

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»
(СГУГиТ)

XIII Международные научный конгресс и выставка

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2017

8-я Международная научная конференция

РАННЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ В ЭПОХУ «БОЛЬШИХ ДАННЫХ»

Сборник материалов

Новосибирск
СГУГиТ
2017

УДК 614.18
С26

Ответственные за выпуск:

Председатель Комиссии Международной картографической ассоциации (ICA)
«Картография для раннего предупреждения и управления кризисными ситуациями»,
академик и вице-президент Международной академии наук Евразии,
директор Лаборатории геоинформатики и картографии, Университет им. Масарика,
профессор, доктор наук, почетный член ICA с 2013 г.,
почетный профессор СГГА, Чешская Республика

Милан Конечны

Доктор технических наук, профессор,
директор НИИ стратегического развития СГУГиТ, Новосибирск

Д. В. Лисицкий

Кандидат технических наук,
заведующая кафедрой картографии и геоинформатики СГУГиТ, Новосибирск

С. С. Янкелевич

С26 Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр., 17–21 апреля 2017 г., Новосибирск : 8-я Международная конференция «Раннее предупреждение и управление в кризисных ситуациях в эпоху "Больших данных"» : сб. материалов. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – 51 с.

ISBN 978-5-906948-18-2

ISBN 978-5-906948-11-3

В сборнике опубликованы материалы XIII Международного научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017», представленные на 8-й Международной конференции «Раннее предупреждение и управление в кризисных ситуациях в эпоху "Больших данных"».

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 614.18

ISBN 978-5-906948-18-2

ISBN 978-5-906948-11-3

© СГУГиТ, 2017

АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ СОСТОЯНИЙ ОБЪЕКТА

Татьяна Юрьевна Бугакова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53, e-mail: bugakova-tu@yandex.ru

Артём Андреевич Шарапов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант, тел. (953)785-54-99, e-mail: sharapov_artem@mail.ru

В статье рассматривается построение мультиагентной системы для решения задач определения, контроля и прогнозирования пространственно-временных состояний объектов. Приводится обобщенная схема мультиагентного подхода к решению задачи определения ПВС объекта. Рассмотрен алгоритм «дерева решений» на примере декомпозиции объекта в целях контроля и прогнозирования ПВС структурных частей объекта.

Ключевые слова: пространственно-временное состояние объекта, мультиагентная система, интеллектуальные агенты, техногенный объект, взаимодействие агентов, анализ данных, принятие решений, дерево решений, алгоритмы принятия решений.

ALGORITHMS OF MULTI-AGENT SYSTEMS FOR DETERMINING THE SPATIAL-TEMPORAL STATES OF THE OBJECT

Tatiana Yu. Bugakova

Siberian State University Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Associate Professor, Department of Applied Computer Science and Information Systems, tel. (383)343-18-53, e-mail: bugakova-tu@yandex.ru

Artem A. Sharapov

Siberian State University Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., graduate student, tel. (953)785-54-99, e-mail: sharapov_artem@mail.ru

The article discusses the construction of a multi-agent system for solving the tasks of identifying, monitoring and prediction of spatio-temporal States of objects. Is a generalized diagram of a multi-agent approach to solving the problem of determining PVS object. The algorithm "decision trees" for example, the decomposition of the object in order to control and predict the PVA structural parts of the object.

Key words: spatial-temporal state of the object, multi-agent system, intelligent agents, man-made object, the interaction between agents, data analysis, decision making, decision tree, decision algorithms.

В настоящее время активно ведется разработка и внедрение автоматизированных систем мониторинга (АСМ) безопасности техногенных объектов. Главным образом, это относится к особо опасным, уникальным, технически сложным объектам строительства, представляющим угрозу жизни и здоровья чело-

века, окружающей среде. Актуальность таких работ подтверждается требованиями Правительства РФ о необходимости разработки единой базовой системы мониторинга критически важных объектов [1].

Основным преимуществом автоматизированных систем является то, что они в автоматическом режиме предоставляют данные с установленных в теле объекта датчиков для дальнейшего изучения объекта с любой степенью дискретности в любое время суток, при любых погодных условиях. Однако, алгоритмы обработки данных, заложенные в этих системах, не являются унифицированными, способными решать сложные задачи определения пространственно-временного состояния (ПВС) объектов. Каждый объект по-своему уникален, имеет свои конструктивные особенности, подвержен влиянию различных внешних факторов, зачастую с элементами неопределенности. Поэтому возникает задача создания такой системы, которая бы работала в условиях неопределенности, принимала решения на основе имеющихся данных, умела перестраиваться под изменения в среде, обладала способностью самостоятельно принимать управленческие решения. Чем выше неопределенность, чем более распределенный характер имеют процессы принятия решения и чем чаще случаются незапланированные события, тем ниже эффективность существующих систем, не способных самостоятельно принимать решения и автоматически перестраиваться под изменения в среде [2–3].

Эти проблемы позволяют решить мультиагентные технологии, которые реализуются на основе мультиагентных систем, применяемых там, где протекает большой поток информации, при работе с большим объемом данных, разнородной природы.

Мультиагентная система основана на взаимодействии между собой интеллектуальных агентов, способных функционально общаться между собой и совместно принимать решения. Каждый агент включает в себя решение задачи анализа, прогноза и диагностики, выявления скрытых зависимостей и поддержки принятия оптимальных решений, на основе заложенных в него методов и алгоритмов. [4]

На рис. 1 приведена обобщенная схема мультиагентного подхода к решению задачи определения пространственно-временного состояния объекта.

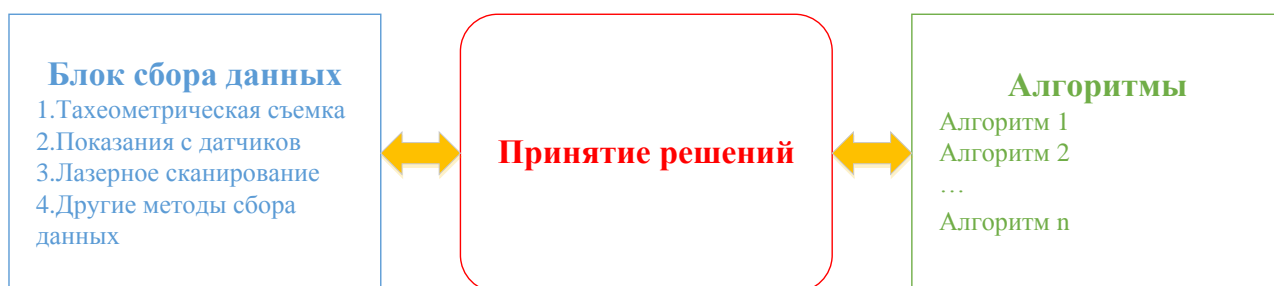


Рис. 1. Обобщенная схема мультиагентного подхода к решению задачи определения ПВС объекта

Сначала система запрашивает у блока сбора данных всю необходимую информацию об исследуемом объекте. После получения необходимой информации подбираются алгоритмы, при помощи которых данные подлежат обработке для определения ПВС объекта. Далее система способна принять управленческое решение.

В силу того, что происходит постоянный рост объема информации, технологии сбора, обработки и хранения данных быстрыми темпами развиваются, требуются универсальные и надежные алгоритмы, пригодные для обработки информации [5].

Одним из актуальных алгоритмов интеллектуального анализа данных является алгоритм «дерева решений». «Дерева решений» – это способ представления правил в иерархической, последовательной структуре, где каждому объекту соответствует единственный узел, дающий решение. Решающие деревья воспроизводят логические схемы, позволяющие получить окончательное решение о классификации объекта с помощью ответов на иерархически организованную систему вопросов. Причем вопрос, задаваемый на последующем иерархическом уровне, зависит от ответа, полученного на предыдущем уровне. Рассмотрим данный алгоритм на примере принятия решения мультиагентной системой о декомпозиции объекта в целях определения и прогнозирования ПВС структурных частей объекта (рис. 2).

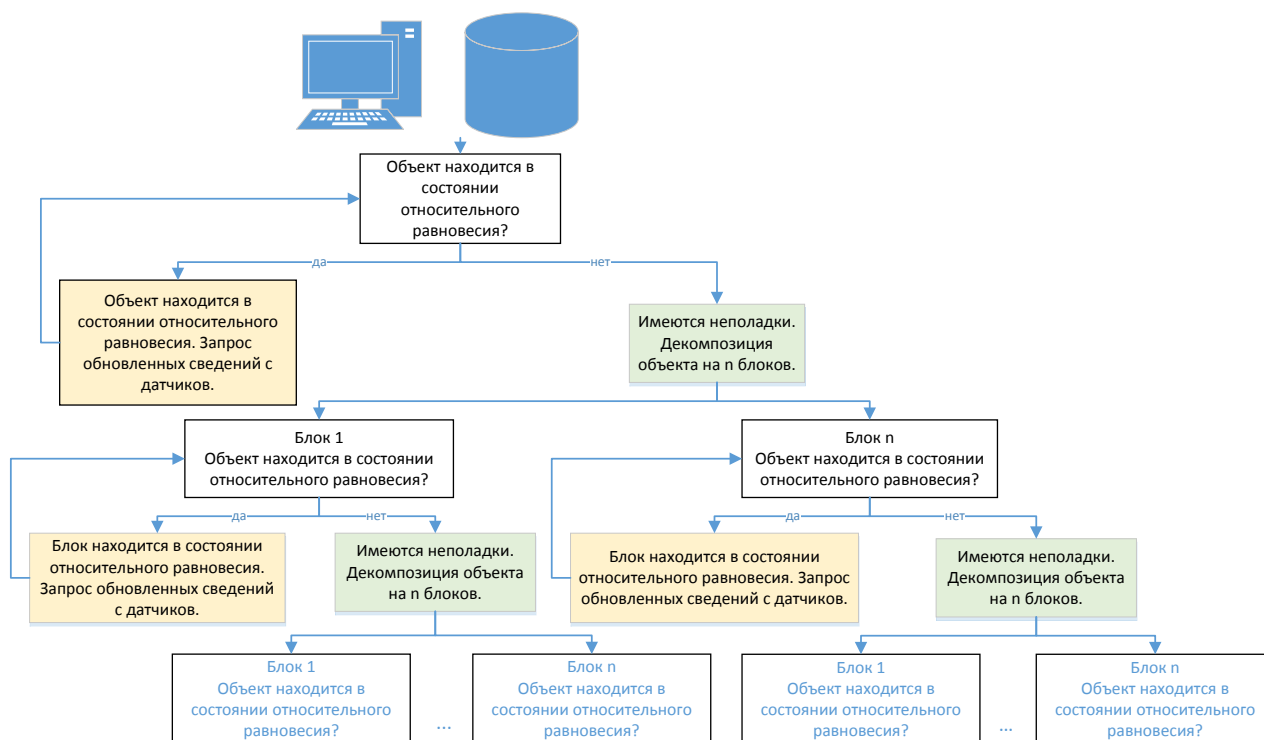


Рис. 2. Принятие решения о декомпозиции объекта для определения и прогнозирования ПВС структурных частей объекта при помощи алгоритма «дерево решений»

Необходимо отметить, что практически любой техногенный объект подвержен деформациям. Деформация образуется в результате неравномерного воздействия внешних факторов, что приводит к структурированию объекта на части (блоки). Каждая структурная часть под воздействием внешних факторов может иметь различное направление движения в пространстве и разную скорость. Задачами системы, в данном случае, являются обнаружение границ между блоками и определение ПВС каждого из них [6–8].

Дерево включает в себя корневую вершину, которая содержит в себе вопрос «Находится ли в состоянии относительного равновесия исследуемый объект в целом или нет?». Конечной целью мультиагентной системы является не только определение ПВС объекта, но и выбор наиболее оптимального решения, подбор той стратегии развития событий, которая позволит обеспечить объекту состояние «относительного равновесия».

Объект находится в состоянии «относительного равновесия» тогда, когда отклонение состояния S объекта от первоначального S_0 не превышает допустимого значения E и выражается неравенством

$$|S - S_0| \leq E. \quad (1)$$

Система делает запрос в базу данных, хранящуюся на сервере, после чего происходит процедура обработки данных с применением алгоритмов выявляющих нарушение неравенства (1). Вершина первого уровня «подразумевает», что имеются варианты ответа на вопрос, которые заложены в ней. Ответы на вопрос обозначены в виде выходящих ребер. В зависимости от выбранного ответа возможен переход по соответствующему ребру к вершине следующего уровня. Если был получен ответ, о том что требуется структурная декомпозиция исследуемого объекта (при условии нарушения неравенства (1), то по схеме происходит деление блока на дополнительные подблоки с целью более детального изучения объекта. Каждый подблок в свою очередь становится вершиной на соответствующем уровне и снова проводится анализ, находится ли уже исследуемый более детально подблок в состоянии «относительного равновесия». Если поступает ответ, что в подблоке нет никаких отклонений от нормы, то система запрашивает с базы данных дополнительную информацию, просит обновить данные для дальнейшей проверки. Деление на структурные подблоки ограничивается количеством изначально установленных датчиков на объекте. Чем больше датчиков имеется на объекте, тем точнее становится возможным определить проблемную область, тем самым, увеличивая время на устранение неполадки. Данный алгоритм позволяет выявить структурные части объекта и определить их ПВС, что способствует оперативному предотвращению чрезвычайной ситуации [10].

Преимуществом использования алгоритма «дерево решений» является, то, что в результате образуется достаточно понятная классификационная модель, которая дает высокую точность прогноза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб. : Питер, 2000. – 384 с.
2. Рыгалов А. Ю., Кубарьков Ю. П. Применение мультиагентных систем в электроэнергетике // Сборник трудов Кольского научного центра РАН, 2012. – С. 102–105.
3. Бугакова Т. Ю., Шарапов А. А. Применение мультиагентного подхода для определения пространственно-временного состояния техногенных систем // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 1. – С. 189–194.
4. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 259 с.
5. Евгеньев Г. Б. Мультиагентные системы компьютерной инженерной деятельности // Информационные технологии. – 2000. – № 4. – С. 2–7.
6. Управление на базе мультиагентных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/4115/1230/lecture/24081>.
7. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2007. – 1410 с.
8. Бугакова Т. Ю. К вопросу оценки риска геотехнических систем по геодезическим данным // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 151–157.
9. Бугакова Т. Ю. Моделирование изменения пространственно-временного состояния инженерных сооружений и природных объектов по геодезическим данным // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 34–42.
10. Бугакова Т. Ю., Шляхова М. М., Кноль И. А. Структурная декомпозиция объекта методами математического моделирования с последующей визуализацией на основе WebGL // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 1. – С. 142–147.

© Т. Ю. Бугакова, А. А. Шарапов, 2017

МУЛЬТИАГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Татьяна Юрьевна Бугакова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53, e-mail: bugakova-tu@yandex.ru

Иван Александрович Кноль

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, тел. 8(903)903-54-99, e-mail: ivan_knol@mail.ru

В статье предлагается концептуально новый интеллектуально ориентированный подход с повышенной степенью автоматизации к мониторингу техногенных объектов и прогнозу пространственно-временного состояния ТО.

Ключевые слова: интеллектуальный агент, мультиагентная система, имитационное моделирование, техногенный объект, пространственно-временное состояние, геоинформационные ресурсы, декомпозиция, кластеризация, алгоритм, 3D-визуализация.

MULTI-AGENT MODELING OF SPATIAL-TEMPORAL CONDITION OF MAN-MADE OBJECT

Tatiana Yu. Bugakova

Siberian State University Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Associate Professor, Department of Applied Computer Science and Information Systems, tel. (383)343-18-53, e-mail: bugakova-tu@yandex.ru

Ivan A. Knol

Siberian State University Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., a graduate student of the Department of Cartography and Geoinformatics, tel. 8(903)903-54-99, e-mail: ivan_knol@mail.ru

The paper proposes a conceptually new intellectually oriented approach with a high degree of automation to the monitoring of industrial facilities and forecast the spatial-temporal condition THAT.

Key words: intelligent agent, multi-agent system, simulation, man-made object, spatial-temporal condition, GIS resources, decomposition, clustering, algorithm, 3D-visualization.

Мониторинг пространственно-временного состояния (ПВС) техногенных объектов (ТО) является актуальной задачей геодезии и геоинформатики в настоящее время.

Под пространственно-временным состоянием объекта понимается его положение в целом или его структурных частей относительно некоторой неподвижной системы координат. Техногенный объект – это объект или совокупность объектов, созданных человеком в процессе производственно-хозяйст-

венной деятельности и взаимодействующих с окружающей средой (здания, инженерные сооружения, мосты, туннели и т. д.).

Каждый техногенный объект имеет собственные конструктивные особенности, которые требуется учитывать при мониторинге и контроле его пространственно-временного состояния [1]. От качества мониторинга и прогноза ПВС напрямую зависит безопасность эксплуатации ТО.

Согласно ГОСТ Р 22.1.12-2005 техногенные объекты следует оборудовать структурированными системами мониторинга инженерных сооружений, сопряженными с автоматизированными системами дежурно-диспетчерских служб и ЕДДС с целью предупреждения возникновения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [2].

Существующие автоматизированные системы мониторинга (АСМ) функционируют на основе различных алгоритмов. В полной степени оценить эффективность этих алгоритмов не представляется возможным. Для обеспечения безопасности ТО одна из главных задач геодезии и геоинформатики заключается в получении более точных пространственных данных о ПВС. Кроме того, довольно значимой проблемой, по отзывам специалистов в сфере геодезии и геоинформатики, подбор методов и средств, позволяющих с обоснованной точностью прогнозировать пространственно-временное состояние техногенных объектов.

В работе предлагается концептуально новый интеллектуально ориентированный подход с повышенной степенью автоматизации к мониторингу техногенных объектов и прогнозу пространственно-временного состояния ТО, основанный на создании мультиагентной системы контроля ПВС ТО.

Мультиагентная система (МАС) – это технологический комплекс аппаратных и программных средств, состоящий из интеллектуальных агентов (блоков – «решателей» задач) которые расположены в некоторой среде, функционально связаны друг с другом и каждый из них способен к гибким, автономным и социально организованным действиям, направленным на predetermined цели [3].

Под интеллектуальным агентом принято считать имитационную модель некоторого активного элемента, чье состояние и поведение при наличии конкретной цели изменяются в прямой зависимости от состояния и поведения среды, а также существующих в ней агентов [4].

МАС предполагает функционирование агентов для достижения промежуточных и главной целей [5]. Главной целью создания МАС в публикуемой работе является определение и прогнозирование пространственно-временного состояния техногенных объектов для предупреждения аварийных и чрезвычайных ситуаций.

Мультиагентное моделирование систем с наличием активно протекающих процессов является новым замыслом в сфере геодезии и геоинформатики. Данная система направлена на согласованное использование моделей и методов естественного и искусственного интеллекта для программного исследования, определения состояния (с функцией прогноза) и поведения систем в конкретном окружении.

Предполагается, что строительные конструкции и основание здания или сооружения должны обладать такой прочностью и устойчивостью, чтобы в процессе строительства и эксплуатации не возникало угрозы причинения вреда жизни или здоровью людей, имуществу, окружающей среде в результате:

1) разрушения отдельных несущих строительных конструкций или их частей;

2) разрушения всего здания, сооружения или их части;

3) деформации недопустимой величины строительных конструкций, основания здания или сооружения и геологических массивов прилегающей территории;

4) повреждения части здания или сооружения, сетей инженерно-технического обеспечения или систем инженерно-технического обеспечения в результате деформации, перемещений либо потери устойчивости несущих строительных конструкций, в том числе отклонений от вертикальности [6, 7].

Зная возможные пространственно-временные изменения ТО, можно создать перечень промежуточных состояний мультиагентной модели ТО. Выделим следующие состояния:

1) поступательное движение: перемещение всего ТО как абсолютно твердого тела вдоль какого-либо вектора;

2) вращательное движение: кручение крен ТО;

3) относительное движение: ТО изменяет свое состояние путем движения структурных частей (блоков) по разнонаправленным векторам с разной скоростью.

Структурные блоки ТО выявляются в результате процедуры декомпозиции ТО на основе заданных алгоритмов. [8] Одним из таких алгоритмов является алгоритм ближайших соседей. Суть данного алгоритма заключается в определении нового множества точек, координаты которых изменились при сравнении двух временных эпох, а также точного определения границы разделения ТО на подблоки.

С возникновением нового блока возникает концептуально новая семантика данного блока, а именно вектор движения, скорость движения, оси вращения, угловая скорость вращения, коэффициент сжатия.

Таким образом, если создать программные аналогии данных структурных элементов (блоков ТО) и установить законы взаимодействия между ними и окружающей средой, станет возможным спрогнозировать изменение ПВС ТО. На рисунке изображен алгоритм работы программного комплекса на основе мультиагентного подхода.

В данном алгоритме $M_1(x,y,z)$ – облако точек, получаемых в результате работы комплексных многофункциональных датчиков (КМД) с дискретностью обновления T , $M_2(x,y,z)$ – облако точек, получаемых в результате съемки геодезических марок с дискретностью обновления $T*24$, $M_3(x,y,z)$ – облако точек, получаемых в результате съемки лазерным сканером с дискретностью обновления $T*24*30$.

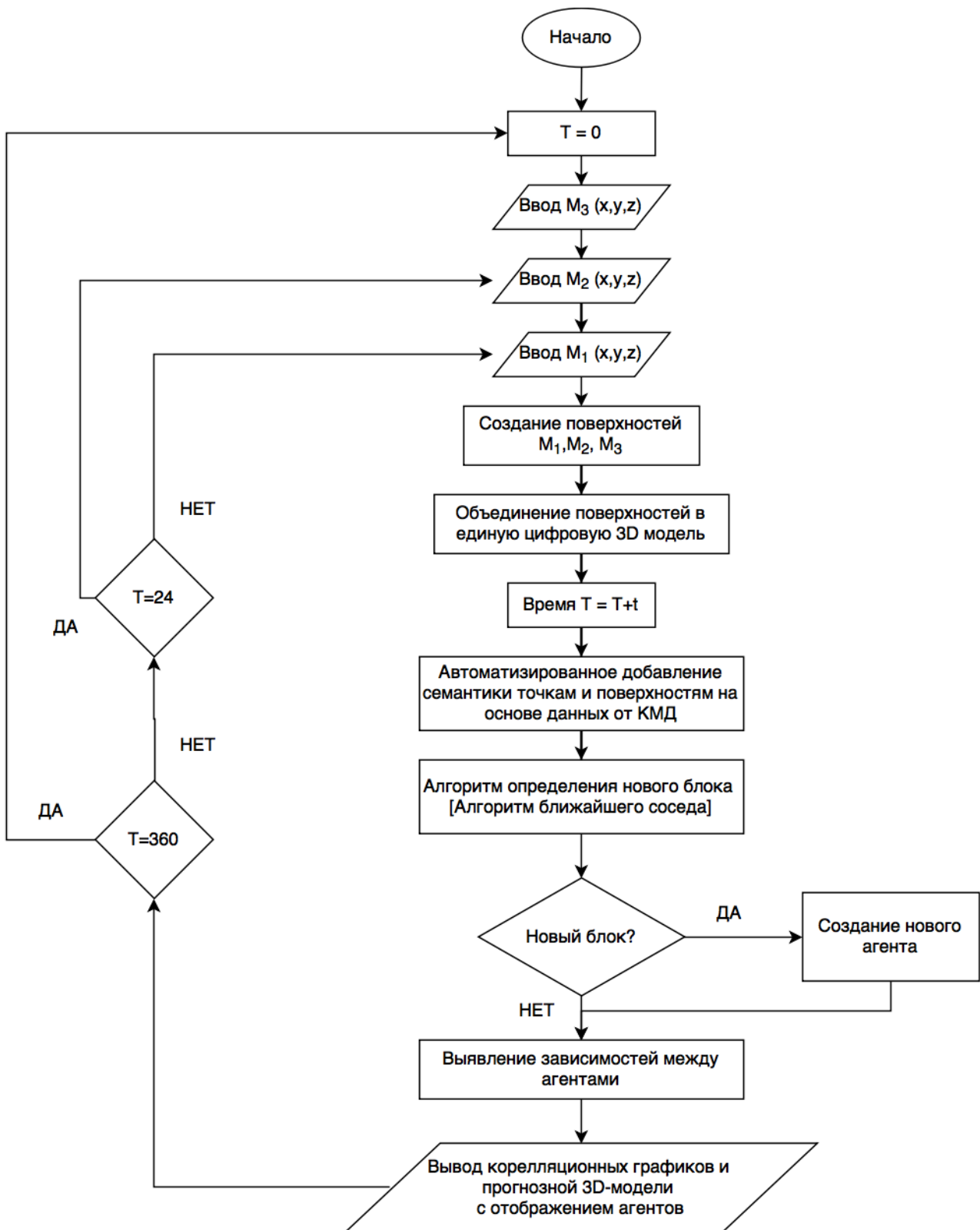


Рис. Алгоритм работы программы, основанной на мультиагентном подходе

На основе множеств точек строятся независимые поверхности, которые являются основой для генерации единой цифровой 3D-модели. На следующих этапах осуществляется автоматизированное добавление семантики точкам

и поверхностям на основе данных от КМД, обработка единого облака точек ТО алгоритмами декомпозиции и кластеризации для выявления новых блоков ТО (например, алгоритм ближайших соседей).

В результате выявления новых автономных структурных элементов ТО генерируется программная аналогия (агент) данного структурного элемента с добавлением семантики с последующим определением зависимостей между данными агентами.

Финальный этап – вывод корреляционных графиков по агентам и прогнозной 3D-модели с отображением структурных блоков.

В рамках исследований площадкой для получения исходных данных является разработка Центра инжиниринга и робототехники (ЦИиР) Сибирского государственного университета геосистем и технологий (СГУГиТ) – робототехнический стенд определения и контроля пространственно-временного состояния техногенного объекта [9–13].

Ведутся работы по созданию комплексных многофункциональных датчиков, которые бы позволили определять координаты не только точки пространства, но контролировать некоторое облако точек своего окружения. Данные датчики планируется испытывать на базе СГУГиТ в специально подготовленной безэховой камере, без помех от радио- и механических волн.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Особо опасные, технически сложные и уникальные объекты [Электронный ресурс] // Градостроительный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 07.03.2017). Ст. 48.1. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

2. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 22.1.12-2005 Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования. – М. : ИПК, Изд-во стандартов, 2005.

3. Ивашкин Ю. А. Мультиагентное моделирование в имитационной системе Simplex3 : учеб. пособие. – М. : Лаборатория знаний, 2016. – 350 с. : ил., [8] с. цв. вкл. – (Учебник для высшей школы).

4. Мультиагентный подход в имитационном моделировании / А. В. Улыбин, А. А. Арзамасцев // Вестник ТГУ. – 2010. – Т. 15, вып. 5.

5. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем : пер. с англ. – 4-е изд. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2003. – 864 с.

6. Бугакова Т. Ю., Шляхова М. М., Кноль И. А. Структурная декомпозиция объекта методами математического моделирования с последующей визуализацией на основе WebGL // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 1. – С. 142–148.

7. Арискин М. В., Болдырев С. А. Основы безопасности зданий и сооружений : методические указания по выполнению самостоятельной работы / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю. П. Скачкова. – Пенза : ПГУАС, 2015. – С. 11–12.

8. Журавлев Ю. И., Рязанов В. В., Сенько О. В. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. – М. : Фазис, 2005.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016661521 «МАС ПВС ТО», 12 октября 2016 г. Прототип мультиагентной системы контроля пространственно-временного состояния техногенных систем / Бугакова Т. Ю., Шарапов А. А.
10. Бугакова Т. Ю. Интерактивный контроль пространственно-временного состояния техногенных объектов с применением технологии WebGL // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 4 (36). – С. 114–120.
11. Сибриков С. Г. Техногенные системы и экологический риск : учеб. пособие. – Ярославль : ЯрГУ, 2009. – 156 с.
12. Мендель И. Д. Кластерный анализ. – М. : Финансы и статистика. 1988 г. – 176 с.
13. Бугакова Т. Ю. Моделирование изменения пространственно-временного состояния инженерных сооружений и природных объектов по геодезическим данным // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 34–42.

© Т. Ю. Бугакова, И. А. Кноль, 2017

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Дмитрий Анатольевич Борисов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)343-18-53, e-mail: dimitry.borisoff@gmail.com.

В работе представлена методика определения пространственно-временного состояния техногенных объектов по геопространственным данным. Реализовано программное решение определения формы и локальных деформаций техногенных объектов на основе алгоритма Делоне. Приведены примеры использования данной методики для техногенных объектов.

Ключевые слова: техногенный объект, моделирование, метод конечных элементов, триангуляция Делоне, программная реализация.

TECHNIQUE FOR DETERMINING THE SPATIAL-TEMPORAL CONDITION OF TECHNOGENIC OBJECTS

Dmitry A. Borisov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Postgraduate student, Department of Cartography and Geoinformatics, tel. (383)343-18-53, e-mail: dimitry.borisoff@gmail.com

The article represents the technique of determining the space-time state of technogenic objects using the geospatial data. Software solution for determining shape and local deformations of technogenic objects on the basis of the Delaunay algorithm was implemented. The article presents examples of applying this technique for the technogenic objects.

Key words: technogenic object, simulation, finite elements method, Delaunay triangulation, software implementation.

Стремительное развитие технологий строительства, совершенствование методов и инструментов геодезического контроля техногенных объектов не приводят к полному исчезновению проблемы техногенного риска и полной безопасности жизни и здоровья людей. Следовательно, проблема определения изменения пространственно-временного состояния (ПВС) техногенных объектов (ТО) является актуальной, так как ее решение позволит минимизировать величину техногенного риска и предупредить возможные чрезвычайные ситуации.

Требования к определению пространственно-временного состояния техногенных объектов на сегодняшний день также растут, поэтому данных, полученных классическими методиками геодезии, уже не хватает. При использовании таких методов как, геометрическое нивелирование, определение горизонтальных смещений и кренов, вертикальных и горизонтальных углов, расстояний и превышений, зачастую не удается определить изменение пространственно-временного положения объекта в целом. Единой, унифицированной методики

определения ПВС ТО, основанной на математических алгоритмах и программных комплексах в России нет. Поэтому встает вопрос о разработке такой методики определения пространственно-временного состояния техногенных объектов, с помощью которой можно будет оценить изменение состояния техногенной системы или ее крупных участков как единого целого.

Результатом геодезических измерений, основанных на современных технологиях (лазерное сканирование, ГНСС технологии, автоматизированный мониторинг), являются данные, имеющие геопространственную привязку и представленные в виде массива (облака) координат контрольных точек (координаты X, Y, Z), которые далее будем называть геопространственными данными. Эти данные являются основой для определения пространственного положения объектов.

Современные геоинформационные системы и системы проектирования позволяют создавать, хранить, анализировать, перерабатывать и предоставлять потребителю пространственную информацию, а программы для трехмерного моделирования дают возможность трехмерной визуализации объектов по геопространственным данным. Анализируя возможности современных ГИС и систем проектирования, можно сделать вывод о том, что среди программных продуктов, существующих на российском рынке, нет такого программного комплекса, который позволял бы комплексно подходить к решению задачи определения пространственно-временных состояний (ПВС) объектов по геопространственным данным, а программы трехмерного моделирования не решают в полной мере задачу визуализации изменения ПВС объектов. Поэтому для определения пространственно-временного состояния объектов и контроля их изменения необходимо применение методов математического моделирования. В совокупности с современными программными продуктами методы математического моделирования дают возможность выполнять комплексную оценку пространственно-временного состояния объектов, прогнозировать его изменение, выполнять на основе геопространственных данных визуализацию опасных процессов, принимать оперативные управленческие решения в чрезвычайных ситуациях [1].

Математическая модель, построенная на основе точек с координатами $X(t), Y(t), Z(t)$, позволяет определить пространственно-временное состояние (ПВС) объекта, но из-за высокой технологической сложности некоторых объектов требуется комплексная оценка их пространственно-временного состояния, предполагающая анализ, прогнозирование ПВС, интерпретацию полученных результатов [2–4].

В настоящее время основным инструментом, который применяется в большинстве программного обеспечения для решения сложных инженерных задач и моделирования являются численные методы. Они позволяют свести решение к выполнению конечного числа арифметических действий, при этом результаты получают в виде числовых значений с некоторой заданной точностью [5–8].

Количество численных методов, разработанных к настоящему времени, огромно. Одни обладают большей общностью, другие имеют весьма специальное назначение и используются для узкого круга физических задач. При этом

у начинающих инженеров часто возникают трудности выбора конкретного метода для решения поставленной задачи, и они нуждаются в информации, позволяющей выбрать оптимальный численный метод [9].

Оценивая тот или иной численный метод, основное внимание необходимо уделять таким качествам, как универсальность, точность аппроксимации, простота алгоритма, объем вычислений и т. п. Для проведения практических расчетов нужно выбирать достаточно надежные методы, обладающие хорошей сходимостью и опробованные на большом количестве разнообразных задач [10, 11].

Исходя из вышесказанного, можно сделать предположение, что необходима классификация техногенных объектов, с помощью которой пользователь предлагаемой методики смог бы выбрать оптимальный численный метод (таблица). Техногенные объекты можно классифицировать по признаку геометрической сложности на:

- линейные – вытянутые преимущественно в одном измерении;
- площадные – невысокие объекты, растянутые в двух измерениях;
- комплексные – объекты с нестандартной геометрической формой, либо технологически или конструктивно сложные.

Таблица

Пример выбора математического метода по типу объекта

Тип объекта	Программные комплексы	Математические методы
Линейные объекты	AutoCAD Civil 3D	Аппроксимация геометрическими фигурами: цилиндром, усеченным конусом, вытянутым параллелепипедом
Площадные объекты	AutoCAD Structural Detailing, Bentley Microstation, Autodesk Building Systems, ArchiCAD	Применение методов конечных разностей и конечных элементов в зависимости от сложности объекта. Конечными элементами могут быть как двухмерные фигуры, так и многогранники
Комплексные объекты	Autodesk Revit, Bentley AutoPlant	Применение метода декомпозиции для упрощения сложно структурированных объектов на более простые блоки с дальнейшим выбором подходящего численного метода

Пространственно-временное состояние любого объекта характеризуется формой, размерами и ориентацией в пространстве. Изменение формы и размеров, как правило, сопряжено с интегральными или дифференциальными деформациями, а изменение ориентации – с поступательным и/или вращательным движением вокруг вертикальной или горизонтальной оси. В связи с этим в работе предлагается следующий алгоритм методики определения пространственно-временного состояния техногенных объектов:

- выбор метода сбора геопространственных данных об объекте в зависимости от требуемой точности;
- построение массива (облака) геопространственных данных;
- выбор оптимального метода для построения математической модели в зависимости от геометрической сложности исследуемого объекта;
- построение математической модели объекта;
- определение интегральных и дифференциальных деформаций, по изменению формы, размеров и геометрических параметров модели объекта;
- определение изменения положения модели объекта в пространстве (выявление поступательного и вращательного движений);
- анализ полученной информации для определения изменения ПВС объекта.

Приведенная методика является комплексной для определения геометрического положения и геометрических параметров объекта и характеризует его пространственно-временное состояние, которое может меняться в зависимости от воздействия каких-либо внешних или внутренних факторов. Данная методика может применяться не только для техногенных объектов, но и для технических систем любой сложности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яковлев Д. А. Задачи визуализации результатов мониторинга пространственно-временных состояний техногенных объектов по геопространственным данным средствами ГИС // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 2. – С. 183–187.
2. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г., Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам и оценка техногенного риска методом экспоненциального сглаживания // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 47–58.
3. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем // Материалы V Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные вопросы строительства». – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2012. – Т. 2. – С. 100–105.
4. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 3. – С. 26–31.
5. Бугакова Т. Ю., Борисов Д. А., Яковлев Д. А. Программная реализация метода Делоне для определения формы и размеров техногенных объектов по геопространственным данным // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 15–19.
6. Бугакова Т. Ю., Борисов Д. А. Модель определения пространственно-временного состояния техногенных систем методами по данным геодезических наблюдений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : 6-я Междунар. конф. «Раннее предупреждение и управление в кризисных ситуациях в эпоху "Больших данных"» : сб. материалов (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – С. 56–62.
7. Бугакова Т. Ю., Борисов Д. А. Разработка методики определения пространственно-временного состояния техногенных объектов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 246–250.

8. Бугакова Т. Ю., Борисов Д. А. Определение ориентации техногенных объектов в пространстве по геодезическим данным // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 1. – С. 159–163.
9. Мокрова Н. В. Основы численных методов : учеб. пособие. – М. : Изд-во Моск. гос. ун-та инженерной экологии, 2006. – 90 с.
10. Фаддеев М. А., Марков К. А. Численные методы : учеб. пособие. – Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского, 2010. – 158 с.
11. Вовк И. Г. Моделирование в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 69–75.

© Д. А. Борисов, 2017

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО РЕАГИРОВАНИЯ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА

Алексей Викторович Дубровский

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, зав. научно-производственным центром «Дигитайзер», тел. (383)361-01-09, e-mail: avd5@ssga.ru

Вячеслав Николаевич Никитин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, тел. (383)361-01-09, e-mail: vslav.nikitin@gmail.com

Олеся Игоревна Малыгина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (383)361-01-09, e-mail: 131379@mail.ru

В статье рассматриваются три сценария развития чрезвычайных ситуаций на территории города Новосибирска: катастрофическое наводнение в результате аварии на Новосибирском гидроузле, сезонный паводок и подтопление части городской территории, а также аварии на химически опасных промышленных предприятиях, с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ. Выполнены специальные расчеты и подготовлено картографическое и специализированное геоинформационное программное обеспечение для оперативного реагирования при возникновении перечисленных выше чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: геоинформационное обеспечение, чрезвычайные ситуации, паводок, наводнение, химическая авария, цифровой картографический материал.

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF SYSTEM OF RAPID RESPONSE AT EMERGENCE OF EMERGENCY SITUATIONS IN THE TERRITORY OF THE CITY OF NOVOSIBIRSK

Alexey V. Dubrovsky

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Cadastre and Territorial Planning, tel. (383)361-01-09, e-mail: avd5@ssga.ru

Vyacheslav N. Nikitin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., tel. (913)712-37-50, e-mail: vslav.nikitin@gmail.com

Olesya I. Malygina

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Senior lecturer, Department of Cadastre and Territorial Planning, tel. (383)361-01-09, e-mail: 131379@mail.ru.

The article considers three scenarios for the development of emergency situations: catastrophic flooding as a result of the accident at the Novosibirsk hydroelectric complex, seasonal flooding and flooding of part of the city territory, as well as accidents at chemically hazardous industrial enterprises. Special calculations have been made and cartographic support has been prepared for prompt response in the event of an emergency.

Key words: geoinformation support, emergency situations, flood, flood, chemical accident, digital cartographic material.

Представленные в статье результаты научных исследований были получены благодаря финансовой поддержки Правительства Новосибирской области выделенной в виде гранта по теме «Разработка программного обеспечения системы оперативного реагирования и оповещения при возникновении чрезвычайных ситуаций на территории города Новосибирска».

Задачи прогнозирования, моделирования, предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций являются наиболее актуальными с позиций обеспечения безопасного проживания населения на территории населенных пунктов. Геоинформационные технологии дают мощный инструмент для изучения пространственных взаимосвязей между объектами реального мира и позволяют проводить анализ и моделирование сложных процессов в географической, геологической и космических средах, влияющих на человека. Рост числа техногенных аварий, природные катастрофические события и явления говорят о необходимости создания автоматизированных средств для оперативного реагирования и оповещения населения при возникновении чрезвычайной ситуации.

Масштаб решаемых с помощью геоинформационных систем задач в области моделирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций (ЧС) огромен. В качестве примеров можно привести решенные специалистами СГУГиТ задачи обеспечения кризисного центра концерна «Росэнергоатом» геоинформационной системой для эвакуации населения города при АЭС; задачи разработки системы противопаводковых мероприятий для предотвращения затопления пойменной зоны территории Советского и Первомайского районов города Новосибирска; задачи создания картографического обеспечения на территорию населенных пунктов в зоне паводка на территории Новосибирской области и уточнения зон затопления и др. [1–4].

Для Новосибирской области и города Новосибирска задача разработки и внедрения системы оперативного реагирования и оповещения при возникновении чрезвычайной ситуации является стратегической, так как высокая концентрация населения на 30 % городской территории требует применения современных высокоэффективных и оперативных средств обеспечения безопасности. Совместное представление прогнозных моделей с реальными данными, характеризующими геопространство чрезвычайной ситуации, с точностью от 1 см до нескольких метров в зависимости от характера и локализации чрезвычайной ситуации позволит обеспечить все этапы работ, связанные с предотвращением или ликвидацией последствий, достоверной, оперативной информацией.

На территории города Новосибирска особую опасность представляют три сценария развития чрезвычайных ситуаций: катастрофическое наводнение в результате аварии на Новосибирском гидроузле, сезонного паводка и подтопления части городской территории, а также аварии на химически опасных промышленных предприятиях [5].

Для реализации проекта геоинформационного обеспечения оперативного реагирования и оповещения при катастрофическом наводнении в результате чрезвычайной ситуации на Новосибирском гидроузле выполнен сбор картографических данных на территорию города Новосибирска: цифрового адресного плана города, цифровой модели рельефа масштаба 1 : 2 000 (на пойменную зону реки Обь в черте города) и масштаба 1 : 10 000 (на всю территорию города), цифровая модель распределения населения на территории города. Цифровые картографические материалы показаны на рис. 1.

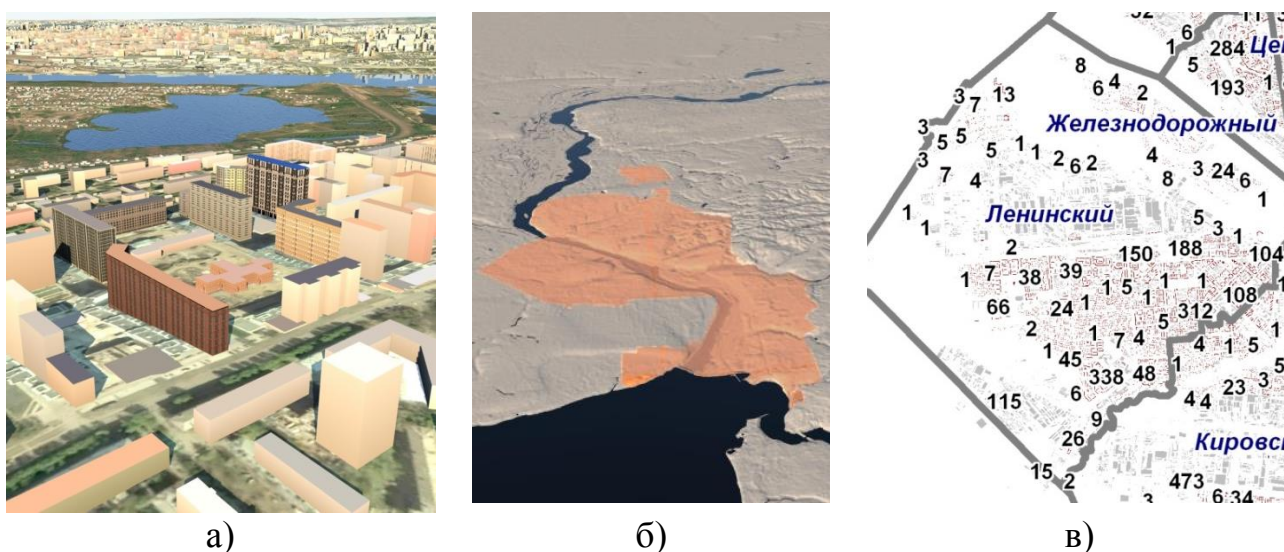


Рис. 1. Цифровые картографические материалы для моделирования и анализа последствий чрезвычайных ситуаций:

- а) цифровой трехмерный адресный план города;
- б) цифровая модель рельефа;
- в) цифровая модель распределения населения на территории города

Для выполнения специальных расчетов выполнен сбор исходной статистической информации о территории города Новосибирска (информация была предоставлена Единой дежурной диспетчерской службой Новосибирска) [2]:

- по потенциально опасным объектам на территории города Новосибирска;
- получены данные о численности жителей и их количественном распределении по жилому фонду города Новосибирска;

По результатам обработки и геокодирования статистических данных получены следующие карты:

- цифровая карта расположения потенциально опасных объектов на территории города Новосибирска;

– цифровая компьютерная модель распределение жителей на территории города Новосибирска;

– цифровая компьютерная модель распределения школ и больниц на территории города Новосибирска, включающая телефонную базу данных.

Выполнен сбор и анализ данных о паводковой обстановке на территории города Новосибирска (информация получена от Верхне-Обского бассейнового управления). Составлена модель сброса воды Новосибирской ГЭС и ее влияние на изменение уровня реки Обь в нижнем бьефе.

Моделирование выполнялось с использованием специализированных программных продуктов, позволяющих выполнять интерполяцию отметок высоты рельефа и производить расчеты зон затопления по заданным уровням.

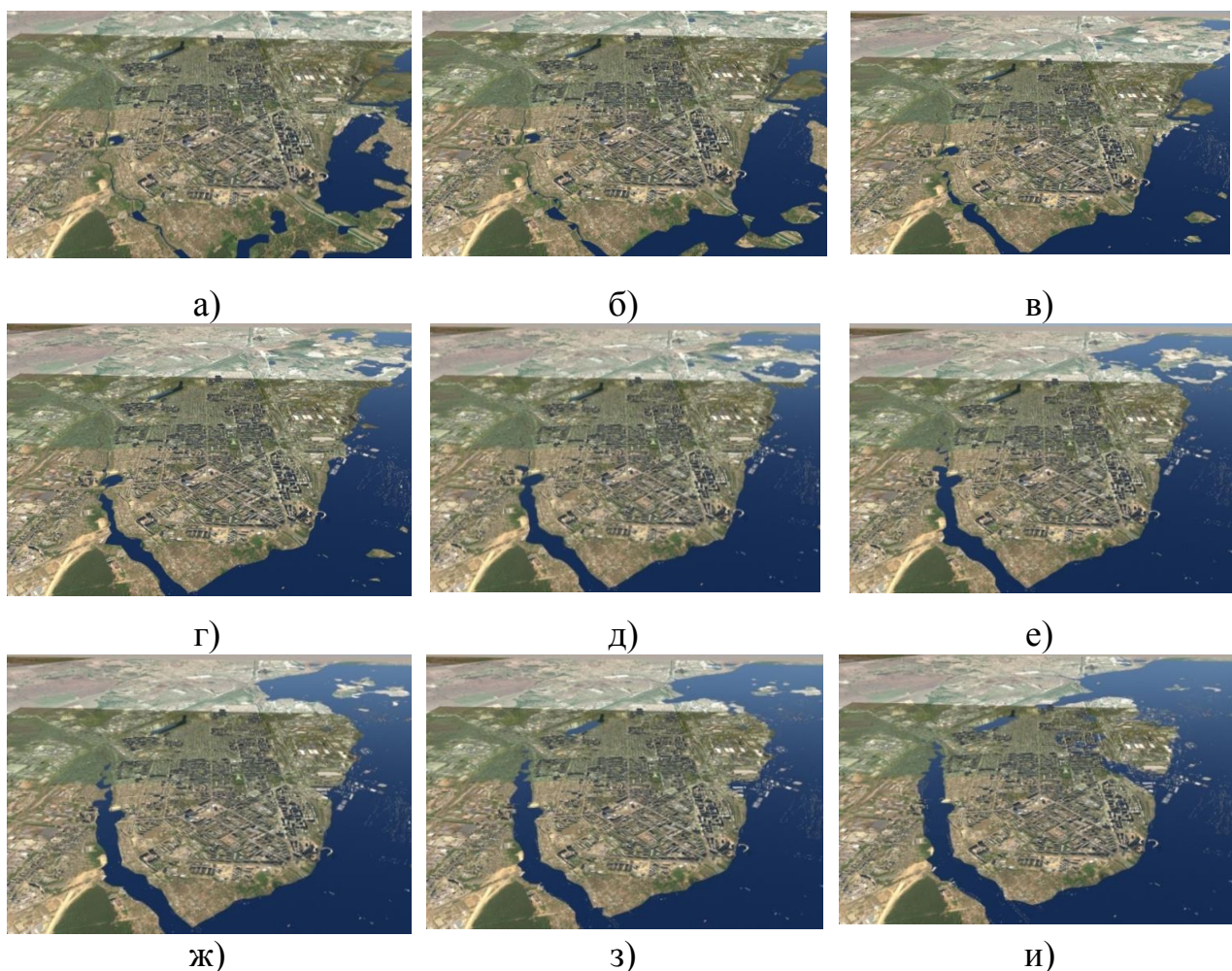


Рис. 2. Геоинформационное обеспечение моделирования зоны затопления территории Ленинского района Новосибирска при различных уровнях воды:

- а) затопление по отметке X;
- б) затопление по отметке X метров + 1 метр;
- в) затопление по отметке X метров +2 метра;
- г) затопление по отметке X метров +3 метра;
- д) затопление по отметке X метров +4 метра;
- е) затопление по отметке X метров +5 метров;
- ж) затопление по отметке X метров +6 метров;
- з) затопление по отметке X метров +7 метров;
- и) затопление по отметке X метров +8 метров

При моделировании последствий наводнения в результате аварии на Новосибирском гидроузле были составлены подробные планы зон затопления на территорию города Новосибирска, а также детальный план на территорию Ленинского района, который по прогнозам больше всего пострадает от чрезвычайной ситуации.

При моделировании сезонного паводка и подтопления территории города Новосибирска, произведены расчеты и получены данные об уровнях затопления территории города при различных значениях сброса воды с Новосибирского гидроузла.

Для моделирования и анализа последствий химических аварий на территории города было разработано специализированное геоинформационное программное обеспечение (ГПО). ГПО позволяет определять границы распространения чрезвычайной ситуации, количество зданий и сооружений в зоне чрезвычайной ситуации, количество населения, попадающего в зону влияния чрезвычайной ситуации. Для расчета можно задавать следующие параметры: тип сильнотоксичного ядовитого вещества, объем выброса, толщину слоя выброса (для жидких отравляющих веществ), направление и силу ветра, температуру. Программа определяет зону загрязнения относительно любой исходной точки заданной пользователем. Интерфейс работы программы показан на рис. 3.

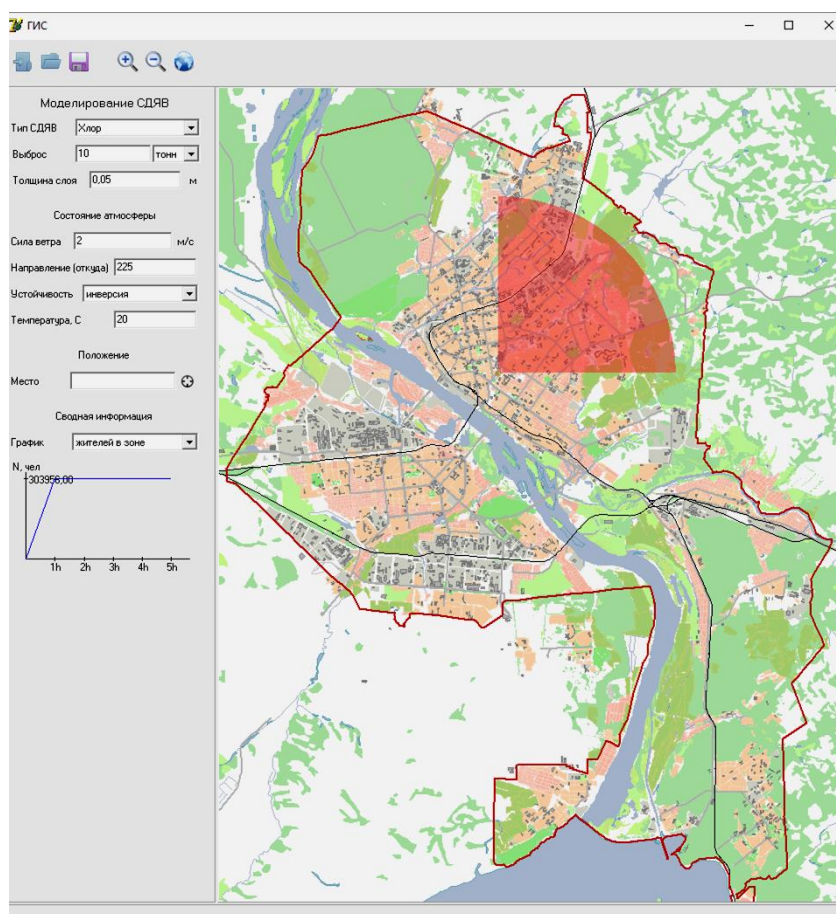


Рис. 3. Специализированное геоинформационное программное обеспечение для расчета зоны загрязнения при химической аварии

В качестве математического аппарата для расчета модели загрязнения были использованы известные формулы, приведенные в «Методике прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» [6].

Таким образом, представленные результаты научно-исследовательской работы формируют геоинформационное обеспечение процессов моделирования, прогнозирования и разработки планов предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П., Дубровский А. В., Ким Э. Л. Анализ природных и техногенных особенностей геопространства чрезвычайной ситуации // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 3. – С. 171–177.

2. Дубровский А. В., Иванов А. Е., Никитин В. Н. Структура программного обеспечения оперативного реагирования и оповещения при возникновении чрезвычайных ситуаций // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : 7-я Междунар. конф. «Раннее предупреждение и управление в кризисных ситуациях в эпоху "Больших данных"» : сб. материалов (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – С. 38–44.

3. Дубровский А. В., Малыгина О. И. Геодизайн – новое направление геоинформационного проектирования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 2. – С. 40–45.

4. Дубровский А. В., Мишустина Я. К. Опыт подготовки картографического обеспечения системы мониторинга паводковой обстановки на территории сельских населенных пунктов Новосибирской области // Информационные технологии, системы и приборы в АПК.: материалы 6-й Международной научно-практической конференции «АГРОИНФО-2015 (Новосибирск, 22–23 октября 2015 г.) / Сибирский физико-технический институт аграрных проблем. – Новосибирск, 2015. Ч. 1. – С. 405–409.

5. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера : Федеральный закон от 21.12.1994 № 68 // Российская газета. – 1994. – 24 дек. (№ 250).

6. Методике прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. РД 52.04.253-90. – М. : ГосСтандарт, 1991. – 13 с.

© А. В. Дубровский, В. Н. Никитин, О. И. Малыгина, 2017

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИСТОЧНИКОВ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЯДЕРНОГО ПОЛИГОНА

Юлия Юрьевна Яковенко

Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК, 071100, Казахстан, ВКО, г. Курчатов, ул. Красноармейская, 2, начальник лаборатории геоинформационных технологий, тел. (72251)2-58-63, e-mail: Yakovenko_Yu@nnc.kz

Валерий Николаевич Монаенко

Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК, 071100, Казахстан, ВКО, г. Курчатов, ул. Красноармейская, 2, начальник группы анализа и моделирования объектов окружающей среды, тел. (72251)2-58-63, e-mail: Monaenko@nnc.kz

Мария Толеухановна Абишева

Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК, 071100, Казахстан, ВКО, г. Курчатов, ул. Красноармейская, 2, инженер лаборатории геоинформационных технологий, тел. (72251)2-58-63, e-mail: Abisheva@nnc.kz

В статье рассмотрен пример решения проблемы идентификации самих источников радиоактивного загрязнения природных экосистем, их эпицентров и направления движения радиоактивных выпадений (следов), а также степень их надежности. Эта задача является одним из актуальных вопросов радиоэкологии и в качестве решения предложена последовательность этапов проведения работ с учетом особенностей объекта исследований.

Ключевые слова: алгоритм, карта-схема, радиоэкология, эпицентр, ядерные испытания.

GEOINFORMATION OF IDENTIFICATION OF SOURCES OF RADIOACTIVE POLLUTION ON THE EXAMPLE OF THE SEMIPALATINSK NUCLEAR TEST SITE

Yuliya Yu. Yakovenko

Branch «Institute of Radiation Safety and Ecology» of the Republican State Enterprise «National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan», 071100, Kazakhstan, East Kazakhstan Oblast, Kurchatov, 2 Krasnoarmeiskaya St., Head of the Laboratory of Geoinformation Technologies, tel. (72251)2-58-63, e-mail: Yakovenko_Yu@nnc.kz

Valery N. Monayenko

Branch «Institute of Radiation Safety and Ecology» of the Republican State Enterprise «National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan», 071100, Kazakhstan, East Kazakhstan Oblast, Kurchatov, 2 Krasnoarmeiskaya St., Head of Environmental Analysis and Modeling Group, tel. (72251)2-58-63, e-mail: Monaenko@nnc.kz

Mariya T. Abisheva

Branch «Institute of Radiation Safety and Ecology» of the Republican State Enterprise «National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan», 071100, Kazakhstan, East Kazakhstan Oblast, Kurchatov, 2 Krasnoarmeiskaya St., Engineer of the Laboratory of Geoinformation Technologies, tel. (72251)2-58-63, e-mail: Abisheva@nnc.kz

The article considers an example of solving the problem of identifying the sources of radioactive contamination of natural ecosystems, their epicenters and the direction of radioactive fallout (traces) movement, and also the degree of their reliability. This task is one of the topical issues of radioecology, and as a solution, a sequence of work stages is proposed, taking into account the features of the research object.

Key words: algorithm, map-scheme, radioecology, epicenter, nuclear tests.

В настоящее время экосистемы как во всем мире, в целом, так и в Западной Сибири, в частности, подвержены одновременному воздействию разных источников радиоактивного загрязнения (глобальные выпадения, штатные и аварийные выбросы радиоактивных веществ с предприятий ядерного топливного цикла, мирные ядерные взрывы и т. д.). Поэтому, одним из вопросов радиоэкологии является проблема идентификации самих источников радиоактивного загрязнения природных экосистем, их эпицентров и определение направления движения радиоактивных облаков (следов).

В течение многих лет массовым источником радиоактивного загрязнения биосферы были регулярные испытания ядерного оружия в разных регионах земного шара. Только за период с 1945 по 1980 гг. проведено свыше 1200 атомных взрывов, из которых около половины – в атмосфере. В момент ядерного взрыва все радиоактивные продукты находятся в атомном состоянии. По мере охлаждения облака взрыва тугоплавкие материалы оболочки бомбы конденсируются и во взвешенном состоянии переносятся на огромные расстояния [1].

Задачу идентификации источников радиоактивного загрязнения можно решить с помощью метода изотопных соотношений. Такие характеристики, как отношения стронция-90 к цезию-137, плутония-239+240 к америцию-241, плутония-240 к плутонию-239 и ряд других являются константами как для глобальных выпадений радиоактивных веществ при испытании ядерного оружия, так и при работе конкретных предприятий ядерного топливного цикла. Сравнительный анализ этих соотношений и позволяет провести идентификацию самих источников радиоактивного загрязнения экосистем.

Бывший Семипалатинский испытательный ядерный полигон (СИЯП) являлся одним из крупнейших полигонов мира для испытания ядерного оружия. Первой испытательной площадкой СИЯП была площадка «Опытное поле», которая предназначалась для проведения атмосферных (наземных и воздушных) ядерных испытаний (ЯИ). По литературным источникам известно, что на испытательной площадке «Опытное поле» было проведено 31 наземных испытаний, из них в 5 случаях ядерное устройство не сработало, и 86 воздушных ядерных испытаний [2]. Важным обстоятельством является то, что даже в непосредственно прилегающих к СИЯП районах радиационная обстановка от наземных ядерных взрывов определилась 11 из них, поскольку остальные 15 были проведены в режиме максимального осаждения продуктов ядерного взрыва в пределах территории полигона.

Для оценки доз облучения населения важно правильно определить испытания, после проведения которых радиоактивные облака могли достичь, напри-

мер, территории Западной Сибири. Поскольку распространение облаков ядерных взрывов подчиняется законам перемещения воздушных масс в атмосфере, то решение данной задачи сводится к определению ядерных испытаний, при проведении которых траектории перемещения радиоактивных частиц в воздухе могли проходить через данную территорию. Для установления направлений следов ядерных испытаний и, как следствие, установления даты проведения ядерных испытаний было решено рассчитать координаты эпицентров ядерных испытаний.

В районе эпицентров наземных ядерных испытаний, в основном, образовались воронки диаметром десятки метров с выраженным навалом грунта и шлака. В некоторых местах проведения наземных испытаний воронки и другие следы ядерного взрыва отсутствуют, это возможно обусловлено испытанием зарядов малой мощности на высоких башнях, а также в случае проведения ремедиации (рекультивационных работ), когда выброшенный грунт был сдвинут обратно в воронку и эпицентральный участок отсыпан чистым грунтом.

Помимо воронки, основным подтверждением обнаружения эпицентра является наличие радиоактивного загрязнения, в нашем случае, продуктами нейтронной активации, по которым можно определить точные координаты эпицентра ЯИ. Для этих целей было предложено вычислить его математическим способом, для чего необходимо знать текущую радиационную обстановку на обследуемой территории.

Соответственно, для оценки радиоактивного загрязнения местности и оценки радиационной обстановки на СИЯП в целом, на площадке «Опытное поле» была проведена крупномасштабная пешеходная гамма-спектрометрическая съемка, которая дает возможность без отбора большого количества проб и их анализа дать общую оценку площадного распределения радионуклидов на обследуемой территории.

Алгоритм расчета географических координат эпицентра радиоактивного загрязнения. При анализе результатов крупномасштабной пешеходной гамма-спектрометрической съемки (Цезий-137, Америций-241, Европий-152) для расчетов выбран Европий-152 как наиболее долгоживущий радионуклид, образованный вследствие нейтронной активации, и образует четкий контур загрязнения, переносу подвержены лишь мелкие частицы ($< 0,1$ мм), что будет ярко выражено лишь в случаях с выбросом грунта.

Для реализации алгоритма вычисления географических координат эпицентра испытаний в районе обследуемого участка предварительно делается выборка точек пешеходной гамма-спектрометрической съемки на основе которой будет вычисляться эпицентр (основная выборка). При формировании выборки необходимо учесть тот фактор, что в районе предполагаемого эпицентра, обычно имеется явно выраженная техногенная нарушенность почвенного покрова, соответственно точки пешеходной гамма-съемки, попадающие на эту территорию необходимо исключить из выборки, т. к. конечный результат расчета географических координат эпицентра будет искажен. В качестве выборки эпицентральной зоны (вспомогательная выборка), где будет определяться эпицентр

ЯИ, а также для удобства обработки делается выборка точек пешеходной гамма-спектрометрической съемки в $1/3$ радиуса от всего «очага» активности европия-152 (рис. 1).

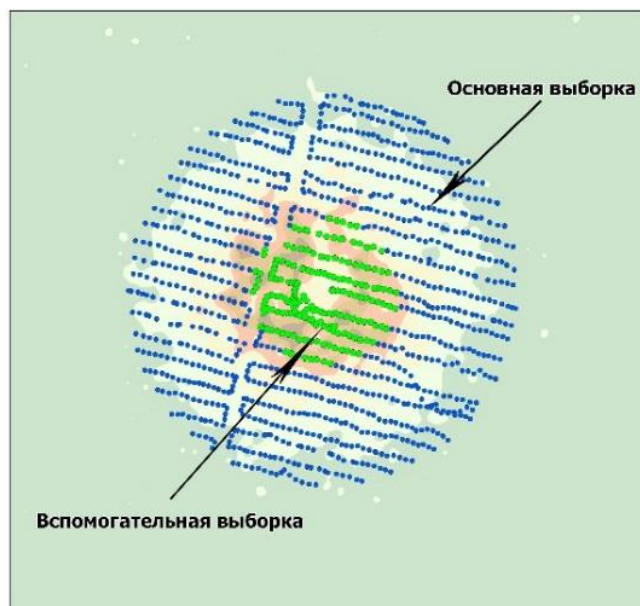


Рис. 1. Общая схема выборки точек пешеходной гамма-съемки

Для вычисления эпицентра испытаний предварительно указывается ограничивающий диапазон активности радионуклида (изолиния). Изолиния – условное обозначение на карте, представляющее собой линию, в каждой точке которой измеряемая величина сохраняет одинаковое значение. Для удобства в получении диапазонов изолиний, можно значение от минимума до максимума разделить на 10 равных частей, получим 10 ограничивающих диапазонов изолиний [3].

Операции по расчету эпицентра выполняются для каждой предварительно указанной изолинии, соответственно для каждой из них будет получена своя точка предполагаемого эпицентра. Математический расчет включает в себя несколько этапов:

- определение среднего расстояния между всеми точками из основной выборки относительно выбранной точки из вспомогательной выборки (выполняется для всех точек из вспомогательной выборки);
- определение разницы со средним расстоянием всех точек относительно каждой точки из вспомогательной выборки;
- определение средней разницы. Точка с минимальной разницей будет являться точкой предполагаемого эпицентра выбранной изолинии.

По результатам вычисленных центров всех указанных изолиний определяется среднее арифметическое, и в итоге будет получена одна точка, которая будет являться предполагаемым эпицентром.

Для программной реализации метода поиска эпицентра ЯИ, была разработана блок-схема, которая отражает все основные блоки (операции), которые будут выполняются в ходе выполнения алгоритма поиска эпицентра (рис. 2).

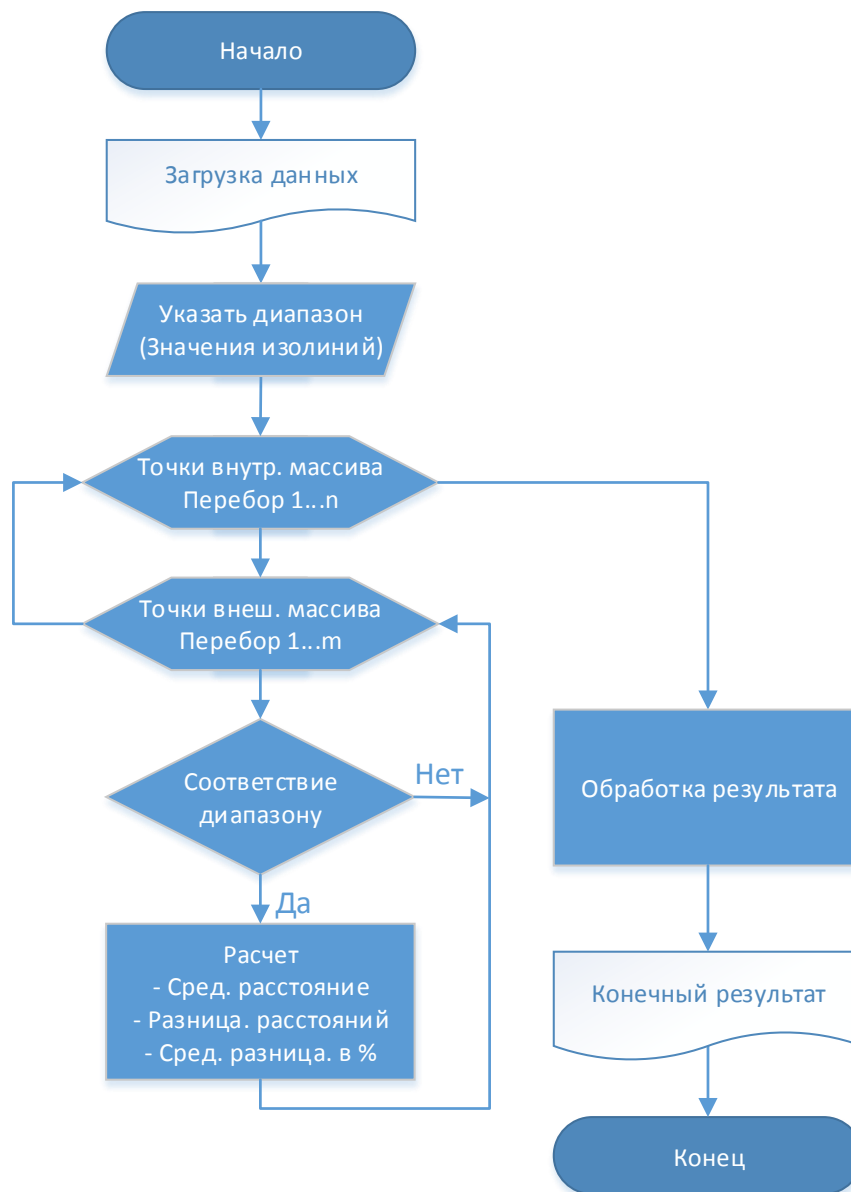


Рис. 2. Блок-схема алгоритма поиска эпицентра

Для визуализации результатов поиска эпицентра был использован программный комплекс ArcGis for Desktop (платформа ГИС), в котором результат был совмещен с космическим снимком и картой-схемой площадного распределения радионуклида с 70% прозрачностью, где четко видно, что результат работы алгоритма совпал с расположением воронки с минимальной погрешностью (~ 2 метра), соответственно это доказывает, что алгоритм поиска эпицентра работает верно (рис. 3).

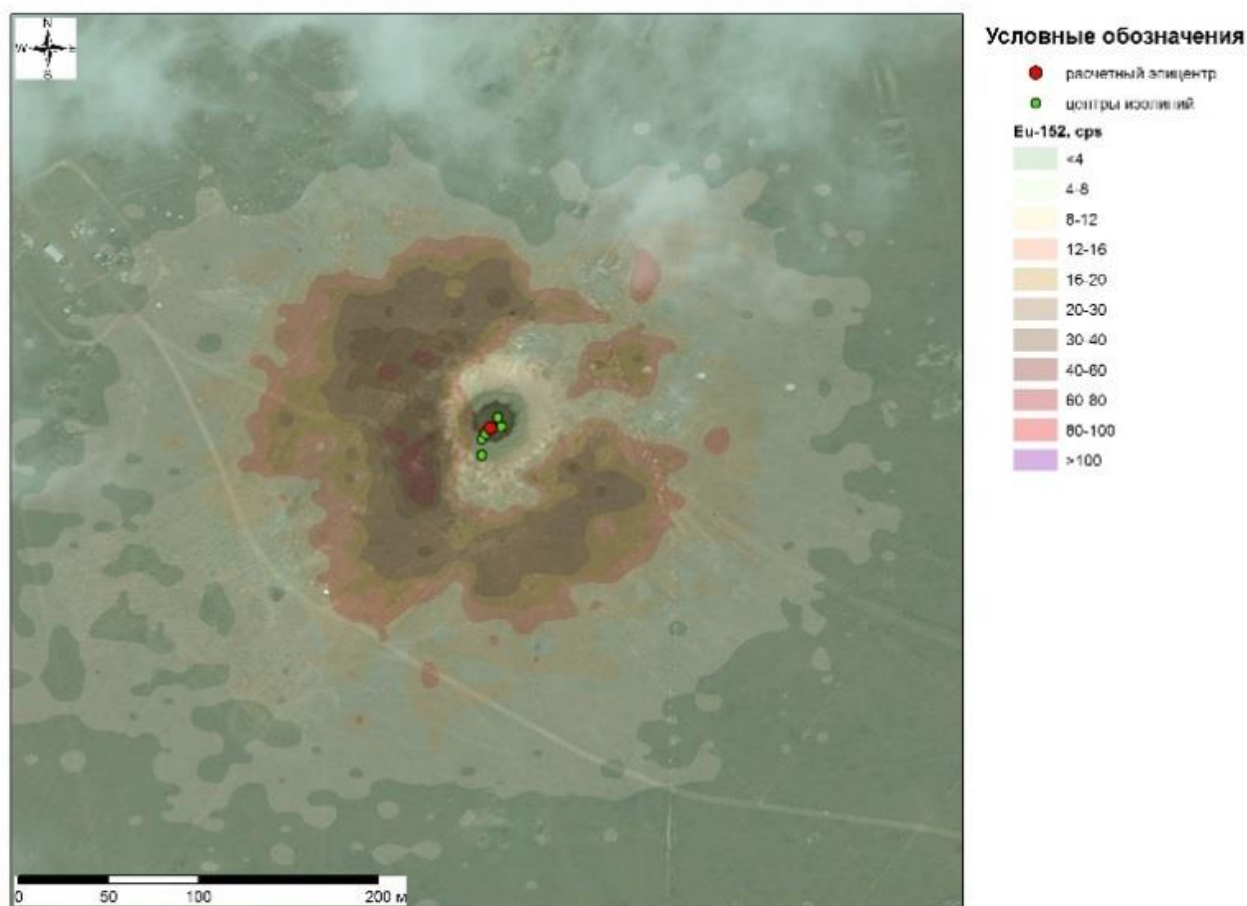


Рис. 3. Результат работы поиска эпицентра

Алгоритм расчета направления следов наземных ядерных испытаний. Для нанесения азимутов направления движения радиоактивных облаков используем направление магнитного меридиана на момент проведения первого ядерного испытания. На момент подготовки площадки «Опытное поле» к первому испытанию отклонение магнитной меридиана от линии сетки составляло $6^{\circ}46'$. Поэтому направления всех следов будут повернуты по часовой стрелке на указанный угол. Это позволит внести коррективы только в направления следов испытаний, проведенных на площадке П-1.

Для того чтобы внести поправки во все остальные направления, необходимо определить места пересечения азимутов направлений движения радиоактивных облаков, исходящих из эпицентра первого ядерного испытания на площадке П-1, указанных в таблице, с границей Опытного поля. Затем соединить местоположение эпицентров ядерных испытаний, вычисленных с помощью описанного ранее алгоритма, а также результатов гамма-спектрометрической съемки с местами выхода радиоактивных облаков за пределы Опытного поля [4].

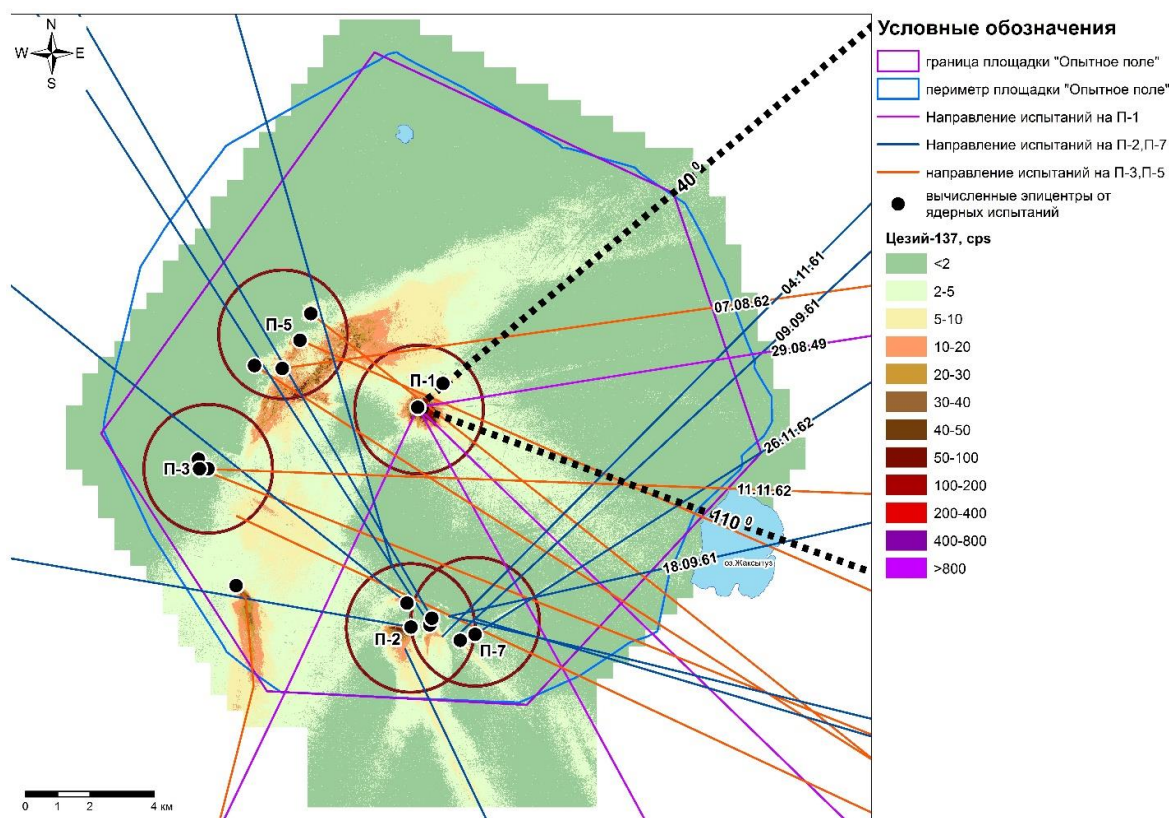


Рис. 4. Следы ядерных испытаний

Из полученных результатов, следует, что над территорией Западной Сибири могли пройти радиоактивные облака 7 взрывов (рис. 4). Однако, такие взрывы на больших расстояниях (400 км и более) от Опытного поля не могут привести к образованию локальных следов радиоактивного загрязнения, а значит, к облучению населения в дозах, приводящих к появлению каких-либо детерминистских биологических эффектов [5].

Выводы

Используя такой подход удалось с высокой степенью надежности установить местоположение большинства эпицентров наземных ядерных испытаний, а также идентифицировать следы радиоактивных выпадений.

Тестирование данного подхода было выполнено на объекте с заранее известным эпицентром ЯИ, результат расчета эпицентра совпал с расположением воронки и направлением следа, соответственно, алгоритм имеет высокую точность и эффективность в вычислении эпицентров, зная радиационную обстановку на местности, например, полученную при проведении пешеходной гамма-спектрометрической съемки.

Таким образом, алгоритм поиска эпицентра применим не только для поиска эпицентра ЯИ, но и для вычисления эпицентра любых других источников радиоактивного загрязнения, а значит имеет большие перспективы использования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлов Д. С., Садовникова Л. К., Лазановская И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении : учеб. пособие для вузов. – М. : Высшая школа, 2002. – 334 с.
2. Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана. Вып. 5. Оптимизация исследований территорий Семипалатинского испытательного полигона с целью их передачи в хозяйственный оборот / под рук. С.Н. Лукашенко. – Павлодар : Дом печати, 2015. – С. 11–31.
3. Применение геоинформационных технологий при составлении карт-схем для мониторинга и оценки радиационной обстановки на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне / Г. А. Уставич, Л. К. Зятькова, Я. Г. Пошивайло, Ю. Ю. Яковенко // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 200–207.
4. Стрильчук Ю. Г. Идентификация эпицентров и следов наземных ядерных испытаний на опытном поле // VII Междунар. научно-практическая конф. «Семипалатинский испытательный полигон. Радиационное наследие и перспективы развития» : сб. тезисов докладов, Курчатов, 21–23 сентября 2016 г. – Курчатов, 2016. – Т. 1. – С. 88–90.
5. Логачев В. А. Влияния ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне на состояние здоровья населения Кемеровской и Новосибирской областей // Бюллетень центра общественной информации по атомной энергии. – 1996. – Спецвып. (март). – С. 10–12.

© Ю. Ю. Яковенко, В. Н. Монаенко, М. Т. Абишева, 2017

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-МОДЕЛИ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Мария Владимировна Карманова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант, тел. (913)087-70-01, e-mail: karmmv@yandex.ru

Сергей Юрьевич Гортман

Красноярский филиал ФКУ «Национальный центр управления в кризисных ситуациях» по космическому мониторингу, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок, 50, старший инженер отдела разработки специального программного обеспечения, тел. (923)377-42-34, e-mail: scan_s@inbox.ru

В статье приведены доводы в пользу использования ГИС-модели для прогнозирования возникновения природных пожаров и их последствий на примере территории Алтайского края.

Ключевые слова: ГИС-модель, чрезвычайная ситуация, природные пожары, космический мониторинг, геоинформационные системы, MODIS.

APPLICABILITY GIS-MODELS AREA FOR COMPLEX ANALYSIS OF CONDITIONS OF OCCURRENCE OF WILDFIRES ON THE EXAMPLE OF ALTAI TERRITORY

Maria V. Karmanova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., master student, tel. (913)087-70-01, e-mail: karmmv@yandex.ru

Sergey Yu. Hartman

National Crisis Management Centre, Krasnoyarsk Department, 660036, Russia, Krasnoyarsk, 50 Akademgorodok, bld 45, senior engineer of Department of development of special software, tel. (923)377-42-34, e-mail: scan_s@inbox.ru

The article presents the arguments in favor of the use of GIS models to predict the occurrence of wildfires and their consequences on the example of Altai territory.

Key words: GIS-model, emergency, wildfires, space monitoring, geographic information systems, MODIS.

Мероприятия, направленные на борьбу с природными пожарами можно разделить на две большие группы:

- 1) оперативные, предполагающие непосредственную ликвидацию возникших очагов;
- 2) превентивные, подразумевающие мониторинг, прогнозирование и предотвращение возникновения пожаров.

Логично предположить, что прогнозирование в значительной мере позволяет снизить риск возникновения пожаров. В настоящий момент существует

множество методик исследования и методов анализа чрезвычайных ситуаций (ЧС). Большую популярность получили математические модели, в частности модели возникновения и развития ЧС, модели поражающих воздействий, модели разрушений [1].

Построение прогнозных моделей начинается с анализа как можно большего числа факторов, влияющих на возникновение ЧС. В первую очередь нужно учитывать, что любая ЧС имеет пространственно-временные характеристики. Распространение огня напрямую зависит от географических и погодных условий [2]. Нередко причиной возгорания служит человеческая деятельность, что увеличивает число факторов, добавляя к природно-географическим еще и социально-экономические.

Сегодня отслеживать очаги возгорания позволяют различные системы дистанционного мониторинга пожаров, например, осуществляемое в рамках программы NASA EOS по спутниковому мониторингу Земли, за счет автоматизированной тематической классификации данных, поступающих со спектрорадиометра MODIS, установленного на спутниках Terra и Aqua [3].

С одной стороны, своевременное обнаружение пожаров позволяет подразделениям МЧС ликвидировать их до того момента, как небольшое возгорание перерастет в стихийное бедствие. С другой, в совокупности с рапортами и оперативными донесениями от подразделений по каждой термоточке, накапливается большой пласт статистической информации, включающей в себя как пространственные координатные данные, так и данные о характере местности, причине пожара, информация о собственнике и так далее [4]. Все это позволяет использовать ГИС-модель территории для анализа подобной информации.

Проиллюстрирую преимущества данного метода на примере территории Алтайского края. Для данного региона характерны два вида природных пожаров: лесные и степные (луговые). Если сравнить ущерб, принесенный лесным и степным пожаром, действовавшим на равных по размеру и схожих по строению рельефа территориях в одинаковых погодных условиях, и затраты на их ликвидацию, то очевидно, что лесной пожар более разрушителен и потребует больших материальных ресурсов для его тушения. Значит, если рассматривать единичный случай, на тушение лесных пожаров при планировании бюджета края следует закладывать большее количество денежных средств, а при проведении профилактических мероприятий большее внимание уделять снижению рисков возгораний в зоне лесных массивов.

Но, как показывает практика, степной или луговой пожар может быть не менее разрушительным. Во-первых, к такому виду относятся «неконтролируемые сельскохозяйственные палы». В засушливую погоду за короткий временной отрезок может выгореть несколько гектаров посевов культурных растений или пастбищ. Степные пожары несут угрозу и населению. Фронт степного пожара может достигать нескольких десятков километров ширины и распространяться со скоростью 7–11 м/с [5]. Безобидное, казалось бы, горение травы, может легко достигнуть ближайшего населенного пункта или того же лесного массива, перекинувшись на жилые строения и деревья. Для таких пожаров так

же характерно задымление, в котором сложно проводить эвакуацию, а самостоятельное преодоление фронта горения травы шириной в 2–3 метра для пешего может закончиться летальным исходом.

Важнейшим свойством ЧС является их случайный характер [1]. Для прогнозирования каждого из видов пожаров в Алтайском крае необходимо будет учесть множество факторов, но прежде всего стоит обратиться к уже имеющейся информации. На рис. 1 показана карта, где темным серым цветом отображены все участки земной поверхности, на которых в период с 2010 по 2016 год со спутников Terra и Aqua были зарегистрированы возгорания.

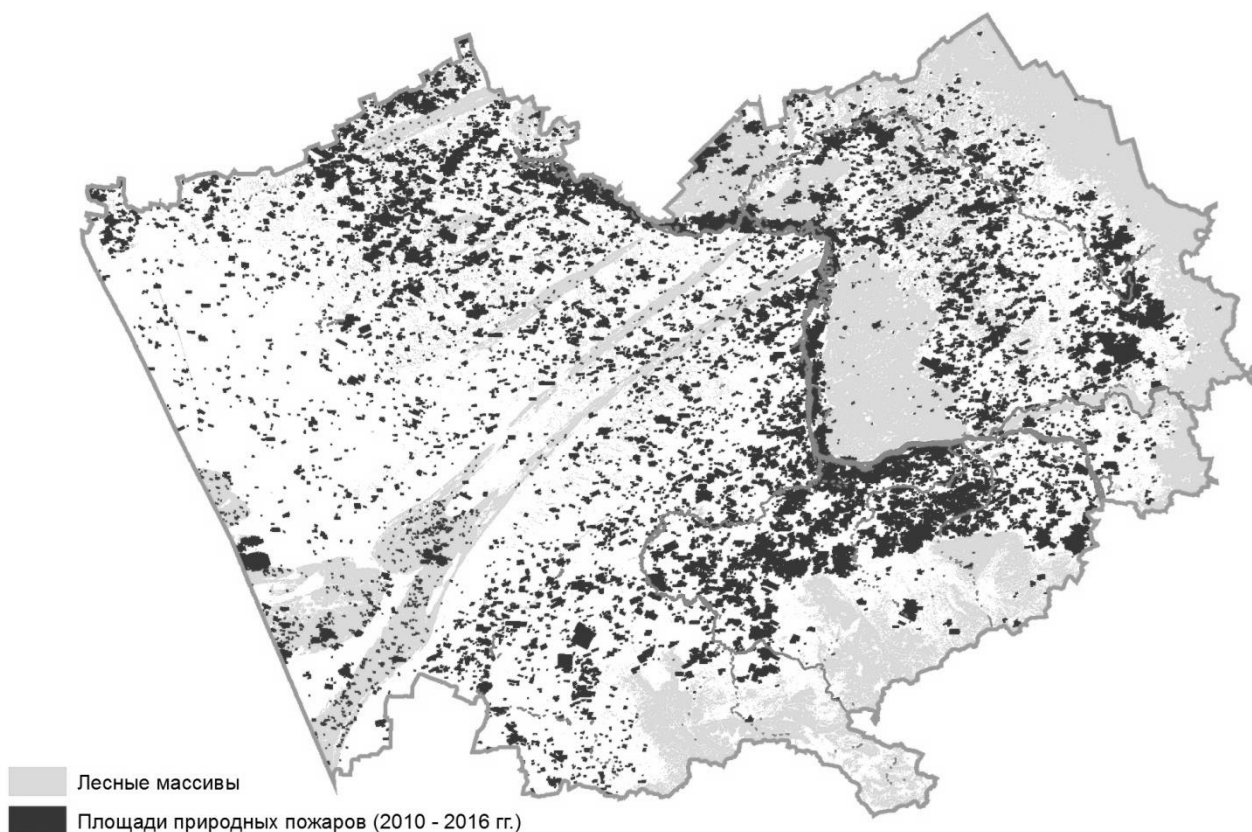


Рис. 1. Карта суммарного распределения площадей, пройденных природными пожарами в период с 2010 по 2016 годы на территории Алтайского края

Светлым серым цветом на схеме показаны леса Алтайского края. Даже визуально по карте можно определить, что за шесть лет наблюдений на территории лесных массивов было не так много возгораний, как на территории пахотных земель и в поймах рек. Если распределить информацию по термоточкам еще и по временным отрезкам, то можно увидеть, что множество пожаров возникает каждый год на одном и том же месте, порою примерно в одно и то же время года.

Как раз для решения подобных задач и нужна ГИС-модель территории. Разберем подробней механизм возникновения природного пожара. Существует

не так уж и много истинно природных причин возгораний. Если исключить вулканическую деятельность и самовозгорание торфа, то остаются сухие грозы. Соответственно львиная доля природных пожаров, как бы ни странно это звучало, вызваны прямой или косвенной деятельностью человека. Брошенный окурок, непотушенный костер, неосторожное обращение с огнем или наоборот спланированный поджог. Несмотря на то, что в России официально запрещен целенаправленный контролируемый отжиг прошлогодней травы на сельхозугодьях, отмечаются регулярные нарушения законодательства. Многолетние наблюдения показали, что количество термически активных точек, регистрируемых в один и тот же день в разные годы, может сильно различаться, но каждый раз пик активности совпадает с началом посевных работ для степных областей, март – май. Для лесных областей это ноябрь – декабрь, что связано с деятельностью лесничеств, которые дожидаются выпадения снега и производят сжигание порубочных остатков. То есть в обоих случаях наблюдаем человеческий фактор.

Если совместить с картографической основой ГИС-модели сведения о собственниках земель, кадастровое деление и расположение термоточек, то можно определить недобросовестного фермера, устраивающего палы травы, или главу поселения, допускающего многодневное горение травы вокруг населенного пункта. То есть исключить фактор случайности, и провести профилактические мероприятия.

Сравнение карты распределения площадей пожаров и карты рельефа дает представление о том, что большое число термоточек ежегодно отмечается в гористой местности (рис. 2). Наземная пожарная техника не всегда может оперативно прибыть на горящую сопку, в отсутствие дорог, и пожар может наблюдаться несколько дней, увеличивая площадь. Следовательно, можно предположить, что применяемые методы тушения и профилактики пожаров не эффективны или бесполезны в данной местности.

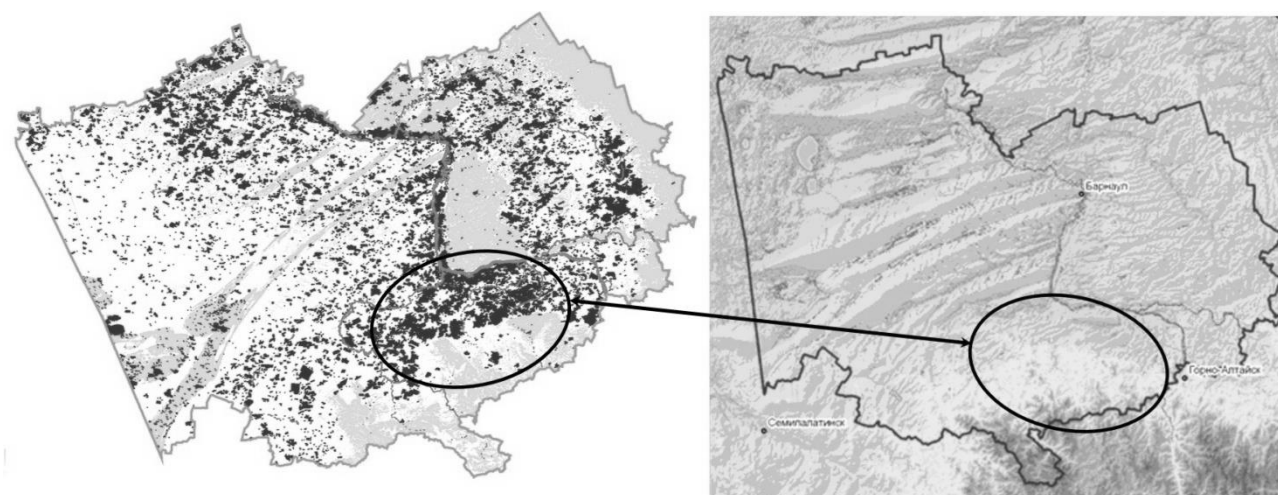


Рис. 2. Сравнение карты суммарного распределения площадей, пройденных природными пожарами, и карты рельефа территории Алтайского края

То же касается и заболоченных участков пойм рек. Повышенная влажность почвы и наличие воды не мешает сухому камышу в труднопроходимых местах гореть неделями, затухая на одном участке и разгораясь на другом. Поэтому в ГИС-модель необходимо добавить слои с данными, характерными для почвенных и гидрографических карт.

Стоит упомянуть возможность построения трехмерных моделей рельефа на основе информации, хранящейся в ГИС-модели, полученной при помощи геодезических измерений. Подобные трехмерные карты позволяют определять возможные препятствия на пути пожаров, дают наглядное представление о характере местности.

В отличие от бумажных тематических карт ГИС-модель может одновременно содержать в себе самые разнообразные пространственные данные, объединенные в тематические слои, а также быть связана с атрибутивной базой, что позволяет рассматривать ее как отличный инструмент для комплексного анализа условий возникновения природных пожаров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шаптала В. Г. Основы моделирования чрезвычайных ситуаций : учеб. пособие. – Белгород : Изд-во БГТУ, 2010. – 166 с.

2. Михайлов Л. А., Соломин В. П. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них : учебник для вузов / под ред. Л. А. Михайлова. – СПб. : Питер, 2008. – 235 с.

3. The MODIS fire products / C. O. Justicea, L. Gigliob, S. Korontzia et al. // Sensing of Environment. – 2002. – № 83. – P. 244–262.

4. Карманова М. В. Основные аспекты разработки ГИС для автоматизации принятия решений по тушению природных пожаров на территориях муниципальных образований Алтайского края // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : 7-я Междунар. конф. «Раннее предупреждение и управление в кризисных ситуациях в эпоху "Больших данных"» : сб. материалов (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – С. 16–21.

5. Асылбаев Н.А. Математическое моделирование распространения степного пожара // Компьютерные исследования и моделирование. – 2010. – Т. 2, № 4. – С. 377–384.

© М. В. Карманова, С. Ю. Гортман, 2017

РАЗРАБОТКА ПАСПОРТА БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ ГИС-МОДЕЛИ

Мария Владимировна Карманова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант, тел. (913)087-70-01, e-mail: karmmv@yandex.ru

В статье описано текущее положение дел при разработке паспорта безопасности территорий муниципальных образований, основные недостатки и предложены возможные способы их устранения, с помощью применения геоинформационного картографирования.

Ключевые слова: геоинформационное картографирование, типовой паспорт безопасности территории, ГИС-модель, PHP, MySQL.

THE CREATION OF SAFETY PASSPORT SHEETS THE TERRITORY OF THE MUNICIPAL FORMATION OF THE RUSSIAN FEDERATION ON THE BASIS OF GIS MODELS

Maria V. Karmanova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., master student, tel. (913)087-70-01, e-mail: karmmv@yandex.ru

The article describes the current state in the development of a safety passport of the territorial municipal formations, main faults and proposed possible ways to address them, using GIS mapping.

Key words: GIS mapping, standard safety areas, the GIS model, PHP, MySQL.

Согласно Приказу МЧС РФ от 25 октября 2004 г. № 484 «Об утверждении типового паспорта безопасности территорий субъектов Российской Федерации и муниципальных образований», для каждого муниципального образования в субъектах РФ специалистами органов местного самоуправления и подразделений МЧС РФ разрабатываются паспорта безопасности, служащие для:

- определения показателей степени риска чрезвычайных ситуаций;
- оценки возможных последствий чрезвычайных ситуаций;
- оценки состояния работ территориальных органов по предупреждению чрезвычайных ситуаций;
- разработки мероприятий по снижению риска и смягчению последствий чрезвычайных ситуаций на территории [1].

Изначально закон не оговаривал формат документа и предполагалось изложение информации в виде формализованных таблиц. На данный момент, паспорт безопасности представляет собой файл в формате презентации *.ppt, на слайдах которого табличная информация дополнительно иллюстрируется картами, схемами, боевыми картографическими документами (планами взаимодействий, решениями на ликвидацию чрезвычайных ситуаций и прочими). Так

как с каждым годом количество информации, которую должен содержать паспорт, растет, увеличивается соответственно и количество слайдов.

Основные недостатки подобной системы хранения данных очевидны. Большое число слайдов в файле ведет к увеличению его размера, усложняет поиск нужного. Для решения этой проблемы паспорт разбит на тематические разделы, отраженные в группе слайдов. С одной стороны, это удобно, так как при угрозе возникновения определенной чрезвычайной ситуации достаточно вывести на экран тот или иной раздел, но существует информация, универсальная для всех видов ЧС, такая как количество населения, проживающего в данной местности, характеристики дорог, объектов массового скопления, места расположения подразделений спасательных служб и т. д. Но самое главное, что картографическая подложка на слайдах, отражающая территорию одного и того же муниципального образования, на всех слайдах представлена в виде растрового изображения, на которое с помощью инструментов программы MS PowerPoint нанесена обстановка. Соответственно такая форма хранения информации усложняет создание карт-подложек, предполагает их дублирование в других слайдах, изменение изображения в растровых графических редакторах. То же касается и таблиц, и текстовой части слайдов.

Отслеживать и вносить изменение в паспорт на всех слайдах приходится вручную. Паспорт в формате презентации не дает возможности автоматизировать поиск информации по заданным параметрам, ее анализ, а также производить какие-либо измерения по картам. На рис. 1 показана существующая схема разработки паспорта территории.

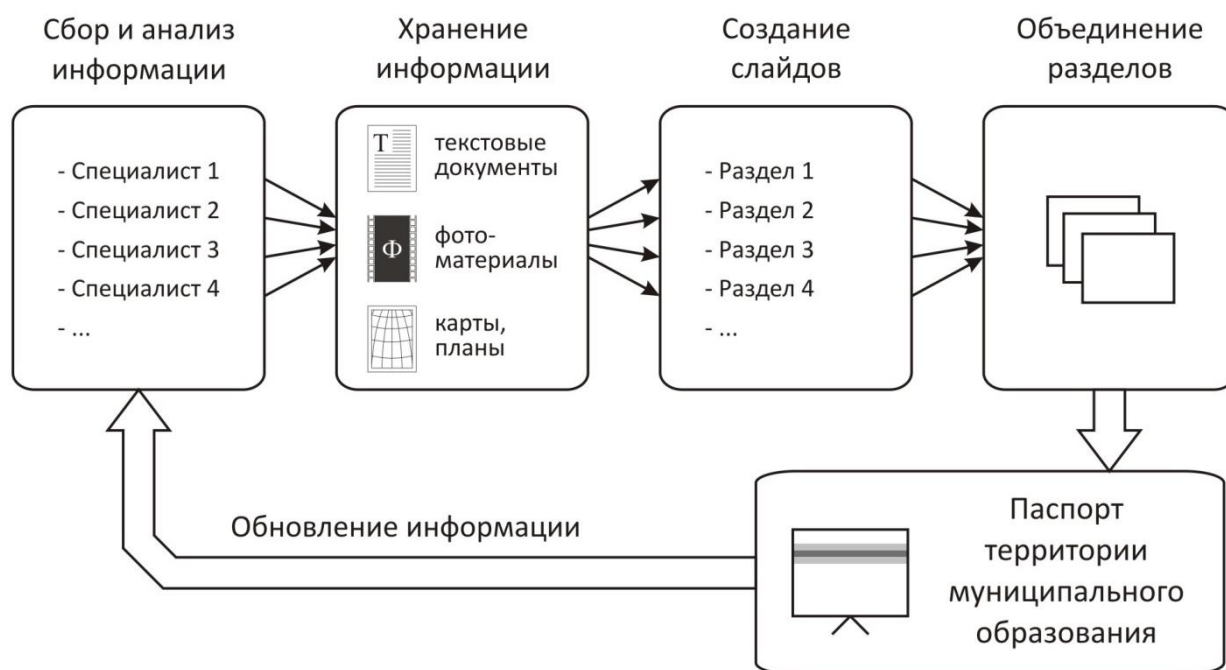


Рис. 1. Существующая схема разработки паспорта территории муниципального образования

Из схемы на рис. 1 видно, что сегодня паспорт территории – это итоговый документ, разработка которого проходит несколько этапов, получая на выходе громоздкий, сложно форматируемый продукт. Вся работа продельвается специалистами только для того, чтобы получить несколько слайдов, которые можно использовать во время возникновения ЧС. Формат презентации выбран не случайно, так как MS PowerPoint – популярная программа, позволяющая создавать презентации, используемые для докладов во время селекторных совещаний и для вывода на экраны мониторов дежурной смены диспетчерских служб, а так же во время работы комиссии по чрезвычайным ситуациям и оперативного штаба. Она проста в изучении и ее стоимость такова, что использование лицензионного продукта могут позволить себе даже организации с небольшим бюджетом.

На уровне муниципального образования паспорт содержит большое количество необходимой информации, и если поменять сложившуюся схему, поставив во главу угла ГИС-модель, связанную с атрибутивной базой данных, то это позволит избежать дублирования данных, упростит их обновление, позволит проводить сквозной поиск информации и автоматизировать ее анализ путем создания запросов.

ГИС-модель и база данных могут быть размещены на сервере или ПК. Для уровня муниципального образования в субъекте РФ, района или населенного пункта, не обязательно создавать сложные схемы. Например, программа QGIS, являясь бесплатной полноценной ГИС, поддерживает СУБД MySQL, которая в связке с веб-сервером Apache HTTP Server и скриптовым языком PHP позволяет не только хранить информацию в виде реляционной базы данных, но и связывать ее с цифровой картой. Все описанные программные продукты так же являются бесплатными. Так, например, на основе информации о типах растительности, хранящейся в таблицах БД, можно автоматически изменять на карте цвета участков лесного массива, или изменять толщину и цвет линий дорог, рек, границ. Замена разномастных растровых карт с нанесением объектов в MS PowerPoint на геоинформационное картографирование облегчит создание итогового слайда, когда карта-подложка будет формироваться в ГИС-модели, и уже со всеми условными обозначениями может быть применена в презентации в виде растрового рисунка без дополнительной обработки.

Сейчас каждый слайд создается либо путем создания нового, размещением на нем растровой карты, нанесением объектов, отражающих возможную обстановку при возникновении ЧС, созданием таблиц; либо копированием уже готового слайда, близкого по содержанию, с последующей доработкой его, что увеличивает количество ошибок, вызванных человеческими факторами.

Применение ГИС-модели позволит сделать больший акцент на наиболее важной части процесса разработки паспорта – сборе, хранении и анализе информации, а самим слайдам отвести положенное им второстепенное место, автоматически или полуавтоматически формируя их на основе цифровых карт и данных из атрибутивной БД (рис. 2). Доступ к данным можно осуществлять через веб-приложения, которые могут так же предоставлять пользователям ин-

струменты анализа информации, не связанной с картой, формировать таблицы, используемые в различных текстовых документах: отчетах, пояснительный записках, справках и прочих сопроводительных документах.

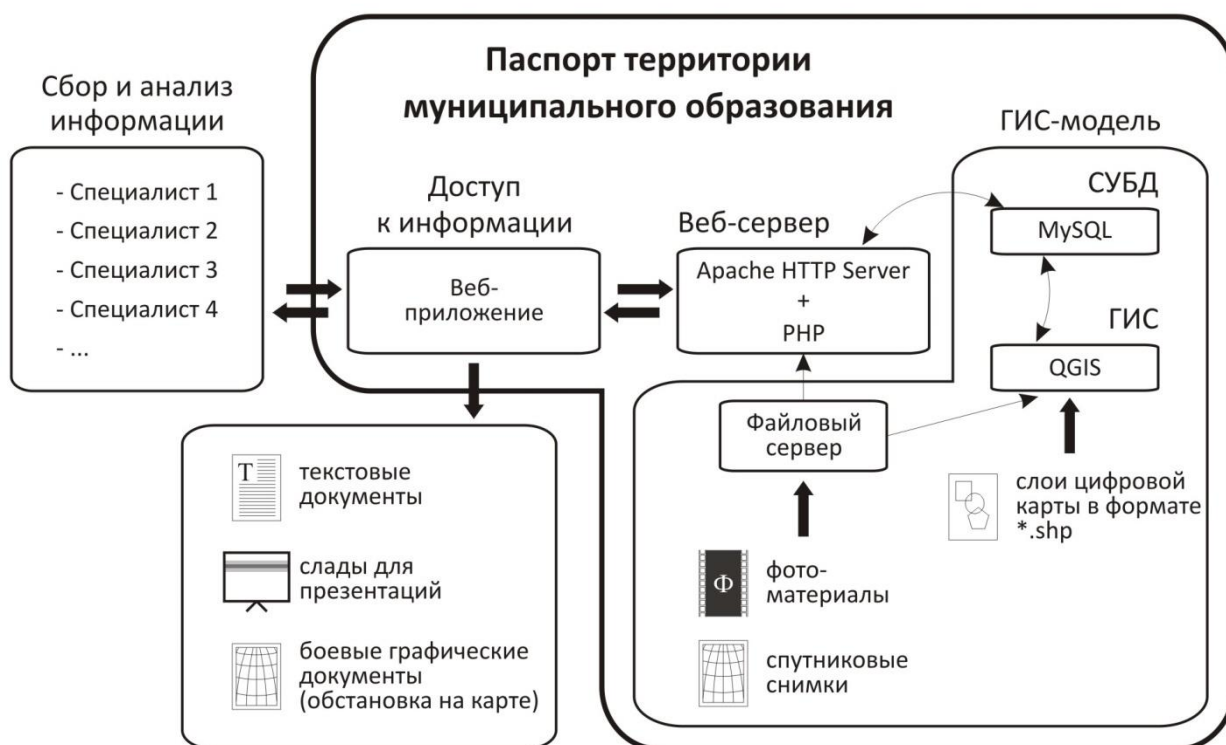


Рис. 2. Схема разработки паспорта территории

В конечном итоге необходимо полностью отказаться от системы слайдов, и предоставлять конечному пользователю доступ к табличной и картографической информации через различные веб-приложения.

Данные, хранящиеся в ГИС-модели, можно будет использовать и для оперативной работы спасательных формирований. Уже сейчас для поиска адреса или схемы проезда используются мобильные приложения 2GIS от ООО «ДубльГИС». Существует множество бесплатных приложений, адаптированных для просмотра shp-слоев на мобильных устройствах с GPS-навигацией. Например, Explorer for ArcGIS позволяет просматривать файлы с расширением *.shp. Подобные программы удобно использовать на месте происшествия. Данные для них можно пересылать по электронной почте, либо через веб-приложения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об утверждении типового паспорта безопасности территорий субъектов Российской Федерации и муниципальных образований [Электронный ресурс] : Приказ МЧС РФ от 25 октября 2004 г. № 484 (с изм. и доп.). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

2. ГОСТ Р 22.7.01–99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Единая дежурно-диспетчерская служба. Основные положения [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

3. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков : учебник. – М. : КДУ, 2008. – 424 с. : ил., табл.

4. О мероприятиях по организации оперативного управления МЧС России в чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 08.04.2011 № 180. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

© М. В. Карманова, 2017

КОНЦЕПЦИЯ МОРФОСИСТЕМ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА КАРТОГРАФИРОВАНИЯ СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ

Владимир Павлович Ступин

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (964)103-08-17, e-mail: Stupinigu@mail.ru

Леонид Александрович Пластинин

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, доктор технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (914)881-18-08, e-mail: plast@istu.edu

В статье рассматриваются принципы картографирования и морфодинамического анализа селевых бассейнов.

Ключевые слова: картографирование селей, морфодинамический анализ.

THE CONCEPT OF MORHYSYSTEMS AS A METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR MAPPING MUDFLOW HAZARD

Vladimir P. Stupin

Irkutsk National Research Technical University, 664074, Russia, Irkutsk, 83 Lermontova St., D. Sc., professor of Surveying and Geodesy, tel. (964)103-08-17, e-mail: Stupinigu@mail.ru

Leonid A. Plastinin

Irkutsk National Research Technical University, 664074, Russia, Irkutsk, 83 Lermontova St., D. Sc., professor of Surveying and Geodesy, tel. (914)881-18-08, e-mail: plast@istu.edu

The article discusses the principles of mapping and morphodynamic analysis of the debris flow basins.

Key words: mapping of debris flow, morphodynamic analysis.

Селевые потоки возникают при наличии трех основных условий: гористой местности, наличия разрушенных пород, загромождающих русло водотока и редких, но сильных ливней, даже при небольшом годовом количестве осадков.

К подобного рода близким по типу селевой опасности условиям относятся приграничные горные районы России и Монголии. С российской стороны это южное Прибайкалье с хребтами Тункинские гольцы, Хамар-Дабан и цепью Тункинских котловин, а с монгольской – территория озера Хубсугул и окружающего его горного обрамления [1, 2]. Таким образом, очевидна необходимость исследования, районирования и прогноза опасных селевых явлений как в Южном Прибайкалье (Россия), так и в Прихубсугулье (Монголия) на основе организации их постоянного мониторинга.

Наиболее эффективным инструментом мониторинга селевой опасности для обширных и труднодоступных территорий является геоинформационное

картографирование и применение ГИС-технологий, которые позволяют изучать и анализировать сложный механизм формирования и развития селевых процессов и явлений путем создания цифровых картографических моделей, реализуемых в двухмерном, трехмерном и четырехмерном (динамика во времени) представлении. Геоинформационное картографическое моделирование многократно увеличивает возможности накопления, актуализации, передачи, тиражирования и управления информацией и данным о селевых процессах. Оно является незаменимым, эффективным и гибким инструментом для научных, ведомственных, административных и других организаций при изучении и оценке селевой опасности, ее прогнозе, планировании мероприятий по борьбе с селями и управлению процессами ликвидации их последствий.

Основой геоинформационного картографирования селевой опасности являются три базовые составляющие: методологическая, информационная и технологическая.

Методологическая составляющая является теоретической основой ГИС-картографирования селевой опасности. В качестве такой основы выступает концепция морфосистем и морфодинамического анализа рельефа, позволяющая выявить естественную делимость и динамическую иерархию рельефа и выполнить его картографирование на разных уровнях генерализации – морфоструктурном, бассейновом и склоновом [3, 4]. Одним из базовых принципов мониторинга селевой опасности представляется картографирование селевых проявлений и районирование селевой опасности на основе концепции бассейновых морфосистем [5], поскольку основным фактором-условием пространственной организации селевых процессов является бассейновая структура территории. В бассейнах осуществляется накопление обломочного материала твердой составляющей будущих селей и распределение потоков жидкой составляющей в виде талых и дождевых вод.

Согласно бассейновой концепции главными репеллерами бассейновых систем служат водоразделы, а аттракторами – тальвеги стволых водотоков. Системы имеют только один выход: у сложных бассейнов они открываются на базис материнской морфоструктурной морфосистемы, у подбассейнов – на тальвег материнской бассейновой системы. Мощность экзогенно-активного элементарных бассейнов не превышает нескольких десятков метров, но у сложных систем может достигать сотен метров. Базисная поверхность таких систем касается тальвегов стволового водотока и притоков высших порядков. Вершинная поверхность обобщенно повторяет форму бассейна и высших килевых линий. Линии тока направлены к киям и образуют древовидные конвергентные системы.

Бассейновые системы обычно включают два-три уровня бассейнов низших порядков. Наименьшая таксономическая единица бассейнового ряда – элементарный бассейн с тальвегом первого порядка – выделяется по особенности морфологии эрозионной сети, заключающейся в том, расчленяющие его борта тальвеги нулевого порядка конформны своим склонам и лишь осложняют их.

Информационная составляющая геоинформационного системного картографирования представляет собой систему сбора, систематизации и оператив-

ного обновления баз специальных данных. Источниками информации служат: оперативные постоянно обновляемые материалы дистанционного зондирования (цифровые и аналоговые аэро- и космические снимки, получаемые широким спектром летательных аппаратов и сенсоров); топографические, инженерно-геологические, ландшафтные и другие карты; цифровые модели рельефа; данные, описания и материалы предыдущих и современных исследований и изысканий.

Технологическая составляющая системного картографирования представляет собой ГИС, предназначенную для пространственной привязки, накопления, хранения, актуализации, обработки и получения новой информации о селевых процессах. Одним из главных методов отображения геоданных и средством их исследования является ГИС-картографирование, которое дает возможность анализа и синтеза факторов и условий формирования селей на разных масштабных и временных уровнях.

Качество получаемых цифровых карт определяется применяемым программным обеспечением, возможностями средств ввода, вывода и обработки информации. Примерно одинаковые результаты обеспечивают такие ГИС, как MapInfo, Панорама и др., однако наиболее предпочтительной представляется Esri ArcGIS – геоинформационная платформа корпоративного уровня, предназначенная для поддержки принятия решений с использованием пространственной информации для управления территорией, регионом или организацией. ArcGIS обеспечивает решение любых технологических задач, связанных со сбором, хранением, анализом, визуализацией и предоставлением доступа к пространственным данным. Наиболее полезным для наших исследований модулем системы является модуль Spatial Analyst и особенно такие его опции, как построение изолиний и вычисление производных характеристик поверхностей (отмывки, зон видимости, уклонов, кривизны, экспозиций, поступления солнечной радиации) и гидрологические расчеты (поверхностный сток, инфильтрация грунтовых вод, построение речных бассейнов, выделение и порядковая классификация тальвегов). Вторая опция реализуется с помощью стандартных и специализированных инструментов ArcGIS, соответственно, модуля Гидрология и модуля Arc Hydro. Эти модули позволяют получать карты гидрографии с соответствующими данными и описаниями, строить дренажные системы, реализовывать 3-D представление как отдельных водотоков, так и их сетей; создавать временные ряды, описывавшие динамику бассейновых систем.

Контурные бассейновых морфосистем разного ранга строятся на основе цифровых моделей рельефа (ЦМР), например, таких как SRTM v4. Наилучшие результаты получаются в том случае, если сначала используется инструмент Привязка точки устья (Snap Pour Point), который позволит определить положение точек устьев, привязав их к ячейкам с высоким суммарным стоком. Устьевые точки можно также набирать вручную по горизонталям векторной карты, построенной по ЦМР.

В качестве примера практической реализации рассмотренной концепции приведена карта селевой опасности, исходящая из бассейнов небольших речек

Большая и Малая Осиновка (рис. 1), впадающих в озеро Байкал восточнее г. Байкальска. Средний многолетний модуль их стока составляет 18,8 л/с кв. км. Расход воды в Большой Осиновке достигает 0,58 куб. м/с, а Малой Осиновки 0,14 куб. м/с, а расход взвешенных наносов 1157 и 0,189 тыс. т, соответственно [6]. Особенностью этих бассейновых систем является то, что на их слившихся конусах выноса расположена большая часть карт-шламонакопителей БЦБК, которые содержат несколько миллионов кубометров отходов, включающих хлорлигнин, хлорфенолы и другие ядовитые химические соединения. Обе названные реки являются селеопасными и несут непосредственную угрозу разрушения отстойников и выноса ядовитых отходов в Байкал при подъеме уровня воды на 5 м и выше. Высокую вероятность такого сценария подтверждает паводок 1971 года, когда только принятие экстренных мер предохранило прорыв паводковых вод в отстойники. Таким образом, в случае прохождения здесь крупного селя, велика вероятность повреждения изношенных очистных сооружений и неминуемое попадание их содержимого в Байкал, что будет равносильно загрязнению озера стоками БЦБК в течение 700 лет.

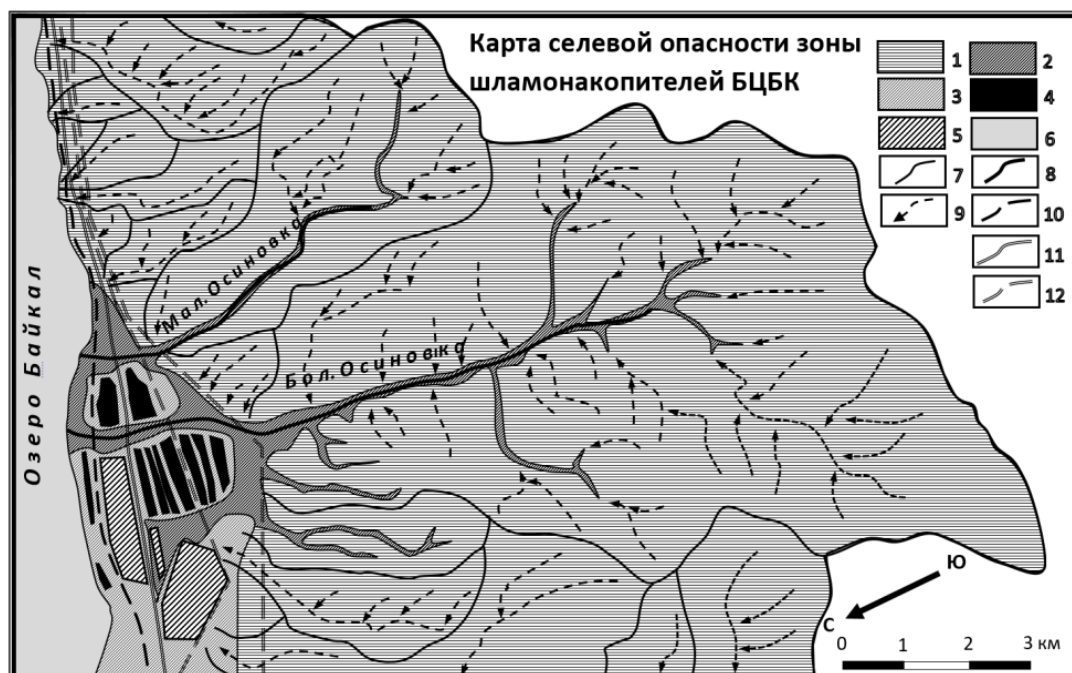


Рис. 1. Карта селевой опасности зоны шламонакопителей БЦБК:

1 – денудационные горно-таежные склоны хребта Хамар-Дабан, 2 – аккумулятивные низкие поймы и конуса выноса Большой и Малой Осиновки, зона высокой селеопасности, 3 – аккумулятивные возвышенные участки конусов выноса, зона умеренной селеопасности, 4 – карты-шламонакопители БЦБК, 5 – селитебные территории на конусах выноса, 6 – акватория озера Байкал, 7 – водоразделы селевых бассейновых систем, 8 – селеопасные русла постоянных водотоков, 9 – селеопасные русла временных водотоков, 10 – Транссибирская железная дорога, 11 – федеральная автодорога «Байкал», 12 – ЛЭП

На карте показаны бассейны, опирающиеся на базис материнской морфосистемы (урез озера Байкал). Также на карту нанесены селевые очаги, селе-

вые русла, селевые шлейфы и конуса выноса, местоположение которых выявлено по материалам ДЗЗ и полевым данным. Кроме того, на карте показаны тальвеги водотоков, опирающихся на урез Байкала, населенные пункты, федеральная трасса Р-258 и Транссибирская железнодорожная магистраль.

Аналогичная карта составлена для одного из участков западного побережья озера Хубсугул (рис. 2). На карте показано несколько бассейновых селеопасных систем, опирающихся на урез озера. Все бассейны являются малыми, а их стержневые водотоки временными. Тем не менее, благоприятные геолого-геоморфологические и климатические условия картографируемой территории являются предпосылкой для периодического прохождения по тальвегам этих бассейнов селей средней и малой мощности. Свидетельством этих селей является наличие на выходе из этих бассейнов достаточно мощных конусов выноса, сливающихся в единый подгорный шлейф.

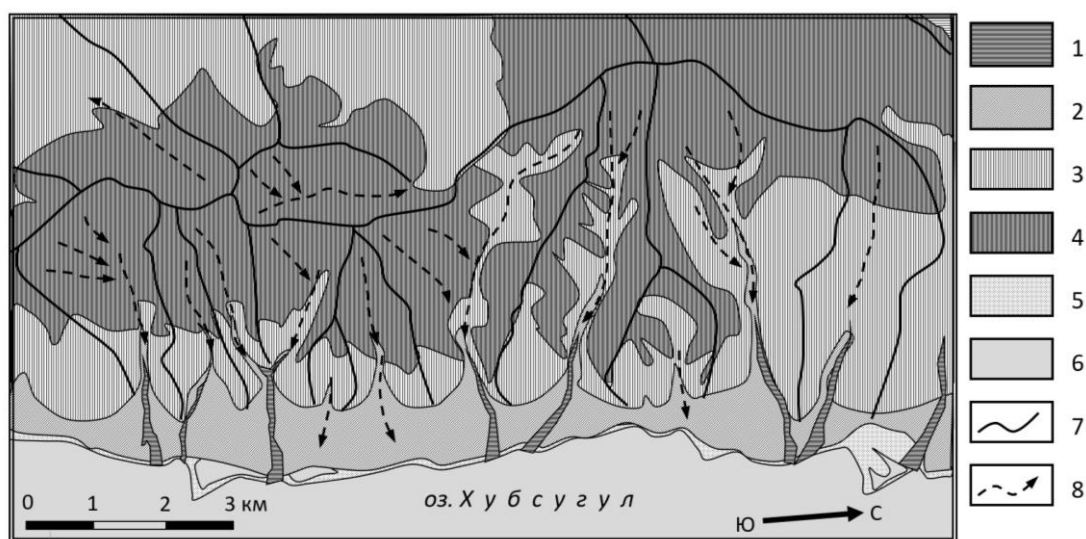


Рис. 2. Карта селевой опасности участка западного побережья озера Хубсугул:

1 – зона высокой селеопасности, действующие русла главных водотоков бассейнов, 2 – зона умеренной селеопасности, неактивные участки конусов выноса главных водотоков бассейнов, 3 – горнотаежные склоны водосборных бассейнов, 4 – остепненные склоны водосборных бассейнов, 5 – аккумулятивные береговые формы (пляжи, косы), 6 – акватория озера Хубсугул, 7 – водоразделы селевых бассейновых систем, 8 – потенциально селеопасные русла временных водотоков бассейнов второстепенных порядков

Рассмотренная многоуровневая система ГИС-картографирования селевых процессов ориентирована на сбор, упорядочение, актуализацию и визуализацию исходной информации по селевой тематике. Система открыта для доступа к данным в целях их изучения, анализа, пространственного моделирования и инженерных расчетов. Поэтому она может быть с успехом использована различными административными, научными и производственными организациями

для оперативной оценки селевой опасности региона на различных масштабных уровнях, прогноза и принятия управленческих решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макаров С. А. Сели Прибайкалья. – Иркутск : Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2012. – 111 с.
2. Черкасов А. Е., Шумеев В. П., Батсух Н. Селевые паводки в бассейне озера Хубсугул летом 1971 г. // Природные условия и ресурсы Прихубсугулья (Монгольская Народная Республика). Тр. Советско-монгольской комплексной Хубсугульской экспедиции. Вып. 1. – Иркутск ; Улан-Батор, 1972. – С. 87–89.
3. Ступин В. П. Картографирование морфосистем. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2009. – 160 с.
4. Пластинин Л. А., Ступин В. П. Морфосистемное картографирование экзогенных геологических процессов Байкальской горной страны // Геодезия и картография. – 2013. – № 10. – С. 17–21.
5. Ступин В. П. Морфологический и морфометрический анализ топографических карт при исследовании и картографировании морфосистем // Проблемы освоения минеральной базы Восточной Сибири. Вып. 5. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2005. – С. 154–160.
6. Опасные геологические процессы в Юго-Западном Прибайкалье / В. К. Лапердин, К. Г. Леви, В. С. Имаев, В. Г. Молочный. – Иркутск : ИЗК СО РАН, 2016. – 206 с.

© В. П. Ступин, Л. А. Пластинин, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. <i>Т. Ю. Бугакова, А. А. Шаранов.</i> Алгоритмы функционирования мультиагентной системы определения пространственно-временных состояний объекта	3
2. <i>Т. Ю. Бугакова, И. А. Кноль.</i> Мультиагентное моделирование пространственно-временного состояния техногенных объектов.....	8
3. <i>Д. А. Борисов.</i> Методика определения пространственно-временного состояния техногенных объектов	14
4. <i>А. В. Дубровский, В. Н. Никитин, О. И. Малыгина.</i> Разработка элементов системы оперативного реагирования при возникновении чрезвычайных ситуаций на территории города Новосибирска.....	19
5. <i>Ю. Ю. Яковенко, В. Н. Монаенко, М. Т. Абишева.</i> Геоинформационное обеспечение идентификации источников радиоактивного загрязнения на примере Семипалатинского испытательного ядерного полигона	25
6. <i>М. В. Карманова, С. Ю. Гортман.</i> Применение ГИС-модели территории для комплексного анализа условий возникновения природных пожаров на примере территории Алтайского края.....	33
7. <i>М. В. Карманова.</i> Разработка паспорта безопасности территории муниципального образования субъекта Российской Федерации на основе ГИС-модели.....	38
8. <i>В. П. Ступин, Л. А. Пластинин.</i> Концепция морфосистем как методологическая основа картографирования селевой опасности.....	43

CONTENTS

1. <i>T. Yu. Bugakova, A. A. Sharapov.</i> Algorithms of multi-agent systems for determining the spatial-temporal states of the object	3
2. <i>T. Yu. Bugakova, I. A. Knol.</i> Multi-agent modeling of spatial-temporal condition of man-made object.....	8
3. <i>D. A. Borisov.</i> Technique for determining the spatial-temporal condition of technogenic objects.....	14
4. <i>A. V. Dubrovsky, V. N. Nikitin, O. I. Malygina.</i> Development of elements of system of rapid response at emergence of emergency situations in the territory of the city of Novosibirsk.....	19
5. <i>Yu. Yu. Yakovenko, V. N. Monayenko, M. T. Abisheva.</i> Geoinformation of identification of sources of radioactive pollution on the example of the Semipalatinsk nuclear test site	25
6. <i>M. V. Karmanova, S. Yu. Hartman.</i> Applicability GIS-models area for complex analysis of conditions of occurrence of wildfires on the example of Altai territory.....	33
7. <i>M. V. Karmanova.</i> The creation of safety passport sheets the territory of the municipal formation of the Russian Federation on the basis of GIS models	38
8. <i>V. P. Stupin, L. A. Plastinin.</i> The concept of morhysystems as a methodological framework for mapping mudflow hazard.....	43

Научное издание

XIII Международные научный конгресс и выставка

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2017

8-я Международная научная конференция

РАННЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ В ЭПОХУ «БОЛЬШИХ ДАННЫХ»

Сборник материалов

Материалы публикуются в авторской редакции

Компьютерная верстка *Е. М. Федяевой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 25.04.2017. Формат 60 × 84 1/16

Печать цифровая.

Усл. печ. л. 3,0. Тираж 100 экз. Заказ 67.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, 108, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, 108, ул. Плахотного, 8.