

ВОЙТОВ И.В.

*Первый заместитель министра природных ресурсов и охраны
окружающей среды Республики Беларусь
Минск*

- I. VOITOV

*First Deputy Minister for Nature and Protection of Environment of
the Republic of Belarus
Minsk*

Применение информационных технологий в Национальной системе мониторинга окружающей среды для поддержки принятия управленческих решений

Application of Information Technologies in the National System of Environment Monitoring for Support of Administrative Decisions

In conditions of significant anthropogenic influence on nature the role of systematic information received from monitoring is considerably growing. This is one of the major components of the complex approach to quality environment management. Data and information received from the National System of Monitoring (NSM) can be used in decision of a number of special tasks. The main objective of the National System of Environment Monitoring is to provide all management and coordination levels with information on ecological situation for determination of nature exploitation strategy. The most developed area of monitoring researches is the Geographical Information Systems (GIS). The GIS NSM allows to perform a wide range of operations with fragmentary data and to attach this data to observation points. One of the base maps the GIS NSM uses is the digital vector map of the Republic of Belarus plotted to a scale of 1 in 500000. The analysis of 118 thematic maps has allowed to include into the GIS NSM model 14 scanning thematic maps, showing physiographic and industrial features of the Republic.

В условиях существенных антропогенных нагрузок на природную среду возрастает роль систематической информации, получаемой на сетях мониторинга. Результаты наблюдений, адекватные оценки современного состояния окружающей среды, прогнозы его изменения при различных сценариях хозяйственной деятельности и внедрении разного рода природоохранных мероприятий являются основой для принятия управленческих решений по рациональному использованию природных ресурсов и обеспечению стабильного развития экосистем и экологически безопасных условий жизни для человека.

Загрязняющие вещества поступают в окружающую среду из множества промышленных, сельскохозяйственных и естественных источников. Многие

из этих веществ рассеиваются настолько широко, что вызывают такие заметные изменения в окружающей среде, как возможные перемены климата, популяций растений, животных и, как результат, - среды обитания человека в глобальном масштабе. Однако наиболее заметные воздействия на человека и необходимые ему ресурсы отмечаются на региональном и локальном уровнях.

Мониторинг окружающей среды не является самоцелью, он рассматривается нами не как некая абсолютно самостоятельная деятельность, изолированная от других сфер, а как один из компонентов генерального подхода к управлению качеством окружающей среды. При этом следует подчеркнуть необходимость использования не только данных об окружающей среде, но и других видов информации, способных помочь принять решения и предпринять активные действия по охране природной среды.

Данные Национальной системы мониторинга окружающей среды могут быть использованы при решении целого ряда таких специфических задач, как, например:

- оценка состояния компонентов природной среды;
 - выявление территорий с опасными уровнями загрязнения окружающей среды;
 - разработка прогноза изменения состояния окружающей среды с учетом влияния размещаемых на данной территории хозяйственных объектов (на стадии проектирования);
 - разработка состава мероприятий, в том числе экстренных и предупредительных, направленных на улучшение качества окружающей среды;
 - контроль за эффективностью внедряемых мероприятий и при необходимости внесение коррективов в их состав и параметры воздействия и др.
- Потенциальная полезность данных, получаемых с помощью мониторинга окружающей среды, в значительной степени зависит от способов и методов интерпретации и представления данных.

В настоящее время в Республике Беларусь ведутся работы по созданию информационной системы мониторинга окружающей среды.

Этот процесс является достаточно сложным и трудоемким, так как проводимые в различных организациях и учреждениях работы по изучению качественных показателей окружающей среды разрозненны, а получаемые результаты, как правило, не доступны для широкого использования кругом специалиста. Более того, имеются трудности с введением единых стандартов хранения и представления мониторинговой информации, развитием технологий ее обработки. До сих пор остаются нерешенными вопросы обеспечения доступа к ведомственным базам данных, зачастую большие объемы дорогостоящей экологической информации остаются несистематизированными и невостребованными. По целому ряду причин у многих исследователей нет доступа к международным информационным экологическим службам.

Реально оценивая все имеющиеся трудности, включая и финансово-экономические, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды планомерно и последовательно следует по пути применения высокоэффективных информационных технологий и взаимодействия с мировыми информационными структурами в области мониторинга окружающей среды.

Основной целью Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь является обеспечение всех уровней управления и хозяйствования необходимой экологической информацией для определения стратегии природопользования и принятия оперативных управленческих решений (рис.1).

Национальная система мониторинга окружающей среды выполняет следующие основные задачи:

- сбор информации о состоянии окружающей среды по пунктам сети наблюдений (в соответствии с Государственным реестром пунктов наблюдений НСМОС) и контролируемым показателям, состав которых определен техническим проектом НСМОС;

- создание и объединение локальных информационных сетей и организация единой автоматизированной информационной системы сбора, хранения, обработки, обобщения и представления данных о состоянии окружающей среды, в том числе с применением ГИС-технологий;

- выполнение оценок состояния окружающей среды (покомпонентных и комплексных) и составление прогнозов его изменения под влиянием природных и техногенных факторов;

- подготовка периодической информации о состоянии окружающей среды в виде обзоров, ежеквартальных бюллетеней, ежегодников, справочников и др.

Национальная система мониторинга окружающей среды, включающая 13 видов мониторинга, базируется на упорядоченной системе сбора информации о состоянии компонентов природной среды, получаемой с пунктов наблюдений стационарной сети по долгосрочным программам (рис.2). Сбор (получение) мониторинговой информации осуществляется на пунктах наблюдений, включенных в Государственный реестр. Общее число пунктов наблюдений составляет 2624. Размещение сетей наблюдений произведено исходя из условия гарантии обеспечения представительности и достоверности характеристик состояния объектов природной среды и выполнено в соответствии с международными рекомендациями и нормативными документами, разработанными отраслевыми институтами и ведомствами с максимальным сохранением и использованием пунктов, имеющих длительные ряды наблюдений.

Функционирование отдельных видов мониторинга осуществляется в условиях относительной самостоятельности, обусловленной характерными особенностями объектов наблюдений и индивидуальными программами, по-

строенными на основе единых организационных принципов и ориентированными на решение общенациональных проблем природопользования.

Ведение отдельных видов (подвидов) мониторинга осуществляется следующими организациями:

- медицинский, физических явлений (факторов) Минздрав, Республиканский центр гигиены и эпидемиологии, Белорусский научно-исследовательский санитарно-гигиенический институт;
- атмосферного воздуха, поверхностных вод, радиационный, агротехногенно загрязненных почв Центр радиационного контроля и мониторинга природной среды Госкомгидромета;
- подземных вод Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт;
- земель (почв) Госкомитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии, научно-исследовательское государственное предприятие «Институт почвоведения и агрохимии», Белгосуниверситет;
- общего содержания атмосферного озона Госкомгидромет, Институт физики НАНБ, Национальный центр мониторинга озоносферы;
- сейсмический Институт геологических наук НАНБ;
- комплексный экологический учреждение «БЕЛОРУССКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ЭКОЛОГИЯ»;
- растительности государственное лесостроительное объединение «Белгослес», Государственное предприятие «Беллесинвест», Институт экспериментальной ботаники НАНБ, Белгосуниверситет;
- животного мира Институт зоологии НАНБ;
- чрезвычайных ситуаций Министерство по чрезвычайным ситуациям, Центр радиационного контроля и мониторинга природной среды Госкомгидромета;
- локальный Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды (рис.3)

Для сбора, хранения, анализа, обработки, прогноза и представления данных, поступающих из информационно-аналитических центров отдельных

видов мониторинга, создан Главный информационно-аналитический центр НСМОС.

Основное назначение Главного информационно-аналитического центра НСМОС состоит в создании и ведении банка данных о состоянии окружающей среды Республики Беларусь, подготовке и представлении информации в соответствии с регламентами и запросами Минприроды, органов государственной власти и управления, а также координации работ по Программе НСМОС.

Банк данных НСМОС формируется как система, включающая в себя наряду со средствами оперативной обработки данных средства поддержки принятия решений на основе технологии многомерного динамического интерактивного анализа данных, имеющих как временную, так и пространственную привязку и охватывающих определенный период времени. Современные информационные технологии, на использование которых ориентируется в целом вся НСМОС, предоставляют широкие возможности и разнообразные инструментальные средства сбора, обработки и представления информации в виде карт, графиков, диаграмм и других наглядных форм и иллюстрационных материалов.

Для обеспечения информационного обмена между субъектами НСМОС в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь решаются задачи создания территориально распределенных ведомственных и корпоративных сетей.

С целью обеспечения связи Главного информационно-аналитического центра НСМОС, ИАЦ отдельных видов мониторинга и территориальных центров локального мониторинга на базе Главного информационно-аналитического центра НСМОС создана I очередь опорной магистральной информационной сети с организацией центрального узла в учреждении «БЕЛНИЦ ЭКОЛОГИЯ». При этом связь между учреждением «БЕЛНИЦ ЭКОЛОГИЯ» и удаленными областными объектами организована с помощью выделенных каналов связи.

Достаточная сложность информационной системы и различная степень готовности отдельных ее субъектов к функционированию по полной программе предопределяют экономическую целесообразность поэтапного построения информационной сети с ориентацией на решение первоочередных задач.

Одной из таких задач является установление связи между ГИАЦ НСМОС, Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и Территориальными центрами локального мониторинга.

Последовательные этапы создания и развития территориально распределенной сети НСМОС включают в себя решение следующих основных задач:

- поэтапный перевод информационно-аналитических центров отдельных видов мониторинга на подключение к Главному информационно-аналитическому центру НСМОС по выделенным линиям;

- оснащение (умощение) центрального узла сети (ГИАЦ НСМОС);

- организация на базе территориальных информационно-аналитических центров локального мониторинга областных территориальных узлов информационной сети.

Для обеспечения совместимости всех видов информации с целью реализации оперативного информационного обмена и обработки информации (например, при осуществлении быстрого поиска показателей по заданным объектам в различных разрезах для принятия решения) необходимо осуществлять хранение и передачу информации в стандартизованных форматах.

Состав распределенных баз данных каждого вида мониторинга отражает реально сложившиеся зависимости объектов, их показателей и характеристик и поддерживает работу со следующими видами данных:

- реляционные базы данных в виде:

- • мониторинговых данных, характеризующих состояние окружающей среды по всем видам мониторинга Национальной системы мониторинга окружающей среды;

- • нормативно-справочной и дополнительной информации, используемой в процессе решения задач;

- • метаданных (сведения о типах баз данных, способах организации, технических и человеческих ресурсах и т.д.);

- • данных анализа, оценки и прогноза, формируемых при подготовке и в процессе решения задач комплексной оценки и прогнозирования;

- текстовая информация, включающая законодательные, нормативные, руководящие, методические и иные материалы в виде справок, обзоров, бюллетеней, и гипертекстовая информация, позволяющая осуществлять многократный оперативный доступ;

- картографические данные в виде цифровых векторных и растровых карт, карт-схем, карт-диаграмм;

- выходные документы, получаемые по регламентированным и нерегламентированным запросам в виде таблиц, графиков, диаграмм, гистограмм и т.п.;

- архивные материалы в первичном и обобщенном виде в упакованных форматах.

Состав, направление и порядок движения данных в информационной системе Национальной системы мониторинга окружающей среды определяются функциями ее структурных элементов, их информационными потребностями и стоящими задачами.

Все структурные подразделения информационной системы НСМОС организационно и функционально связаны между собой, сохраняя при этом самостоятельность в качестве информационно-аналитических центров отдельных видов мониторинга. Главный информационно-аналитический центр НСМОС является центральным звеном системы, объединяющим отдельные информационно-аналитические центры в единую интегрированную систему. Организация территориально распределенной сети НСМОС осуществляется с соблюдением согласованной технической политики в выборе средств управления данными, форматов обмена данными и с обеспечением возможности удаленного доступа к серверам локальных вычислительных сетей в режиме «клиент-сервер».

Для обеспечения взаимодействия с международными информационными экологическими центрами ГИАЦ НСМОС ориентирован на использование современных информационных технологий, таких как геоинформационные системы, информационные технологии управления базами данных и информационными потоками.

Наиболее разработанной областью информационного обеспечения мониторинговых исследований являются географические информационные системы (ГИС). ГИС НСМОС создавалась для реализации широкого спектра операций с разрозненными рядами данных, связывая их по набору критериев и по координатной привязке к пунктам наблюдений. При этом предусматривались функции синтеза в единое информационное пространство данных различных видов мониторинга. Важной функцией ГИС является возможность формирования картографических изображений характеристик экологической ситуации с привязкой к географическим координатам, что принципиально необходимо при ведении и интерпретации данных отдельных видов мониторинга, выполнении сопряженного анализа и интегральных комплексных оценок экологического состояния территорий.

ГИС НСМОС относится к группе информационно-аналитических ГИС, которые реализуются на стандартных инструментальных средствах и предназначены для решения задач пространственного анализа и моделирования природных явлений и ситуаций, связанных с антропогенной деятельностью. В ГИС НСМОС используются готовые цифровые модели местности с применением всех возможностей цифровой картографической информации. Базы цифровых картографических данных наблюдений составляют информационную основу ГИС НСМОС.

В качестве базовой карты в ГИС НСМОС используется цифровая векторная карта Республики Беларусь М 1:500 000. Анализ 118 тематических карт позволил включить в макет ГИС НСМОС 14 растровых тематических карт, отражающих физико-географические и хозяйственные особенности республики.

Большой практический интерес для задач НСМОС представляет совместное применение материалов классической съемки с другими видами дис-

танционных съемок территории (тепловизионной, многозональной, аэро-съемкой и др).

С целью использования данных дистанционного зондирования разработана логически обоснованная последовательность компьютерной обработки изображений.

Апробирование и обработка технологии создания и ведения картографических баз данных и баз данных мониторинговых наблюдений средствами ГИС осуществлена нами на макетном регионе республики, в качестве которого выбрана территория бассейна Западной Двины.

Комплексирование всех информационных ресурсов макета в единую ГИС достигнуто посредством создания в среде Arc View GIS совокупности данных:

- множества электронных документов (электронные карты, таблицы, диаграммы и т.д.);
- определения графического интерфейса пользователя;
- множества Script-файлов, включаемых в проект при необходимости расширения функциональных возможностей системы.

Геоинформационные технологии с большой эффективностью могут быть использованы для поддержки принятия управленческих решений на разном административном уровне (республиканском, областном, районном, городском, объектовом).

В качестве примера приводятся экологические карты, построенные средствами Arc View GIS, территории Минской области, Осиповичского района, г.Осиповичи, Осиповичского завода автомобильных агрегатов (промплощадка).

При создании ГИС Минской области особое внимание уделено оценке качества поверхностных и сточных вод. Минским областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды осуществляются регулярные наблюдения за качеством поверхностных и сточных вод на 234 пунктах, ЦРКМ Госкомгидромета -- на 27 пунктах. Эти массивы информации, сформированные в базы данных, позволяют выполнять разного рода оценки и проследивать динамику качества поверхностных вод поингредиентно.

Для Осиповичского района создан комплект карт, включающий карты рельефа, гидрографии, растительности, болотных массивов, населенных пунктов и инфраструктуры, программно связанные со справочными данными, что облегчает и ускоряет работу горрайинспекции. ГИС г.Осиповичи содержит сведения о размещении всех источников загрязнения окружающей среды и позволяет выполнять природоохранные задачи на уровне отдельных промышленных предприятий.

Организации – субъекты НСМОС

Вид мониторинга	Организации
<ul style="list-style-type: none"> • медицинский, физических явлений (факторов) 	Минздрав, Республиканский центр гигиены и эпидемиологии, Белорусский научно-исследовательский санитарно-гигиенический институт;
<ul style="list-style-type: none"> • атмосферного воздуха, поверхностных вод, радиационный, агротехногенно загрязненных почв 	Центр радиационного контроля и мониторинга природной среды Госкомгидромета;
<ul style="list-style-type: none"> • подземных вод 	Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт;
<ul style="list-style-type: none"> • земель (почв) 	Госкомитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии, научно-исследовательское государственное предприятие «Институт почвоведения и агрохимии», Белгосуниверситет;
<ul style="list-style-type: none"> • общего содержания атмосферного озона 	Госкомгидромет, Институт физики НАНБ, Национальный центр мониторинга озоносферы;
<ul style="list-style-type: none"> • сейсмический 	Институт геологических наук НАНБ;
<ul style="list-style-type: none"> • комплексный экологический 	учреждение «БЕЛОРУССКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ЭКОЛОГИЯ»;
<ul style="list-style-type: none"> • растительности 	государственное лесоустроительное объединение «Белгослес», Государственное предприятие «Беллесинвест», Институт экспериментальной ботаники НАНБ, Белгосуниверситет;
<ul style="list-style-type: none"> • животного мира 	Институт зоологии НАНБ;
<ul style="list-style-type: none"> • чрезвычайных ситуаций 	Министерство по чрезвычайным ситуациям, Центр радиационного контроля и мониторинга природной среды Госкомгидромета;
<ul style="list-style-type: none"> • локальный 	Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды