

УДК 004.94:614.87

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОГНОЗА ПОЖАРОВ НА ТОРФЯНИКАХ

Фильков А.И., Гладкий Д.А.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия (634050, Томск, пр. Ленина, 36), e-mail: aifilkov@gmail.com

На основе предложенной детерминированно-вероятностной методики прогноза пожаров на торфяниках [4], которая учитывает все известные причины, вызывающие возникновение торфяных пожаров, а также метеорологическую информацию и характеристики напочвенного покрова, разработан программный комплекс для визуализации результатов прогноза возникновения торфяных пожаров в геоинформационной системе на примере Бакчарского района Томской области. Предложен состав и структура геоинформационного обеспечения программного комплекса прогноза торфяной пожарной опасности. В качестве картографической основы использовалась электронная ГИС-карта болот, созданная на основе данных дешифрирования космических снимков и материалов полевых ландшафтных исследований [3]. Разработанный программный комплекс позволяет определять вероятность возникновения торфяных пожаров на охраняемой территории в прогнозируемый период с учетом состояния напочвенного покрова, природной и антропогенной нагрузки; представлять результаты прогноза возникновения пожара на электронной карте, что дает наглядное представление о пожароопасной ситуации на данной территории; оценить уровень объема работ по ликвидации пожаров и заранее подготовить силы и средства для их тушения на всей территории, для которой дается прогноз.

Ключевые слова: геоинформационные системы, программный комплекс, прогноз, торфяные пожары, мониторинг.

GEOINFORMATION SOFTWARE PACKAGE FOR PREDICTION OF FIRES ON SWAMP TERRITORIES

Filkov A.I., Gladky D.A.

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia (634050, Tomsk, 36 Lenin Ave.), e-mail: aifilkov@gmail.com

A software package was developed on the basis of the proposed deterministic and probabilistic technique for the prediction of peat fires [4] to visualize the results for the prediction of peat fires in the geoinformation system in the Bakchar district of the Tomsk region. This technique takes into account all the known reasons causing the initiation of fires, as well as the weather information and characteristics of the ground cover. The content and structure of geoinformation software package were proposed for the prediction of peat fire hazard. An electronic GIS map for bogs based on interpretation of satellite images and field landscape research [3] was used as a cartographic basis. The developed software package allows us to determine the probable initiation of peat fires in a protected area in the forecast period, taking into account the state of the ground cover, natural and anthropogenic loads. At the same time, this software package allows us to show the results for the prediction of peat fires on an electronic map that gives a visual representation of the fire situation in the area. In addition, the work content can be estimated to eliminate fires and the forces and means for suppression of fires can be prepared in advance in the entire territory for which a forecast is given.

Keywords: geographic information systems, software package, forecast, peat fires, monitoring.

Торф покрывает около 3 % площади суши. При этом в северном полушарии торфа больше чем в южном, заторфованность растёт при движении к северу и при этом возрастает доля верховых торфяников. Так, в Германии торфа занимают 4,8 %, в Швеции 14 %, в Финляндии 30,6 % [2]. В России, доля занятых торфяниками земель достигает 31,8 % в Томской области (Васюганские болота) и 12,5 % в Вологодской. Также большие запасы торфа имеются в Индонезии, Канаде, Беларуси, Ирландии, Великобритании, ряде штатов США.

Повышенная пожарная опасность торфа обусловлена его пористой структурой, малой плотностью и наличием в составе до 40 % кислорода, что позволяет развиваться процессам горения в скоплениях и залежах скрыто, практически без доступа воздуха. В сухом состоянии торф характеризуется плохой смачиваемостью, что усложняет ликвидацию пожаров и загораний. В ряду горючих ископаемых (по удельной теплоте сгорания) торф занимает место между древесиной и бурыми углями.

Торфяные пожары создают опасность провала в прогоревший грунт людей и техники [9]. Торф медленно прогорает на всю глубину залегания, которая может достигать 6-8 и более метров. Другим негативным последствием является смог. Удушливый смог - на 90 % результат горения торфяников, а не лесов. В состав смога входит угарный газ, мелкие взвешенные частицы, бензол и другие продукты горения.

Создание программных вычислительных систем и комплексов, позволяющих прогнозировать поведение природных пожаров и оценивать уровень опасности в режиме реального времени, является основной целью физико-математического моделирования. С развитием геоинформационных технологий, появилась возможность реализовывать интегрированные системы прогноза природных пожаров, работающие непосредственно с использованием картографических материалов, представленных в электронном виде [1, 5, 7, 8, 10]. В такие карты может быть заложена информация о топографических особенностях местности и распределении растительных горючих материалов. Полученный при этом результат представляется возможным отобразить с помощью графических средств, что, безусловно, способствует более эффективной работе людей, управляющих поведением пожара.

Методы и подходы. Для разработки системы прогноза торфяных пожаров в Бакчарском районе Томской области была использована детерминированно-вероятностная методика прогноза пожаров на торфяниках [4], которая учитывает все известные причины, вызывающие возникновение торфяных пожаров, а также метеорологическую информацию и характеристики почвенного покрова. В рамках данной методики предложена однотемпературная многофазная математическая модель низкотемпературной сушки слоя торфа [6]. Авторами показано, что предложенная математическая модель может быть использована для прогнозирования поведения влагосодержания и температуры в слое торфа для последующего прогноза пожарной опасности на торфяниках. Анализ ретроспективной проверки показал, что новая методика прогноза торфяной пожарной опасности более точно указывает на день возникновения пожара, чем используемый на практике ГОСТ.

На основе предложенных моделей создан программный комплекс для визуализации результатов прогноза возникновения торфяных пожаров в геоинформационной системе на

примере Бакчарского района Томской области. Разработан состав и структура геоинформационного обеспечения программного комплекса прогноза торфяной пожарной опасности.

Описание работы программного комплекса. Комплекс выполнен на базе геоинформационной системы ArcView GIS и предусматривает визуализацию прогноза возникновения торфяных пожаров. С помощью внутреннего языка программирования ArcView GIS - Avenue - были написаны модули (инструменты), которые связывают результаты прогноза возникновения пожара с цифровой картой (рис. 1).

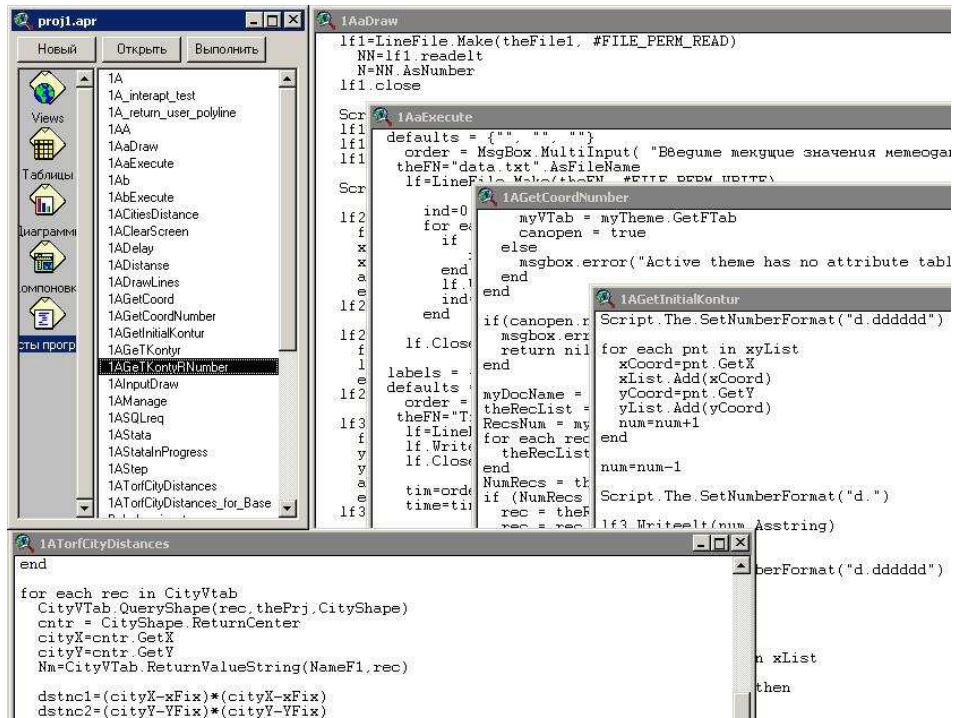


Рис. 1. Программы управления системами прогноза возникновения пожаров

Для этого в графическом интерфейсе пользователя ArcView создан инструмент, который при нажатии на него производит выполнение определенных действий.

В качестве топографической основы использовались карта торфяников Бакчарского района и карта населенных пунктов Томской области (рис. 2) [3].

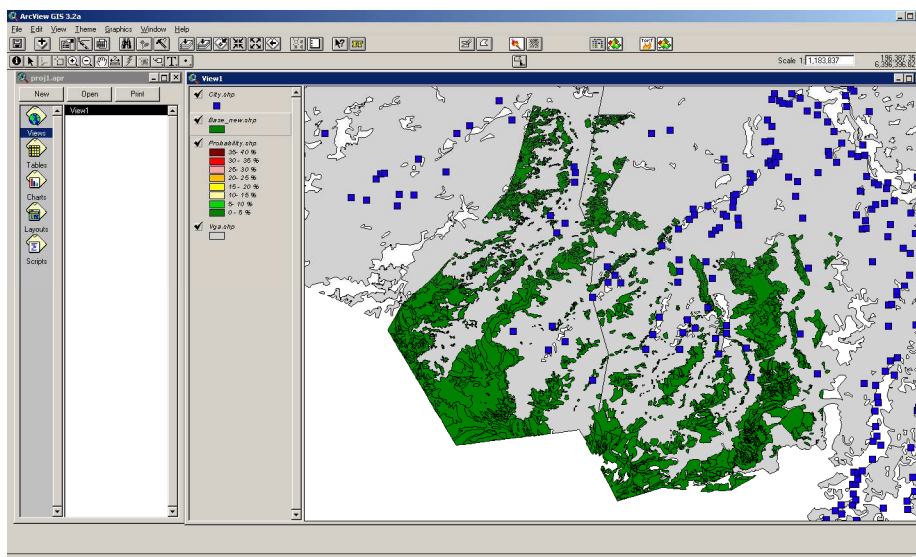


Рис. 2. Карта торфяников Бакчарского района Томской области с делением по породам торфа
 При выборе темы торфяников Бакчарского района становится активной панель инструментов для работы с данной темой (рис. 3).



Рис. 3. Панель управления разработанными средствами прогноза торфяной пожарной опасности

Характеристики территорий и пород растительных горючих материалов представлены в виде атрибутивных таблиц данных, соответствующих темам. Необходимые для работы данные обрабатываются посредством запросов из соответствующих таблиц.

После выбора нужного инструмента активируется панель ввода данных (рис. 4).

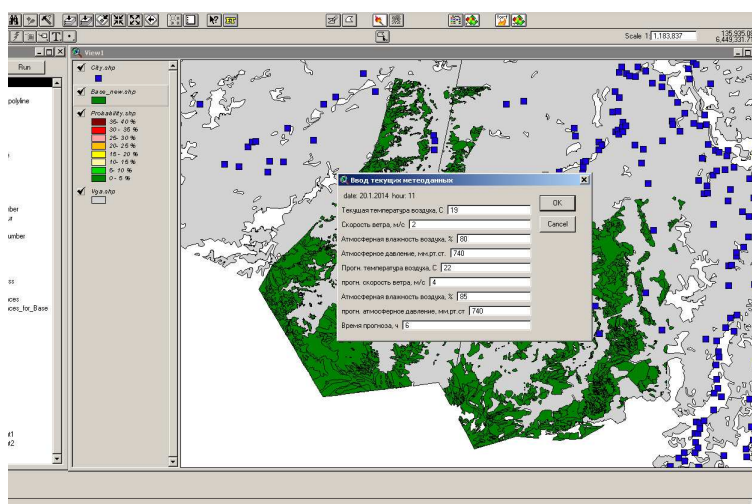


Рис. 4. Панель ввода метеоданных

Пользователю необходимо ввести значения температуры воздуха, атмосферного давления, атмосферной влажности, облачности и время прогноза.

После ввода метеоданных автоматически запускается вычислительный модуль, определяющий текущее влагосодержание слоя торфа для каждого типа торфа. При этом вызывается ряд подпрограмм, вычисляющих зависимые от метеоданных характеристики среды, такие как температура точки росы, значения зенитного угла, склонения, значения суммарного солнечного излучения с учетом облачности на заданном временном интервале. Визуализация результатов моделирования вызывается автоматически после завершения работы вычислительного модуля. При этом тема, содержащая карту торфяников, автоматически становится активной. Полученные в результате моделирования данные вносятся в атрибутивную таблицу данных активной темы.

При отображении результата пользователю предлагается выбрать интересующий его критерий оценки пожарной опасности, либо построить цветовую схему непосредственно по значениям текущего влагосодержания. Каждый участок выделяется цветом, соответствующим диапазону значений выбранного критерия (рис. 5).

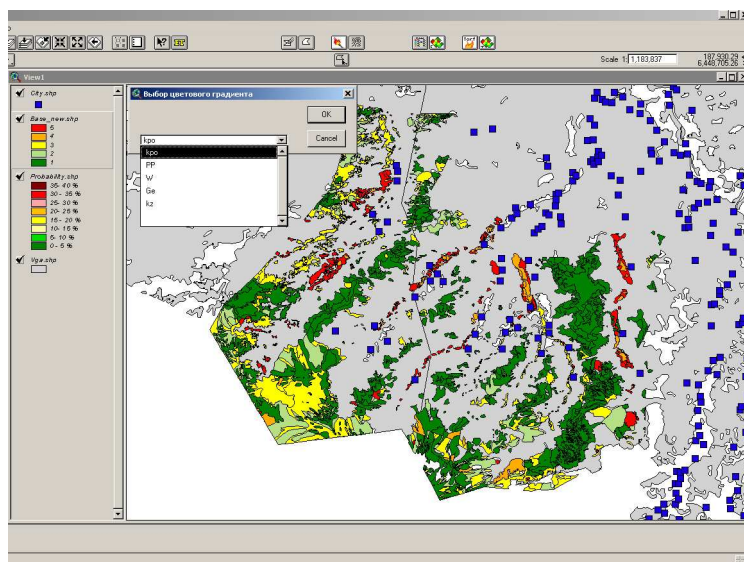


Рис. 5. Результат прогноза торфяной пожарной опасности

По умолчанию цветовая схема формируется по значениям влагосодержания слоя торфа. При необходимости, пользователь может выбрать другие данные для формирования цветовой схемы, используя один из разработанных инструментов или вернуть средство представления по умолчанию. На основании полученных расчетов оператор имеет возможность принять необходимые решения при возникновении чрезвычайной ситуации.

Заключение. Разработанный программный комплекс позволяет определять вероятность возникновения торфяных пожаров на охраняемой территории в прогнозируемый период с учетом состояния почвенного покрова, природной и антропогенной нагрузки; представлять результаты прогноза возникновения пожара на электронной карте, что дает наглядное представление о пожароопасной ситуации на данной территории; оценить уровень

объема работ по ликвидации пожаров и заранее подготовить силы и средства для их тушения на всей территории, для которой дается прогноз.

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента РФ № СП-3968.2013.1 и гранта РФФИ №12-01-00142-а.

Список литературы

1. Перминов В.А. Математическое моделирование возникновения и распространения верховых лесных пожаров в осредненной постановке // Журнал технической физики. –2015. – Т. 85. – № 2. – С. 24–30.
2. Пичугин А.В. Торфяные месторождения. – М.: Высшая школа, 1967. – 275 с.
3. Синюткина А.А. Классификация болотных геосистем Томской области // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – № 357. – С. 192–195.
4. Фильков А.И. О создании системы торфяной пожарной опасности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2013. – № 1. – С. 18–24.
5. Фильков А.И., Гладкий Д.А. Разработка программного комплекса для визуализации результатов прогноза возникновения и распространения лесных пожаров в геоинформационной системе // Вычислительные технологии. – 2011. – Т. 16. – № 5. – С. 89–99.
6. Фильков А.И., Гладкий Д.А. Математическое моделирование низкотемпературной сушки слоя торфа // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2012. – № 3(19). – С. 93–106.
7. Coleman J, Sullivan A. SiroFire: the CSIRO Bushfire Spread Simulator // Proceedings Inst. Forest Aust.: 16th Biennial Conf. (Canberra, 1995). – 1995. – P. 309–19.
8. Finney MA. Modeling the spread and behaviour of prescribed natural fires // Proceedings of the 12th Conference on Fire and Forest Meteorology (Jekyll Island, Georgia). – Society of American Foresters. – 1993. – P. 138–43.
9. Grishin A.M., Yakimov A.S., Rein G., Simeoni, A. On physical and mathematical modeling of the initiation and propagation of peat fires // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2009. – № 82(6). – P. 1235–1243.
10. Lymberopoulos N, Papadopoulos C, Stefanakis E, Pantalos N, Lockwood F. A GIS-based forest fire management information system // EARSeL J. – 1996. – № 4(4). P. 68–75.

Рецензенты:

Перминов В.А., д.ф.-м.н., профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск.

Матвиенко О.В., д.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической механики, Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск.