

УДК 004.942

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА, УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Желтов В.П., Желтов П.В.

*ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары,
e-mail: chnk@mail.ru, zheltov42@mail.ru*

В статье рассматривается структура компьютерных систем территориального мониторинга, управления и прогнозирования. Приведены основные модули системы. Модуль отображения территории мониторинга – осуществляет графическое отображение территорий в виде карт различной специфики и уровня детализации с возможностью масштабирования. Отображение карт территории мониторинга реализуется в виде слоев. Модуль редактирования карт (слоев) – позволяет редактировать существующие карты и создавать новые, так как каждая карта территории является специализированной, т.е. имеет свою специфику и, как следствие, свой набор стандартных, присущих ей объектов, то данный модуль содержит форму редактирования карт (так называемого «полотна» карты – англ. canvas) и набор панелей с визуальными компонентами, каждая из которых представляет набор специфичных объектов. Модуль прогнозирования и моделирования – позволяет моделировать различные изменения (популяционные, географические, экологические), которые могут происходить с объектами и параметрами (макро- и микро-), территориальными гео- и экосистемами при изменениях в других параметрах и объектах. Модуль принятия решений – осуществляет поддержку принятия решений по улучшению прогнозируемой неблагоприятной ситуации (в том числе чрезвычайной) и предотвращению возможных негативных последствий. Модуль искусственного интеллекта – анализируя результаты работы модуля прогнозирования и моделирования и модуля принятия решений помогает ответственному лицу управлять территорией и проводить операции по эвакуации населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: компьютерная система, территориальный мониторинг, управление, прогнозирование, отображение, редактирование, прогнозирование, принятие решений, искусственный интеллект

DEVELOPMENT OF COMPUTER SYSTEMS FOR TERRITORIAL MONITORING, MANAGEMENT AND FORECASTING

Zheltov V.P., Zheltov P.V.

*Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary,
e-mail: chnk@mail.ru, zheltov42@mail.ru*

The article discusses the structure of computer systems for territorial monitored, management and forecasting. The main modules of the system are given. The module for displaying the presented territory – provides a graphical display of territories in the form of maps of various specifics and level of detailization with the ability to scale. Display maps of the monitoring territory are implemented in the form of layers. The module for editing maps (layers) – allows you to edit existing maps and create new ones, since each map of the territory is specialized, i.e. has its own specifics and, as a result, its own set of standard objects inherent in it, this module contains a form for editing maps (the so-called canvas) and a set of panels with visual components, each of which represents a set of specific objects. The forecasting and modeling module allows to model various changes (populational, geographical, environmental) that can occur with objects and parameters (macro- and micro-), territorial geo-and eco-systems with changes in other parameters and objects. Decision-making module – provides decision-making support to improve the predicted adverse situation (including emergency) and to prevent possible negative consequences. Artificial intelligence module – by analyzing the results of the forecasting and modeling module and the decision-making module, the person in charge can manage the territory and conduct operations of evacuation of the population and eliminate the consequences of emergency situations.

Keywords: computer system, territorial monitoring, management, forecasting, display, editing, forecasting, decision making, artificial intelligenc

В XXI в. человечеству приходится иметь дело с большим количеством накопившихся и возникающих впервые экологических проблем, как локального, так и глобально-го характера.

Изменение ситуации в качественно лучшую сторону возможно при применении новых более эффективных методов управления.

Один из способов достижения этого, позволяющий к тому же с пользой применять современные цифровые технологии,

создание систем территориального мониторинга, управления и прогнозирования (англ. systems of surveillance, control and prognosis) [1–3].

Подобные системы в настоящее время в том или ином виде частично создаются во многих странах.

Так, в Европе лидерами в этом деле являются скандинавские страны, в частности Норвегия. Подобные разработки ведутся Норвежским Северным исследовательским институтом (Northern Research Institute,

NoRut), координирует работу Исследовательский центр Крайнего Севера по климату и экологии (High North Research Center for Climate and Environment, FRAM Center), а также Арктическим университетом (UiT): разработка систем моделирования SINTEF и SYMBIOSES.

В России подобную работу проводит центр управления в кризисных ситуациях МЧС (Министерства чрезвычайных ситуаций), отделы мониторинга и прогнозирования региональных отделений которого имеют систему мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, с использованием спутниковых данных и результатов прогнозирования метеорологической службы [4].

Однако глобальной или локальной, региональной системы, охватывающей все рассмотренные аспекты, пока нет (по крайней мере данных о ее существовании в прессе и интернете мы не нашли) как в России, так и в других странах, а имеются лишь отдельные наработки в том или ином аспекте [5].

Цель исследования: в данной работе исследуются аспекты реализации и применения компьютерной системы для регионального территориального мониторинга, управления и прогнозирования с учетом специфики Чувашской Республики и Поволжья.

Материалы и методы исследования

Компьютерная система территориального мониторинга, управления и прогнозирования содержит следующие модули.

1. Модуль отображения территории мониторинга.

Описание: осуществляет графическое отображение территорий в виде карт различной специфики и уровня детализации с возможностью масштабирования. Отображения карт территории мониторинга реализуется в виде слоев (англ. layer 'слой').

Данная технология очень удобна в использовании, так как позволяет, с одной стороны, не создавать универсальную карту территории, перегруженную информацией, а отображать по желанию пользователя ту или иную специфическую карту, т.е. представлять территорию мониторинга в том или ином аспекте в случае необходимости.

Следует отметить, что основу любой территориальной карты составляет географическая карта той или иной степени детализации. На данную карту накладываются необходимые специфические объекты.

Таким образом, создается специализированная карта, например гидрогеографическая, инфраструктурная, экологическая и т.п.

2. Модуль редактирования карт (слоёв).

Описание: позволяет редактировать существующие карты и создавать новые, так как каждая карта территории является специализированной, т.е. имеет свою специфику и, как следствие, свой набор стандартных, присущих ей объектов, то данный модуль содержит форму редактирования карт (так называемого «полотна» карты – англ. canvas) и набор панелей с визуальными компонентами, каждая из которых представляет набор специфических объектов.

Пользователь может, выбрав компоненту с панели компонент, перенести ее копию (т.е. шаблон специфического объекта) на редактируемую область карты и задать в специальной форме, ассоциированной с компонентой, необходимые параметры объекта, данные для которых могут быть результатом конкретных географических, экологических и иных измерений. Имеющиеся на карте объекты можно редактировать (перемещать, изменять параметры и вообще удалять), что полезно и при построении динамических моделей, когда карта не статична, а изменяется с определенной периодичностью, например содержит динамические объекты, такие как гидрообъекты – реки, источники или морские или океанские течения, т.е. статические по своей локации (хотя и обновляемые компоненты; в том числе и в динамике) и динамические по своей сути, т.е. перемещающиеся (например, пятна разлива нефти и продуктов ее переработки). Например, задав скорость морского течения можно смоделировать загрязнение моря и прибрежных территорий при разливе нефтепродуктов (динамический объект) с танкера (динамический объект) или с нефтедобывающей платформы и буровой вышки (статический объект).

Возможно автоматизировать обновление параметров имеющихся объектов, если измерения проводятся с определенной периодичностью в автоматическом режиме с установленных внутри или вблизи объектов датчиков, с дронов, с систем спутниковой навигации типа GPS.

3. Модуль прогнозирования и моделирования.

Описание: позволяет моделировать различные изменения (популяционные, географические, экологические), которые могут происходить с объектами и параметрами (макро- и микро-), территориальными гео- и экосистемами при изменениях в других параметрах и объектах. Для этого задаются начальные и конечные значения этих первичных в системе или моделируемом процессе изменений (или начальные значения и временные их изменения – инкремент или декремент за минимальный промежуток времени, принятый при отчете времени для модели). Модуль запускает сценарий моделирования изменений и показывает пошагово на карте и в файле отчета всевозможные изменения.

Например, можно задать изменения температуры воды (моря, океана) и смоделировать процесс таяния льдов, высвобождения из воды кислорода и т.п., или задать выброс нефтепродуктов в море и смоделировать его дрейф и распространение морскими течениями по поверхности и акватории моря (в прибрежных зонах).

Это позволит моделировать чрезвычайные ситуации и их последствия и своевременно, заблаговременно принимать меры защиты населения, флоры, фауны и объектов жизнеобеспечения от подобных угроз.

Подобные системы возможно использовать для мониторинга и прогнозирования следующих видов: демографического (изменения численности и состава населения территорий), популяционного (определенных видов как флоры, так и фауны), географического (моделирования и прогнозирования развития географических изменений – разлива рек или их высыхания, затопления прибрежных территорий, изменения морских и океанских течений, опустынивания или заболачивания местности), геологических (оползни

и подвижки почв), экологических (климатические изменения и связанные с ними последствия), ландшафтных (подвижки почв, изменение рельефа местности, площади лесов) и т.п.

Из перечисленного видно, что в принципе невозможно рассматривать какой-то один объект изолированно, так как многие аспекты взаимосвязаны и пересекаются (например, изменение демографии населения создает антропогенный фактор, который влияет на все аспекты территории, или геологический и ландшафтный аспекты всегда тесно связаны как друг с другом, так и с экологическим аспектом).

Системное моделирование территории со всеми возможными аспектами позволяет приблизиться к пониманию происходящих процессов и получать более или менее достоверные результаты прогнозирования как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

4. Модуль принятия решений.

Описание: осуществляет поддержку принятия решений по улучшению прогнозируемой неблагоприятной ситуации (в том числе чрезвычайной) и предотвращению возможных негативных последствий, наносящих вред окружающей среде, ущерб инфраструктуре и объектам жизнеобеспечения (в том числе и объектам повышенного риска – таким как АЭС, ГЭС, ТЭЦ, химическим комбинатам и полигонам, военным объектам) и угрозу жизни и здоровью населения, находящегося в зоне риска.

Определяет безопасные маршруты эвакуации населения и рассчитывает время, необходимое на его эвакуацию, исходя из имеющихся средств эвакуации и задействованного количества людей, определяя заблаговременно время начала эвакуации с учетом необходимого запаса времени для ее проведения.

Результаты работы модуля отображаются графически (на картах территорий – моделирования улучшенной ситуации, результатов негативных последствий, маршрутов эвакуации населения) и в текстовом формате (файл отчета, сценарий развития событий, сценарий эвакуации, список негативных последствий, данные о необходимом времени начала эвакуации населения и его продолжительности, исходя из имеющихся технических средств и количества привлекаемых к операции человек, а также расчет необходимого для операции эвакуации количества технических средств и людей (как специализированного персонала, так и добровольцев из числа населения), исходя из сроков начала операции и ее продолжительности).

5. Модуль искусственного интеллекта.

Описание: анализируя результаты работы модуля прогнозирования и моделирования и модуля принятия решений, помогает ответственному лицу управлять территорией и проводить операции по эвакуации населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Способен выполнять функции диспетчера и координировать работу спасательных групп.

Для Чувашской Республики подобную систему можно применить как для мониторинга и управления территорией в целом, во всех его аспектах, так и в определенных узконаправленных, которые определяются региональной спецификой. К такому относятся:

1) моделирование и прогнозирование загрязнения бассейна Волги и других рек и водоемов (служащих источниками питьевой воды и воды для

бытовых и сельскохозяйственных нужд – полива, питья для скота и птицы) свинцом и химическими соединениями, а также различными бытовыми отходами (среди которых большую долю начинает занимать пластик);

2) моделирование и прогнозирование загрязнения территории твердыми бытовыми отходами (санкционированные и несанкционированные свалки);

3) картирование уровня шума вдоль дорог в городах и в деревнях и сельских поселениях (расположенных вблизи крупных автомобильных магистралей);

4) мониторинг и управление особо охраняемыми природными территориями (экологическая обстановка, популяций биологических видов животных, птиц и насекомых, изменение флоры и состава почв, влияние антропогенного и климатического воздействия);

5) мониторинг загрязнения свинцом и диоксидом серы территорий вдоль автомагистралей, дорог и сельскохозяйственных земель;

6) мониторинг загрязнения почв вследствие применения удобрений и химикатов (пестицидов и инсектицидов) и моделирование круговорота этих веществ в экосистеме;

7) картирование электромагнитного загрязнения окружающей среды;

8) прогнозирование паводковых ситуаций, лесных пожаров и связанного с ним задымления, химического загрязнения вследствие утечки и выброса токсических веществ с действующих промышленных предприятий, моделирование их последствий, расчет маршрутов и сценария эвакуации.

Результаты исследования и их обсуждение

Подобные системы регионального уровня должны объединяться в общую федеральную сеть и обмениваться данными (в особенности в соседних регионах).

Развертывание подобных систем требует значительных средств, так как для этого требуется:

1) закупка и установка необходимого оборудования для мониторинга (специальные средства – видеокамеры и дымоуловители для фиксации очагов возгорания и задымления, не менее 4–5 на 1 км² леса; радио-маячки для отслеживания перемещения особо охраняемых диких животных, например, рыси – отлов и временное усыпление с целью закрепления на животном подобного радио-маячка обходится в сумму не менее 10 тыс. руб.; сенсорные химические датчики для установки вдоль автомагистралей для определения уровня выброса диоксида серы; шумоуловители для определения уровня шума вдоль дорог и автомагистралей, датчики Холла для измерения электромагнитного излучения – один подобный датчик стоит до 500 тыс. руб.; магнитометры для стационарной установки с теми же целями; специальный сервер для установки системы);

2) регулярное измерение проб воды и почвы (так как это нецелесообразно или

невозможно сделать с помощью датчиков) не реже чем раз в полгода во всех контрольных геолокационных точках мониторинга;

3) специально подготовленный персонал для обслуживания системы и измерительных приборов (замена вышедших из строя приборов или их ремонт) и обеспечения их безопасности.

4) наладивание системы экопатрулей и содержание для этого специально обученного персонала и транспортных средств;

5) покупка специального выделенного канала сотовой связи для непрерывной передачи видео-, аудио- и цифровых показателей с видеокамер и других измерительных приборов.

Эти затраты можно минимизировать, если часть нагрузки по мониторингу ситуации и сбору информации перенести на дроны, которые могут быть использованы для мониторинга пожарной ситуации на лесных территориях (отпадает необходимость использования большого количества видеокамер и дымоуловителей – один такой летательный аппарат может контролировать до 50 км² в день, т.е. на 50 км² будет требоваться всего лишь несколько видеокамер и дымоуловителей, установленных на аппарате) и на особо охраняемых природных территориях для отслеживания перемещения редких видов животных и предупреждения браконьерства. Их нецелесообразно использовать в городах и населенных пунктах (ввиду невозможности обеспечения их безопасности и сохранности на низкой высоте, именно такая высота полета необходима для сбора информации по мониторингу экологической ситуации вдоль дорог и автомагистралей), однако возможно для сбора информации об электромагнитном загрязнении окружающей среды базовыми станциями сотовой связи, излучением со спутников и ретрансляционных антенн.

Выводы

Исследованы основные функции модулей системы, которые осуществляют графическое отображение территорий в виде карт различной специфики и уровня детализации с возможностью масштабирования, позволяют редактировать существующие карты и создавать новые, так как каждая карта территории является специализированной, т.е. имеет свою специфику и, как следствие, свой набор стандартных, присущих ей объектов, и моделировать различные изменения (популяционные, географические, экологические), которые могут происходить с объектами и параметрами (макро- и микро-), территориальными гео- и экосистемами при изменениях в других параметрах и объектах, осуществляют поддержку принятия решений по улучшению прогнозируемой неблагоприятной ситуации (в том числе чрезвычайной) и предотвращению возможных негативных последствий, помогают ответственному лицу управлять территорией и проводить операции по эвакуации населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Рыжков О.В. Геоинформационные системы и особо охраняемые природные территории // Методическое пособие к семинару (г. Елизаово, 16–21 апреля 2007 г.). Тула: Гриф и К°, 2007. 240 с.
2. Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 26.07.2019 № 253-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_329985/ (дата обращения: 03.03.2020).
3. ООПТ России. ГИС. [Электронный ресурс]. URL: <https://oopt.info/gis/database.html> (дата обращения: 03.03.2020).
4. Тихонова А.С., Савватеева О.А. ГИС и особо охраняемые природные территории // Материалы VIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» – 2016. [Электронный ресурс]. URL: <http://scienceforum.ru/2016/article/2016022759>><http://scienceforum.ru/2016/article/2016022759.pdf> (дата обращения: 03.03.2020).
5. Желтов П.В., Кузнецова Н.А. J-сети как инструмент для моделирования многоагентных систем // Вестник Чувашского университета. 2011. № 3. С. 132–136.