

УДК 681.3:007.52

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ: КОНЦЕПЦИЯ, ВОЗМОЖНОСТИ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Ляшенко Е.Н.

Херсонский национальный технический университет

Проведен анализ и выделены основные направления развития систем охраны лесов от пожаров. Предложена концепция создания информационной системы охраны лесов от пожаров Херсонской области. Описаны функциональные характеристики системы.

Ключевые слова: информационная система, лесные пожары, клиент-серверные технологии.

Введение. Херсонская область расположена на юге Украины, в бассейне нижнего течения Днепра, в пределах Причерноморской низины. Территория области составляет 28,5 тыс. км².

На территории Херсонской области расположен самый крупный песчаный массив Украины – Нижнеднепровские пески (НП). Данный массив состоит из нескольких песчаных арен: Каховской, Казаче-Лагерной, Алешковской, Збурьевской, Ивановской и Чалбаской (Виноградовской). Территориально песчаные арены разделены перемычками протяженностью от 1,5 км до 6 км. Общая площадь арен составляет 161 тыс. га.

В настоящее время границы песчаного массива удерживаются искусственными лесами. Породный состав искусственных лесонасаждений представлен преимущественно сосновыми насаждениями (сосна обыкновенная, сосна крымская) – 73%, в меньшей степени представлены твердолиственные породы (бук, граб, клен и др.) – 17%, мягколиственные породы (осина, ольха, липа и др.) – 8% и дубравы (дуб обыкновенный) – 2%.

Сосновые насаждения являются чрезвычайно пожароопасными. Основным горючим материалом в них является хвойный опад, который практически не впитывает влагу от выпадающих осадков. Следовательно, уже через несколько часов после дождя хвойный опад может загореться.

Динамика числа лесных пожаров в зоне НП приведена на рис.1.



Рисунок 1 – Динамика числа лесных пожаров в зоне НП

Таким образом, в условиях чрезвычайной пожарной опасности сосновых насаждений в зоне НП, актуальной задачей является разработка информационной системы (ИС), которая позволит осуществлять комплексный анализ информации из различных источников: карт природной горимости лесов, оперативных метеорологических данных,

планов размещения сил и средств, находящихся в резерве и участвующих в ликвидации пожаров.

Анализ и основные направления развития ИС охраны лесов от пожаров. В настоящее время, ИС охраны лесов от пожаров развиваются в следующих направлениях [1, 2]:

1. Объединение ИС со спутниковыми технологиями. В последние несколько лет для детектирования лесных пожаров используются системы низкоорбитальных метеорологических спутников – NOAA. В соответствии с международными соглашениями, пользователи, имеющие необходимые средства приема, могут бесплатно получать информацию непосредственно со спутников NOAA (режим HRPT) и пользоваться ею.

Так, в России в 2000 г. при поддержке программы «TACIS» были созданы центры приема и обработки данных NOAA в Центральной и Иркутской областях, что позволяет эффективно использовать спутниковый мониторинг в оперативной практике.

До 2003 г. космическая компонента системы мониторинга лесных пожаров Канады и Италии также базировалась на данных метеорологических спутников NOAA и радиометров высокого разрешения AVHRR, наблюдающих одну и ту же территорию несколько раз в сутки. Однако, появление новых космических систем (TERRA/AQUA) с радиометром среднего пространственного разрешения MODIS и развитие телекоммуникационных сетей существенно расширили возможности космических средств и методов наблюдения за лесными пожарами. С 2003 г. в Канадском Центре Дистанционного Зондирования Земли и Канадской Службе Леса введен в опытную эксплуатацию модуль первичной и тематической обработки данных MODIS для создания производных продуктов с очагами возгорания по температурным каналам этого прибора.

2. Объединение ИС с глобальными системами мониторинга окружающей среды. Наиболее известной глобальной системой мониторинга окружающей среды является система ГРИД [1]. ГРИД имеет два центра – в Найроби и в Женеве. Центр в Найроби осуществляет контроль и управление деятельностью ГРИД во всем мире. Центр в Женеве связан с получением данных, мониторингом, моделированием, а также с передачей данных. Таким образом, основная функция ГРИД – это сбор данных о состоянии окружающей среды и их структурирование.

Данные для системы ГРИД поступают через многочисленные национальные и международные организации ООН (ЮНЕП, ЮНЕСКО, ВМО, ВОЗ и др.). По далеко не полному перечню, сюда входят данные о почвах, осадках, температуре, гидрологии фоновом загрязнении воздушной среды, качестве воды и др.

3. Объединение ИС с географическими информационными системами (ГИС). Геоинформационные системы охраны лесов от пожаров – это системы сбора, хранения, отображения и распространения пространственно-координированных данных о горимости лесов, условиях возникновения и развития лесных пожаров, их воздействий на окружающую природную среду, а также интеграции и анализа этих данных [3].

Наиболее известной ГИС по обнаружению и предупреждению возникновения лесных пожаров является Канадская система FireM3 [4]. Эта система использует систему Landsat Thematic Mapper для картографирования прогоревших территорий в конце сезона пожаров. При моделировании используются данные наземных наблюдений о погоде и типах топлива, а также информация о смоделированной и наблюдаемой динамике огня для оценки эмиссии аэрозолей и парникового газа.

Среди Российских систем, используемых для охраны леса, можно выделить систему ГИС мониторинга лесных пожаров.

Информация о лесных пожарах в данной системе подразделяется на условно-постоянную, сезонную и оперативную. Условно-постоянные данные обновляются реже одного раза в год (например, характеристика лесного фонда, границы административного деления территории, топографическое описание местности, природное районирование).

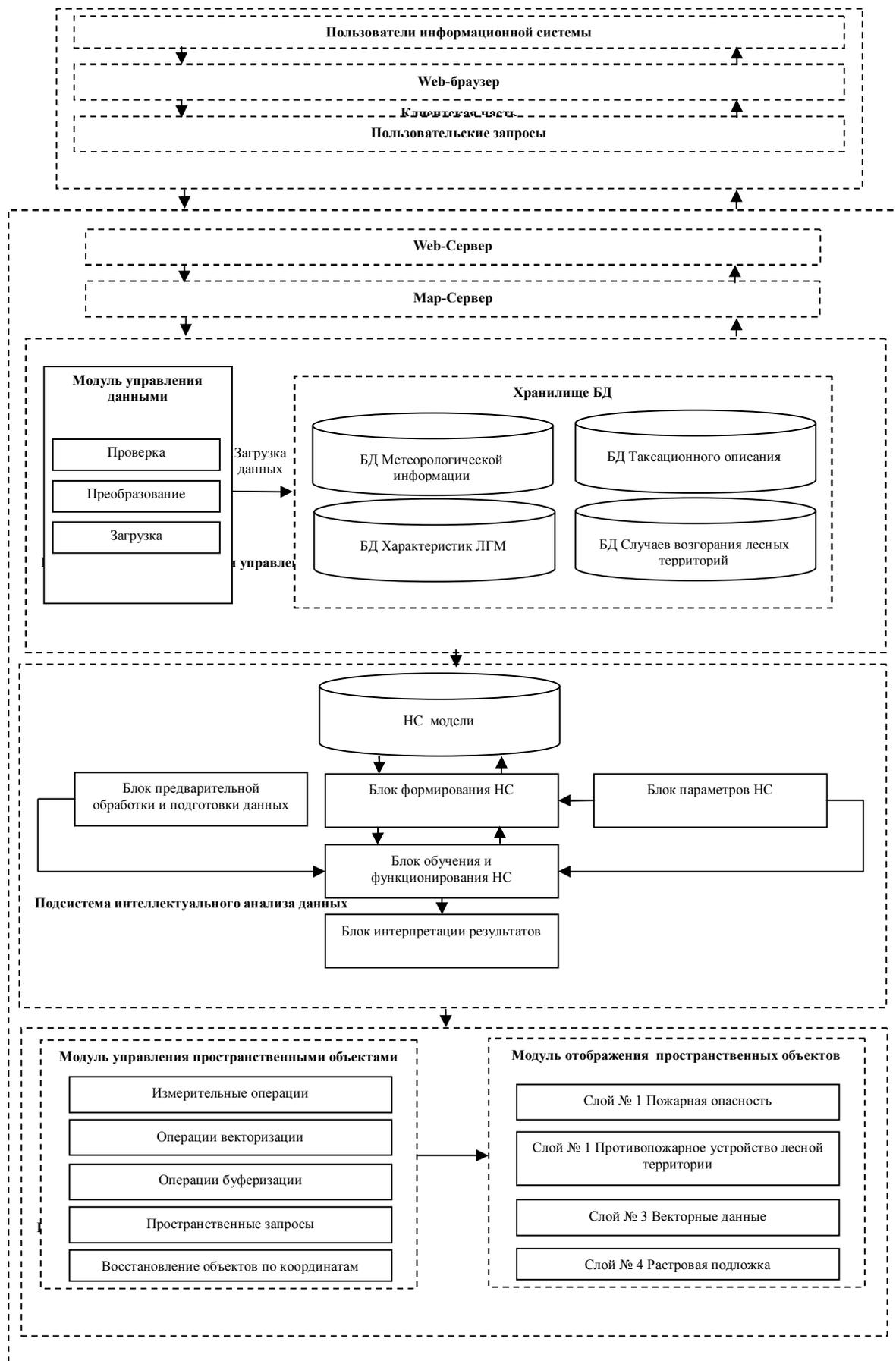


Рисунок 2 – Концептуальная схема системы

Сезонные данные изменяются один или несколько раз в течение года. К ним могут быть отнесены данные для долгосрочных и среднесрочных прогнозов пожарной опасности по условиям погоды, данные о границах структурных подразделений охраны лесов, данные о ресурсах системы охраны. Оперативные данные изменяются с частотой один или несколько раз в сутки (например, текущая и прогнозная метеоинформация, данные о возникающих и действующих лесных пожарах, о дислокации сил и средств по ликвидации лесных пожаров).

Вся информация накапливается в банке данных. В настоящее время в банке данных имеются сведения о каждом пожаре, зарегистрированном на охраняемой территории России в период с 1969 г. по 2009 г., что представляет собой основу для ведения ежегодно обновляемого архива для ретроспективного анализа горимости лесов.

Цель статьи. Целью настоящей статьи является описание концептуальной структуры, возможностей и перспектив развития ИС охраны лесов от пожаров Херсонской области.

Описание концептуальной структуры ИС. При разработке ИС охраны лесов от пожаров были использованы клиент-серверные технологии.

Использование данных технологий предполагает разделение ИС на две части – клиентскую и серверную (рис. 2) [5].

Клиентской частью ИС является web-браузер, который взаимодействует с web-сервером при помощи интерактивного пользовательского интерфейса.

Серверная часть ИС включает в себя web-сервер, map-сервер, подсистему сбора, хранения и управления данными, подсистему интеллектуального анализа данных и подсистему отображения пространственной информации.

Web-сервер обрабатывает пользовательские запросы и возвращает результаты выполнения удаленным клиентам.

Map-сервер или сервер картографической информации предназначен для отображения и анализа топографических карт лесных территорий в сети internet с помощью стандартных web-браузеров.

Подсистема сбора, хранения и управления данными оперирует данными, входящими в состав четырех основных баз данных, содержащих сведения о случаях возгорания лесных территорий, таксационное описание лесничеств, метеорологические характеристики, характеристики лесных горючих материалов.

Информация, содержащаяся в первой базе данных, передается в подсистему интеллектуального анализа, а информация из остальных баз данных передается в подсистему отображения пространственной информации.

Подсистема интеллектуального анализа данных осуществляет классификацию лесных пожаров. Для решения этой задачи использовалась нейронная сеть Кохонена.

Алгоритм работы нейросетевой модели классификации лесных пожаров можно представить в виде последовательности шагов:

1. Инициализация. Для исходных векторов синаптических весов $w_j(0)$ ($j = 1, \dots, l$, где l – общее количество нейронов в решетке) выбираются случайные значения. Значения весов должны находиться в пределах, в которых изменяются значения входных векторов.

2. Выбор вектора из входного пространства данных. Из входного пространства выбирается вектор X размерностью m . Этот вектор представляет собой возбуждение, которое применяется к решетке нейронов.

3. Поиск максимального подобия. Определяется наиболее подходящий (победивший) нейрон $i(x)$ на шаге n с использованием критерия минимума Евклидова расстояния [6]:

$$i(x) = \arg \min_j \|x - W_j\|, \quad j = 1, 2, \dots, l. \quad (1)$$

4. Корректировка векторов синаптических весов. Векторы синаптических весов

всех нейронов корректируются с использованием формулы [6]:

$$W_j(n+1) = W_j(n) + \eta(n)h_{j,i(x)}(n)(x - W_j(n)), \quad (2)$$

где $\eta(n)$ – параметр скорости обучения; $h_{j,i(x)}(n)$ – функция окрестности с центром в победившем нейроне $i(x)$.

5. Возврат к шагу 2 до тех пор, пока в карте не перестанут происходить заметные изменения.

Результаты классификации лесных пожаров передаются в подсистему отображения пространственной информации.

Подсистема отображения пространственной информации включает в себя два модуля: модуль управления пространственными объектами и модуль отображения пространственных объектов.

Модуль управления пространственными объектами позволяет проводить анализ территории лесничеств с помощью тематических электронных карт.

Модуль отображения пространственных объектов позволяет отображать на электронных картах результаты анализа в виде тематических слоев.

Описание функциональной структуры ИС. При создании ИС охраны лесов от пожаров было использовано программное обеспечение с открытым исходным кодом, такое как СУБД PostgreSQL, Google Maps, Web-сервер Apache, Map-сервер, библиотека OpenLayers, языки программирования PHP, JavaScript и технология Ajax [5].

СУБД PostgreSQL – объектно-реляционная система управления базами данных, которая базируется на языке SQL.

Google Maps – набор приложений, построенных на основе бесплатного картографического сервиса, предоставляемого компанией «Google».

OpenLayers – библиотека, написанная на языке программирования JavaScript и предназначенная для создания карт на основе программного интерфейса (API). OpenLayers позволяет быстро и легко создавать web-интерфейсы для отображения картографических материалов, представленных в различных форматах и расположенных на различных серверах.

Технология Ajax предназначена для разработки интерактивных пользовательских интерфейсов web-приложений, и заключается в «фоновом» обмене данными браузера с web-сервером. В результате, при обновлении данных web-страница не перезагружается полностью, и web-приложения становятся более быстрыми и удобными.

Основной задачей web-сервера (HTTP-сервера) Apache является поддержка HTTP-запросов. Он отвечает на HTTP-запрос клиента. Ответ обычно представляет собой HTML-страницу. Ответ сервера может быть отправлен клиенту различными способами. Во-первых, он может быть отправлен клиенту непосредственно от сервера, получившего запрос. Во-вторых, запрос может быть перенаправлен и ответ будет отправлен клиенту другим HTTP-сервером. В-третьих, HTTP-сервер может генерировать динамический ответ другим программам, таким, как CGI (Common Gate Interface – общий интерфейс шлюзов), PHP-программам, или другим серверным технологиям.

К основным функциям системы можно отнести [5]:

- 1) создание и корректировку карт лесных территорий на основе реальных карт земной поверхности Google Maps, что обеспечивает гораздо более высокую точность по сравнению с точностью бумажных карт, которыми пользуются работники лесничеств;
- 2) внесение информации об участках леса с привязкой к карте;
- 3) хранение, обработку и анализ лесохозяйственной информации, предоставление в любой момент времени актуальной информации о состоянии лесного фонда;
- 4) хранение и обновление нормативно-справочной документации по лесному хозяйству и лесоустройству;

- 5) предоставление информации о лесном хозяйстве и лесоустройстве заинтересованным пользователям;
- 6) автоматизированное формирование управленческой документации в лесничестве, что позволит облегчить и ускорить работу работников лесничества, уменьшить количество неточностей и ошибок в отчетах из-за влияния человеческого фактора;
- 7) расчет пожароопасности участков леса;
- 8) классификацию выделов лесничеств по любому набору признаков с соответствующей раскраской карты.

Вывод. Проведен анализ и выделены основные направления развития систем охраны лесов от пожаров. Предложена концепция создания информационной системы охраны лесов от пожаров Херсонской области. Описаны функциональные характеристики системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды / [Геловани В. А., Башлыков А. А., Бритков В. Б., Вязилов Е. Д.]. – М. : Эдиториал УРСС, 2001. – 304 с.
2. Ginzberg M. I. Decision Support Systems: Issues and Perspectives / Ginzberg M. I., Stohr E. A. // Processes and Tools for Decision Support; ed. by H.G. Sol, Amsterdam, North-Holland Pub I.Co, 1983.
3. Кошкарев А. В. Геоинформатика / Кошкарев А. В., Тикунов В. С. / [ред. Д. В. Лисицкого]. – М. : Картгеоцентр – Геоиздат, 1993.
4. Finney M. A. FARSITE – a program for fire growth simulation / M. A. Finney, P. L. Andrews // Fire management notes. – 1999. – Vol. 59, № 2. – P. 13-15.
5. Ходаков В. Е. Проект Web-ГИС лесного хозяйства региона / В. Е. Ходаков, М. В. Жарикова, Е. Н. Ляшенко // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2012. – № 1(44). – С. 72-81.
6. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / Хайкин С. – [2-е изд.] ; пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

Ляшенко О.М. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОХОРОНИ ЛІСІВ ВІД ПОЖЕЖ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ: КОНЦЕПЦІЯ, МОЖЛИВОСТІ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ
Проведено аналіз та виділені основні напрямки розвитку систем охорони лісів від пожеж. Запропоновано концепцію створення інформаційної системи охорони лісів від пожеж Херсонській області. Описано функціональні характеристики системи.
Ключові слова: інформаційна система, лісові пожежі, клієнт-серверні технології.

Lyashenko E.N. INFORMATION SYSTEM OF FOREST FIRE KHERSON REGION: CONCEPT, CAPABILITIES AND MAIN DIRECTIONS OF DEVELOPMENT
The analysis and the basic directions of development of systems for the protection of forests from fires. A concept of an information system of forest fire Kherson region. The functional characteristics of the system.
Keywords: information system, forest fires, the client-server technology.