

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ РАБОТЫ

УДК 002:574

Ю. М. Арский, В. Ф. Крапивин, И. И. Потапов

Информационное обеспечение экологических исследований в задачах диагностики окружающей среды

Обсуждаются задачи синтеза единой информационной службы России для обеспечения экологических исследований. Предлагается при ВНИТИ создать национальный Центр информационного обеспечения экологических исследований. Дается краткая характеристика функций этого центра и анализируются методики управления экологической информацией.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России отсутствует единая информационная система обеспечения исследований окружающей среды. Ведущиеся в различных организациях и ведомствах работы по изучению природно-антропогенных систем разрознены и получаемые при этом важные результаты не всегда доступны для массового пользователя. Более того отсутствуют единые стандарты представления и хранения экологической информации и развития технологий ее обработки. Поэтому у большинства российских специалистов, занимающихся проблемами окружающей среды, нет возможности иметь доступ к ведомственным базам данных, если таковые создаются, а в большинстве случаев экологическая информация остается не систематизированной и не востребованной [2, 3]. По тем же причинам разобщенности у многих исследователей нет доступа к международным информационным экологическим службам.

Для развития национальной российской информационной службы, ориентированной на использование высокоэффективных технологий и взаимодействие с мировыми информационными структурами в области природного мониторинга, предлагается при ВНИТИ создать национальный Центр информационного обеспечения экологических исследований (НЦИОЭИ), который будет собирать, сортировать и обрабатывать в едином стандарте данные о наземных и спутниковых наблюдениях за природными и антропогенными системами Земли, обеспечивая широкий доступ к этой информации. Цели и задачи НЦИОЭИ включают следующие элементы:

- подготовка информационных блоков о распределении экологических данных в мировых и российских центрах сбора сведений о состоянии систем окружающей среды;
- синтез тематических баз данных, ориентированных на поддержку приоритетных для России национальных и международных программ изучения окружающей среды;

- координация баз данных, сосредоточенных в научных организациях России;
- разработка каталогов спутниковых и наземных данных с учетом международного опыта создания баз данных и обеспечение оперативного широкого доступа потребителей к этим каталогам;
- обеспечение и координация выхода ведомственных и национальных тематических баз данных в международные сети данных;
- анализ полноты баз данных и подготовка и распространение рекомендаций по планированию и реконструкции информационных систем на территории России для повышения эффективности оценок состояния природно-антропогенных систем различного пространственного масштаба вплоть до глобального;
- разработка стандартов представления данных в системах геоинформационного мониторинга;
- координация исследований в области создания новых информационных технологий управления базами данных с целью расширения возможностей диалоговых системных средств компьютерной техники;
- информационное обеспечение сетей интерактивного взаимодействия Центра с пользователями по вопросам о состоянии разработок в России и за рубежом в области поддержки hardware/software;
- проведение научных конференций по проблемам информационного обеспечения экологических исследований.

В данной работе дается расшифровка некоторых из этих элементов.

КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Синтез структуры информационного обеспечения экологических исследований с целью решения задач диагностики окружающей среды зависит от



Соотношение уровней готовности данных мониторинга и режимов измерений

перечня приоритетов этих исследований. К сожалению, остается нерешенной базовая проблема геоинформационного мониторинга, связанная с выделением его приоритетных направлений и определением необходимой его инфраструктуры. Продолжающееся практически независимое развитие технических и теоретических средств геоинформационного мониторинга препятствует решению этой проблемы. Пожалуй впервые она была формализована на глобальном уровне в работах [1, 4, 7]. Только после этих исследований становится возможным сформулировать положения, которые определяют информационную структуру и необходимость информационных уровней геоинформационного мониторинга. Реально существуют несколько уровней потребительских требований к информационному обеспечению. Эти уровни и определяют структуру hardware и software системы мониторинга. По готовности данные мониторинга можно расчленить на шесть уровней, показанных на рисунке. Под идентификаторами здесь понимаются семантические информационные структуры, которые определяют для данного пространственного разрешения распределение элементов окружающей среды и которые являются инструментом управления информационными потоками при проведении исследований по определению и поиску априори определенных потребителем информации объектов. Это могут быть конкретные природно-антропо-

генные образования, явления и процессы. Более того, сеть идентификаторов служит инструментарием для формирования сценариев и последующего подключения моделей для их оценки [5]. Информационно-обслуживающая система НЦИОЭИ должна обеспечивать доступ к шестому уровню базы данных через пользовательский интерфейс с правом образования копий и возможностью последующей модификации. Более подробно эти функции описаны в [5, 6, 8, 9].

Структура информационного пространства системы геоинформационного мониторинга для каждого уровня (см. рисунок) имеет разветвления по направлениям и объектам исследования, а также по пространственным шкалам. Ключевые и приоритетные вопросы глобального мониторинга проанализированы в работах [4, 7]. Табл. 1 дает некото-

Таблица 1

Компоненты и переменные глобальной биogeосистемы Земли, контроль за которыми является необходимым атрибутом глобальной системы геоинформационного мониторинга

Тип данных	Компоненты и параметры
Метеорологические данные	Ветер, температура, влажность, давление, функции тока воздуха на различных высотах, временные ряды индексов состояния и циркуляции атмосферы.
Океаны	Температура поверхности океана и временные ряды индексов температуры, температура и соленость на различных глубинах, уровень океана, ветровое воздействие, приповерхностные течения, цвет моря и объем биомассы, глубинная циркуляция.
Криосфера	Снежный покров, морской лед, границы распространения льда и его толщина, мощность и изменения границ развития континентальных льдов, перемещение масс ледяных покровов и ледников.
Суша, гидрологический цикл и растительность	Осадки, испарение, запасы воды, температура почвы, влажность почвы и подземные воды, растительный покров, тип и состав питательных веществ в почве, эрозия, минерализация.
Радиационный баланс	Компоненты радиационного баланса вблизи поверхности Земли и в верхней атмосфере, потоки ультрафиолетового излучения.
Атмосфера	Концентрация и распределение CO, CO ₂ , O ₃ , хлористо-фтористых соединений, галогенов, окислов азота и серы, аэрозолей; прозрачность стратосферы и тропосферы; параметры химического обмена между атмосферой, океаном, биосферой и литосферой.
Геосфера	Изменения рельефа суши и дна океана, вращение Земли, взаимодействие мантии и коры Земли, движение литосферных плит, вулканизм, геомагнитные вариации.
Солнце	Солнечные вариации, солнечная постоянная.
Внешние воздействия	Совокупность социальных, экономических и биологических параметров, несущих информацию об изменениях глобальной геосистемы.

Перечень характерных для развитых систем мониторинга масштабов представления картографической информации [10, 12]

Масштаб	1:1250	1:2500	1:10 000	1:25 000
Пространственное разрешение, км	0,5×0,5	1×1	5×5	10×20
Масштаб	1:50 000	1:250 000	1:625 000	
Пространственное разрешение, км	40×40	250×200	500×500	

рое представление об этих исследованиях. Табл. 2 характеризует набор пространственных шкал, на который ориентируются конструкторы систем мониторинга. Однако эти решения не являются абсолютно объективными, полученными на основе решения задачи планирования измерений. Решение этой задачи является одной из функций НЦИОЭИ.

ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИИ ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Наиболее разработанной областью информационного обеспечения экологических исследований являются географические информационные системы (ГИС) [8, 9, 11]. Они обеспечивают широкий спектр операций с разрозненными рядами данных, связывая и смешивая их по набору критериев, и обеспечивая процессы обмена взаимной информацией между специалистами различных наук. При этом реализуются функции синтеза в единое информационное пространство отрывочных данных, генерируемых источниками различной физической структуры в многообразных форматах. В результате удается объединять данные от наземных стационарных и передвижных систем наблюдения за окружающей средой, от летающих в атмосфере и спутниковых станций дистанционного мониторинга. Важным здесь является возможность формирования картографических изображений элементов окружающей среды с привязкой к географическим координатам и с выделением специфических образований, что принципиально необходимо при поиске и идентификации чрезвычайных ситуаций типа наводнений, пылевых бурь, оползней, извержений вулканов и т. п. [4].

ГИС-технология основывается на методиках и алгоритмах формализованного преобразования географической информации. В соответствии с дискретным набором пространственных масштабов дискретизации пространства формируется ряд картосхем $\{\Xi_i\}$, каждая из которых несет информацию о структуре и предметном содержании сечения окружающей среды по данному масштабу. Соответствующие средства software реализуют процедуру интеграции информации с различных сечений в уровень S картирования, заданный потребителем этой информации, т. е. дает $\Xi = \bigcup_{i \in S} \Xi_i$, ГИМС-технология [6] развивает ГИС-технологии в направлении реализации формулы ГИМС=ГИС+модель.

Другими словами, функции ГИС оживляются за счет введения новой координатной сетки — временного масштаба. В результате пользователь получает инструмент прогнозирования и, следовательно, может, опираясь на шестой уровень базы данных, осуществлять динамическую интеграцию экологической информации. Обеспечение такого перехода является одной из задач НЦИОЭИ.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИНФОРМАЦИОННОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Одной из важных функций системы геоинформационного мониторинга является обнаружение и идентификация чрезвычайных ситуаций, которые могут возникать в окружающей среде. Богатый опыт решения такой задачи с применением радиофизических, акустических, оптических и других методов подсказывает, что для успешного результата требуется синтезировать широкий спектр многоканальных измерений и использовать иерархическую структуру поиска и обработки информации с различных уровней системы мониторинга — спутник/летающая лаборатория/плавающая лаборатория/наземный или наводный стационарный пункт наблюдения. Задача обнаружения и идентификации аномальных явлений в окружающей среде на каждом уровне решается с применением соответствующих технологий, но оперативность ее решения обеспечивается только всеми уровнями совместно. Спутниковый уровень обеспечивает периодический просмотр элементов окружающей среды и выдает первичный сигнал о возможном появлении аномального образования на следующий уровень. Прохождение сигнала через все уровни дает ответ на вопрос о том, действительно в окружающей среде возникло нарушение ее параметров в некоторой области или это был ложный сигнал.

Операция наблюдения на каждом уровне делится на четыре этапа: 1) барьерный поиск; 2) площадной поиск; 3) слежение и 4) восстановление контакта. В первом случае речь идет о ситуации, когда чрезвычайная обстановка в ограниченной области может ожидаться по причине перемещения через ее границу. Такие задачи характерны для прибрежных районов Мирового океана при появлении цунами или других катастрофических природных или антропогенных явлений. При площадном поиске реализуются средства обнаружения, рассредотачиваемые по пространству и работающие в определенном режиме слежения. Такой режим мониторинга возможен при ожидании наводнений, оползней, снежных лавин, извержения вулканов и т. п. Третий и четвертый режимы функционирования системы мониторинга закрывают естественные ниши в задаче обнаружения, которые могут возникнуть по различным причинам.

Итак, из сказанного следует вывод о том, что задача информационного обеспечения экологического мониторинга при попытках поиска чрезвычайных ситуаций является системной. Каждому уровню системы мониторинга требуется определенный набор информационных структур. Поэтому