Нижний Новгород, Россия (603011, г. Нижний Новгород, Комсомольская пл., д. 3), e-mail: tu@miit.ru

В статье рассматриваются вопросы создания геоинформационной системы, хранящей данные для расчета распространения лесного пожара на реальной местности. Для моделирования данного процесса, необходимо обладать информацией о карте высот местности и растительности, находящейся на интересующем участке а также её теплофизических и термокинетических характеристик. В данной работе описан программный комплекс, включающий в себя не только лесотаксационное описание и имеющиеся картографические данные, но и типы растительности с их характеристиками. Разработан алгоритм создания базы данных растительности и характеристик, посредством наложения графического изображения, необходимых для моделирования ландшафтных лесных пожаров, что придает системе практическую направленность. При создании геоинформационной системы растительности Высокоборского лесничества Борского района Нижегородской области активно используются современные WEB технологии и библиотеки, такие как HTML5, CSS3, JavaScript, Google Maps API v3, Google ElevationService API, ASP.NET MVC4, KnockoutJS, HighchartsJS, JSON, GeoXML3. Написанный программный продукт реализует современный высокоэффективный MVVM паттерн и имеет клиент-серверную архитектуру.

Ключевые слова: базы данных, геоинформационные системы, компьютерное моделирование, WEB, лесные пожары

FEATURES OF CREATING DATABASES BASED ON WEB TECHNOLOGIES TO MODELING OF FOREST FIRES (VYSOKOBORSKY FORESTRY BORSKIY DISTRICT OF NIZHNY NOVGOROD REGION)

Rylkov I.V.¹, Kataeva L.Y.^{1,2}, Maslennikov D.M.¹, Romanova N.A.¹, Rylkova O.I.¹, Tarnaeva S.A.¹, Loschilov A.A.¹

¹Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia (603950, GSP-41, Nizhny Novgorod, Minina St., 24), e-mail: kataeval2010@mail.ru

²Moscow State University of Railway Transport, Nizhny Novgorod, Russia (603011, Nizhny Novgorod, Komsomolskaya Square, 3), e-mail: tu@miit.ru

The paper considers the creation of a geographic information system, storing the data for calculating the propagation of forest fire on the real terrain. For the simulation of this process, it is necessary to have information on the height map of the terrain and vegetation, located on the area as well as its thermal and thermo-kinetic characteristics. This paper describes a software system that includes not only forest mensuration description and mapping data available, but also vegetation types with their characteristics. An algorithm for filling of database of vegetation and their characteristics needed to model landscape forest fires that gives system a practical focus. When creating a geographic information system of vegetation Vysokoborsky forestry Borskiy district of Nizhny Novgorod region used modern WEB technologies and libraries, such as HTML5, CSS3, JavaScript, Google Maps API v3, Google ElevationService API, ASP.NET MVC4, KnockoutJS, HighchartsJS, JSON, GeoXML3. Developed software implements modern and effective MVVM pattern and has a client-server architecture

Keywords: databases, geographic information systems, computer modeling, WEB, forest fires

Россия – крупнейшая лесная держава мира. На ее долю приходится четверть мирового лесного покрова, леса занимают 69% территории страны [2]. В связи с этим проблемы пожаров требует поиска оптимальных путей ее решения. Лесные пожары наносят вред

экологии, экономике страны, а в некоторых случаях становятся причиной возникновения чрезвычайных ситуаций. В настоящее время существуют различные способы мониторинга пожарной опасности в лесах, к ним относятся получения информации с космических спутников, авиационное и наземное патрулирование, а также охрана от пожаров используют наблюдательные вышки. Однако, как показала статистика последних лет, имеется устойчивый тренд к росту количества пожаров.

Для эффективной борьбы с уже возникшими пожарами важно знать, динамику распространения лесного пожара. Именно компьютерное моделирование лесных пожаров, благодаря современным высокопроизводительным вычислениям дает возможность проанализировать возможные сценарии развития ситуации.

Для расчета распространения динамики лесного пожара на реальной местности на основе математической модели [3], прежде всего, необходимо получить характеристики реального участка лесного массива. Эта задача может быть решена с помощью следующих способов:

1. Исследование леса на месте, путем осмотра
2. Получение снимков со спутников с последующей обработкой
3. Видео фиксация с наблюдательных вышек

Все три способа могут быть объединены для получения более точной карты лесного массива. Последний пункт заслуживает особого внимания, так как оператор, следящий за состоянием леса, с помощью компьютерного моделирования, может определить степень серьезности возникшего очага возгорания и спрогнозировать динамику распространения пожара еще.

Как известно, на распространение лесного пожара влияет рельеф местности. Именно поэтому для расчетов необходимо получить карту высот рассматриваемого участка.

Таким образом, для моделирования пожара нужна база данных растительности и рельефа рассматриваемой местности.

Используя полученные данные, можно произвести моделирование распространения лесного пожара и оптимизировать процесс его тушения при реальном возгорании.

Разработанная геоинформационная система позволяет решить следующие задачи:

1. Хранение данных о реальном участке местности, таких как высоты, карта растительности, типичной для территории и погодные условия времени года.
2. Объединение хранимых данных их разных источников (данные Google Earth и карта растительности Высокоборского лесничества) в общую карту местности
3. Обеспечение выдачи данных пользователю для использования в программе расчёта лесного пожара в удобном формате

4. Визуализация данных и удобный интерфейс для работы с приложением

В результате анализа возможных вариантов архитектуры приложения был выбран клиент-серверный подход. Пользователь, через WEB интерфейс, может выбрать отрезок на местности и получить от сервера данные о ландшафте и растительности на ней. Схема работы приложения представлена на рис. 1:

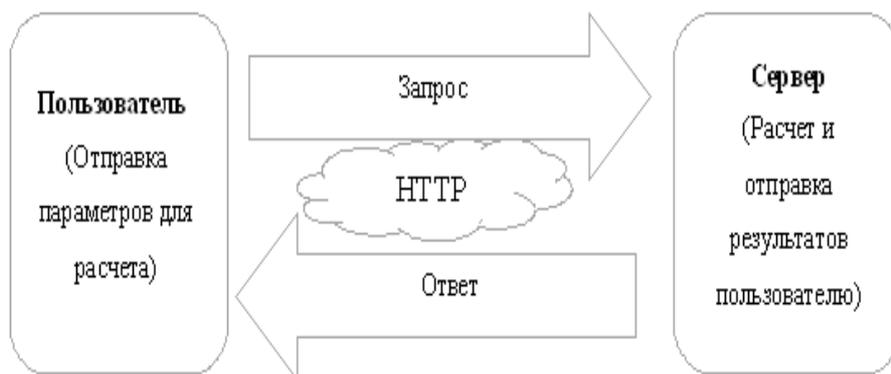


Рис. 1 – Общая схема работы приложения

Основой для данной геоинформационной системы (ГИС) является продукт Google Maps [1]. Выбор данного продукта не случаен, он имеет мощный интерфейс прикладного программирования API [4], который хорошо документирован. Для Google Maps существует хорошая возможность для хранения наложений (в данном случае – хранение отдельных регионов растительности) на реальную карту. Это возможно благодаря языку разметки KML [6], основанному на XML формате. Карту растительности пользователь может создавать самостоятельно, благодаря другому продукту: Google Earth [8]. На рис. 2 представлено отображение KML файла на картах Google для Высокоборского лесничества Борского района Нижегородской области:

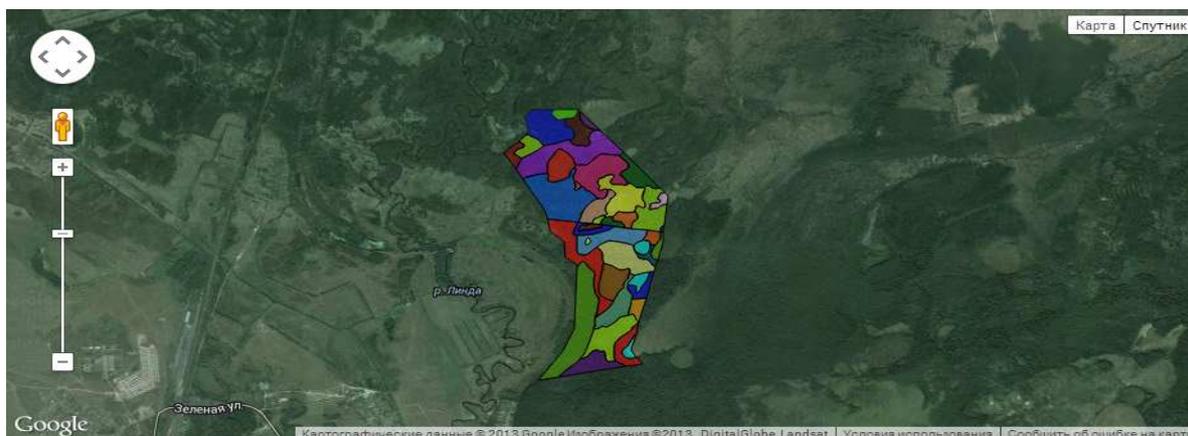


Рис. 2 – Отображение KML информации на картах Google Maps

Карта высот реальной местности может быть получена благодаря сервису Google Elevation Service [10]. Этот сервис позволяет получить данные о высотах вдоль заданной прямой запрашиваемой местности в формате JSON [7] и имеет высокую скорость обработки

запросов. Полученные данные объединяются на серверной стороне и используются в дальнейших расчетах.

В качестве платформы приложения был выбран Фреймворк ASP.NET MVC v.4 [9] - продукт Microsoft. Данный Фреймворк использует архитектуру MVC, благодаря чему в процессе разработки приложения было возможно кодирование как на стороне клиента (с помощью JavaScript кода), так и на стороне сервера (C# код). Для хранения базы данных приложения (растительность и ее характеристики) используется СУБД MS SQL CE, ввиду небольшого объема данных на настоящий момент. С ростом объема базы данных, возможен переход на полноценные редакции Microsoft SQL Server.

Как было сказано ранее, в качестве базы высот используется Google Maps Elevation Service. В качестве альтернативы получения высотных данных сначала был выбран проект ASTER GDEM [5]. Эта система так же позволяет получить карту высот для всей поверхности земли, но обладает рядом недостатков:

1. Сложность получения данных - данные по высоте содержатся в архивах. Каждый архив хранит в себе квадрат с шириной 1' (1 минута).
2. Данные в шестнадцатеричном виде, с отсутствием привязки к реальным координатам
3. Недостаточная точность хранимых данных

Запросы к службе Google Elevation Service выполняются в JSON формате, определенной разметки (показано на листинге 1):

```
{
  path[]: LatLng,
  samples: Number
}
```

Листинг 1- Шаблон запроса к службе Google Elevation Service

В данном запросе параметры:

- **path[]** – массив точек (широта/долгота) – между которыми требуется запрос ВЫСОТЫ
- **samples** – количество точек, для которых требуется узнать высоту

Сервер, в ответ на такой запрос вернет данные в следующем формате (пример возвращаемых данных при случайном запросе):

```
{
  "results" : [
    {
      "elevation" : 1608.637939453125,
      "location" : {
        "lat" : 39.73915360,
        "lng" : -104.98470340
      }
    }
  ],
}
```

```

        "resolution" : 4.771975994110107
    }
    ],
    "status" : "OK"
}

```

Листинг 2 – Ответ от Google Elevation Service

Ответ клиент получает в свой браузер, и JavaScript код сразу же отправляет полученный результат на сервер для последующей обработки. Сервер, приняв данные, разбирает их и создает внутренние объекты для хранения высоты. На рис. 3 показаны примеры запроса высотных данных вдоль определённого пути:

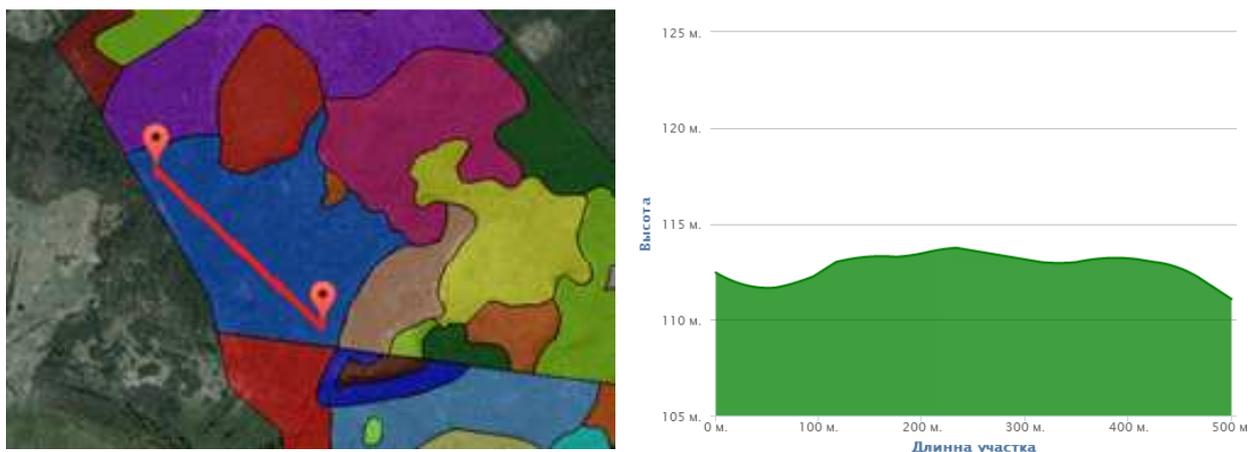


Рис. 3 – Пример получения высотных данных от сервиса Google Elevation Service

Для использования службы получения высотных данных есть определенные квоты и условия, которые необходимо соблюдать. В базе данных содержится карта растительности части Высокоборского лесничества Нижегородской области. На рис. 4 показаны не обработанные данные, предоставленные для написания программного продукта:

Оцифровка данных производилась с помощью ПО Google Earth, так как с его помощью можно легко наложить изображение на карты Google Maps и сохранить оцифрованные данные в виде KML файла.

Полученный KML файл можно отобразить на картах Google Maps двумя способами:

1. Использовать стандартный алгоритм наложения KML и GeoRSS данных на карты Google Maps. Этот способ подразумевает публикацию KML файла в открытый доступ, и указание объекту Maps использовать этот файл. При таком способе отображения, к объектам, содержащимся в KML файле, можно приложить лишь несколько информативных полей, но невозможно взаимодействовать с ними в JavaScript коде страницы.
2. Использовать библиотеку geoxml3. Эта библиотека не требует публикации KML файла в открытый доступ и дает многие преимущества перед первым способом отображения KML

информации на карте, главное из которых - возможность взаимодействовать с отдельными объектами наложения в JavaScript коде страницы.

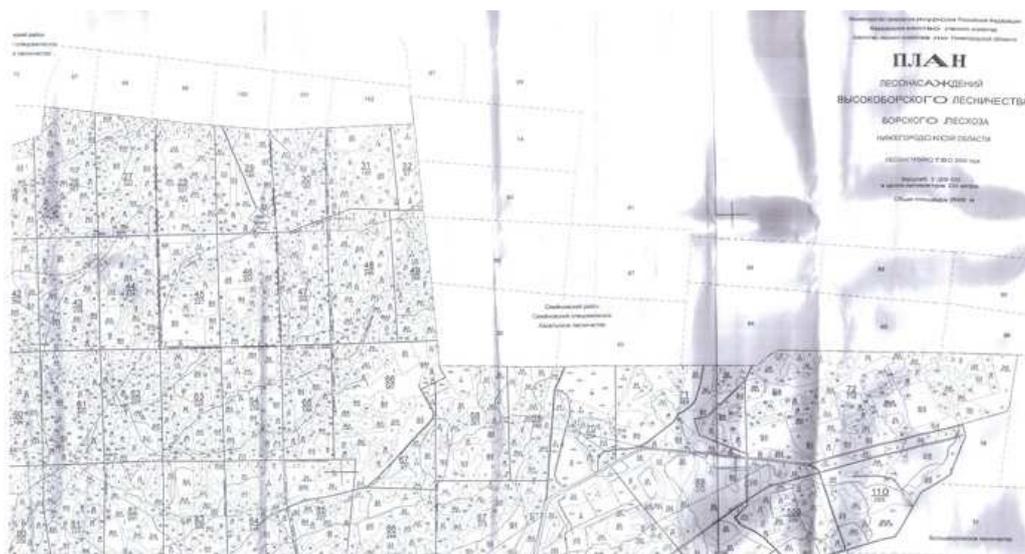


Рис. 4 – Необработанные изображения схемы растительности Высокоборского лесничества

После выполнения этого кода на картах Google Maps отображается KML файл, созданный в программе Google Earth.

Для построения реальной карты растительности, кроме границ полигонов нужно иметь характеристики каждого отдельного региона. Для хранения этой информации, как было сказано ранее, используется СУБД MSSQL CE.

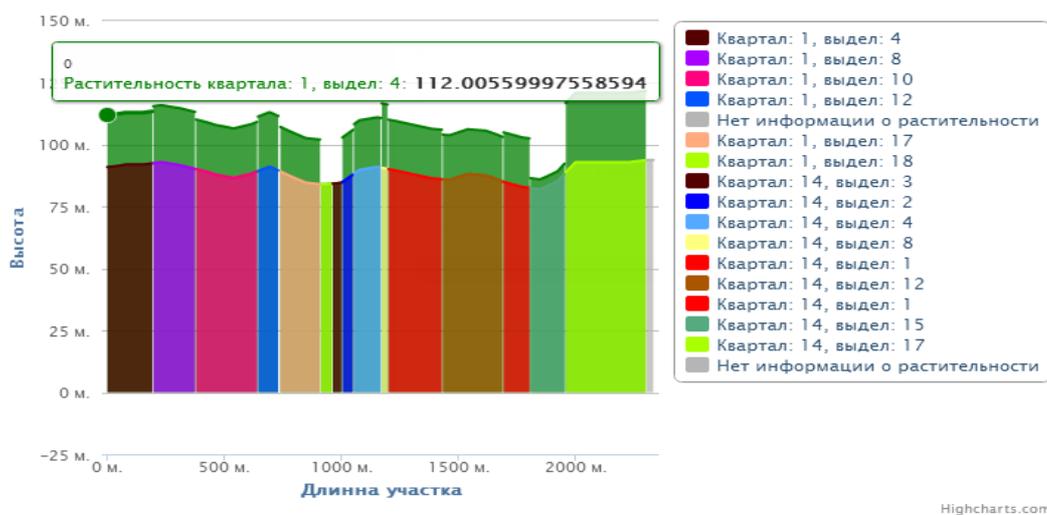
Каждый полигон однозначно определяется номером квартала и номером выдела. Также в программе используется таблица соответствия между полигонами на карте и записями в базе данных.

Таким образом, в базе данных хранятся полигоны типов растительности с их характеристиками.

Поэтапно программа выполняет следующие действия:

1. Получение области для расчета
2. Получение высот выделенной области
3. Получение карты растительности выделенной области
4. Запрос к базе данных о характеристиках точек на выделенной области
5. Формирование файла с данными
6. Отправка результата пользователю

Результат работы программы показан на рис. 5. Разными цветами обозначены различные регионы растительности, вдоль выбранного пользователем отрезка.



Close

Сохранить

Рис. 5 – Результат работы программы

Список литературы

1. Карты Google — [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.google.ru/maps/preview> (дата обращения 20.12.2013)
2. Лесной пожар — Википедия. — [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Лесной_пожар (дата обращения 20.12.2013)
3. Масленников Д.А. Особенности математического моделирования распространения лучистого теплового потока от очага горения при лесных пожарах на неоднородном рельефе: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Нижний Новгород, 2012.
4. API Google Карт — Google Developers — [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://developers.google.com/maps/?hl=ru> (дата обращения 20.12.2013)
5. ASTER Global Digital Elevation Map: [электронный ресурс] — Режим доступа. — <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp> (дата обращения 20.12.2013)
6. Google Earth — [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.google.com/earth/> (дата обращения 20.12.2013)
7. JSON [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.json.org/> (дата обращения 20.12.2013)
8. KML | OGC(R) — [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/kml> (дата обращения 20.12.2013)

9. MVC: The Official Microsoft ASP.NET Site: [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.asp.net/mvc> (дата обращения 20.12.2013)
10. The Google Elevation API — Google Maps API Web Services — Google Developers: — [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://developers.google.com/maps/documentation/elevation/> (дата обращения 20.12.2013)

Рецензенты:

Юнаковский А.Д., д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН), г.Нижний Новгород.

Петрухин Н.С., д.ф.-м.н., ординарный профессор Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», г.Нижний Новгород.