

УДК 502.36:352/354

Боков В. А., Лычак А. И., Карпенко С. А.

ИНФОРМАЦИОННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КРЫМА

Последнее тридцатилетие XX века называют эпохой возникновения глобальных проблем, глобального экологического кризиса. Человечество переступило порог допустимого воздействия на биосферу, возник дефицит природных ресурсов, наступил глобальный кризис надежности экологических систем. Происходит рост частоты повторяемости стихийных бедствий. Не за горами обострение межгосударственных конфликтов, связанных с борьбой за ресурсы.

Стало понятно, что человеческая деятельность должна быть согласована с возможностями природной среды, соразмерна не только ближайшим, но и отдаленным целям развития биосферы. Возникла потребность формирования представлений о необходимости устойчивого развития человечества.

Основная причина сложившейся ситуации - потребительский образ жизни, ориентация на постоянный экономический рост. Природа рассматривается человеком преимущественно как источник ресурсов, а не как самоценная система. Необходима перестройка системы социально-экономических отношений и действий по сохранению природной среды.

Экологические, экономические и социальные проблемы переплелись в единый клубок, в котором трудно выделить причины и следствия, главное и второстепенное. Для решения политических и экономических проблем стало недостаточно традиционных подходов, вследствие чего политика все чаще заменяется геополитикой, а экономика - геоэкономикой. Геоэкологический подход все больше проникает в самые различные сферы жизни современного общества.

Мировое сообщество на уровне крупнейших форумов в Стокгольме (1972), Рио-де-Жанейро (1992) и Йоханнесбурге (2002) согласилось с необходимостью смены системы взаимодействия человека и природы. Возникла геоэкономика как наука об использовании законов природных систем в социально-экономическом развитии.

Особую опасность вызывают чрезвычайные ситуации, переходящие в катастрофы. В последние десятилетия наблюдается рост повторяемости стихийных природных явлений и техногенных аварий, носящих катастрофический характер. Наносимый ими ущерб растет опережающими темпами. Есть основания предполагать, что уже в первой половине XXI века этот фактор может существенно замедлить экономический рост. Ответом на этот вызов стала разработка ряда национальных и международных программ, направленных на уменьшение ущерба. ООН объявила 90-е годы «Десятилетием борьбы со стихийными бедствиями».

К сожалению, ведущим подходом в борьбе с чрезвычайными ситуациями остается реагирование на случившийся факт. Необходим переход на превентивные меры - как известно «предупредить болезнь легче, чем лечить».

**ИНФОРМАЦИОННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ
РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КРЫМА**

Решение мировых проблем необходимо начинать в регионах. В Крымском (Азово-Черноморском) регионе наиболее актуальными проблемами окружающей среды и природных ресурсов являются: состояние лесов, горных ландшафтов, городской среды, подземных вод, прибрежных морских экосистем, проблемы сельскохозяйственного производства, обеспечения энергией, деградация почв, обеспеченность природной водой, воздействие Северо-Крымского Канала; погодноклиматические воздействия: засухи, заморозки, град; разрушение пляжей и берегов.

Для успешного решения данных региональных проблем необходима перестройка системы сбора информации, ее обобщения, совершенствование методов оценки и прогноза, выработки действий по оптимизации состояния окружающей среды.

Современная система получения экологической информации в регионе (и на Украине в целом) складывалась в течение многих десятилетий на основе задач и целей ведомств, что на этапе экстенсивного развития государства (создание промышленной базы в 30-е годы и восстановление хозяйства после войны) было оправданным. Невнимание к информационным технологиям, недостаточный учет социальных и экологических проблем и доминирование ведомственного подхода в ущерб территориальному стало одной из причин технологического отставания СССР в 70-80-е годы.

Поэтому сейчас требуется изменение систем управления на базе совершенствования сбора и анализа информации, понимания структуры и динамики природных, технических и социальных систем. Это тем более логично, что постиндустриальная эпоха развития общества переходит в информационную эпоху, в которой информация становится одним из главных ресурсов.

Одним из важнейших шагов на пути создания системы комплексного мониторинга состояния окружающей среды в Азово-Черноморском регионе является создание специализированного центра информационного обеспечения принятия управленческих решений в области экологии. Главной целью этого центра было бы повышение эффективности системы мониторинга в Крыму, интеграция систем сбора и анализа информации, интерпретация наблюдений, оценка, прогноз, оптимизация.

Основные функции регионального центра экологического мониторинга.

1. Научно-методическое обеспечение комплексного межведомственного регионального мониторинга окружающей среды и природных ресурсов.

Такая система слежения, анализа и оценки ситуации может быть названа мониторингом в широком смысле слова: мониторинг окружающей среды включает не только наблюдения за состоянием среды, но и оценку, прогноз и выработку мероприятий по оптимизации территории. Мониторинг должен обеспечивать систему противодействия опасностям и угрозам, позволяющим осуществлять долгосрочное (стратегическое), среднесрочное (тактическое) и краткосрочное (оперативное) планирование и прогнозирование возможностей их возникновения.

Опору мониторинга должно составить дистанционное зондирование из космоса при особом внимании к чрезвычайным ситуациям.

Слежение за природными стихийными бедствиями и их прогнозирование. Необходимо создание банков данных материалов наземных наблюдений и дистанци-

онного зондирования территории Крыма и акваторий Черного и Азовского морей. Контроль состояния экономически важных и опасных объектов, создание банка данных по этим объектам на территории Крыма и в Причерноморье.

2. Научно-методическое обеспечение информационного базиса регионального планирования (градостроительство, районная планировка, геополитика). Обоснование выбора путей развития, структуры хозяйства, специализации региона.

3. Научно-методическая поддержка оценок, анализа, аудита, менеджмента.

Необходимо поставить на новый уровень оценку природных ресурсов (в первую очередь - земельных ресурсов), производить экологический аудит и экологическое страхование, что в условиях рынка земли очень актуально.

4. Обеспечение получения, обобщения и интеграции информации разнородных наблюдательных сетей.

Центр призван решать задачи по обобщению, анализу, обработке информации о состоянии природной среды и ресурсов, природно-технических системах, городских и производственных объектах, рекреационных комплексах, осуществлять оценку влияния природных и техногенных факторов на производственные объекты, экосистемы и человека. Он должен осуществлять интеграцию ныне разрозненной информации, получаемой ведомствами, космическими службами, научными учреждениями и проектно-производственными структурами.

5. Организация переподготовки и обучения специалистов в области мониторинга и охраны окружающей среды. Центр должен использоваться как база практик студентов Таврического национального университета и других вузов.

Реализация программы создания мониторинга окружающей среды должна опираться на Программу экологического мониторинга Украины, Указ Президента о создании Крымского подспутникового полигона и Международную Пилотную Программу по Комплексному Мониторингу, принятую ЕЭК ООН в 1987 году (частичные наблюдения по данной программе проводятся на Карадагской фоновой станции экологического мониторинга, внесенной в список мировой сети).

В дальнейшем, речь может идти о расширении задач центра. Прежде всего, превращения его в международный центр экологического мониторинга за счет вовлечения в работу групп специалистов причерноморских стран. Актуальность этого предложения значительно возрастает в связи с ростом объемов перевозки нефти по Черному и Азовскому морям. Здесь неизбежен рост риска разливов нефти, что приводит в противоречие с интересами рекреационной отрасли Крыма и всего региона (Донузлав, Голубой поток, нефтепроводы Одесса-Броды, Баку-Тбилиси-Поти, проблема прохода судов по Босфору и др.).

Центр должен своевременно обеспечивать информацией органы власти и населения, осуществлять обучение и переподготовку специалистов в области природных ресурсов, курсы повышения квалификации. Основными потребителями экологической информации могут выступить правительственные структуры стран Причерноморья, органы власти Автономной Республики Крым, бизнес-структуры, сельскохозяйственные кооперативы и фермеры, военные и транспортные службы.

Основная тематика работ в рамках такого центра может выглядеть следующим образом:

**ИНФОРМАЦИОННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ
РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КРЫМА**

1. Информационно-аналитическая деятельность, связанная с выполнением функций Регионального Центра комплексного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов как центра Единой системы экологического мониторинга Автономной Республики Крым.

В настоящее время перед Республиканским комитетом по экологии и охране природных ресурсов АРК поставлена задача создания системы экологического мониторинга. Центр может стать основным информационным и научно-методическим ядром реализации этой программы, выполнять функции главного исполнителя работ на основе соглашений между центром мониторинга и Крымским комитетом по экологии и охране окружающей среды по разработке, созданию и эксплуатации Единой системы экологического мониторинга Крыма и входящих в нее подсистем экологического мониторинга.

2. Подготовка предложений Верховному Совету и Совету министров Крыма по основным направлениям региональной государственной экологической политики и территориального планирования, по разработке и реализации территориальных программ и экологических проектов (в рамках второй задачи - региональное планирование).

Информационное обеспечение органов власти материалами для принятия управленческих решений в сфере регионального развития, составления рекомендаций в области охраны природы, рационального использования природных ресурсов и других вопросов развития экономики.

3. Совершенствование систем наблюдений, определение оптимальной пространственной и временной структуры регистрации метеорологических, гидрологических, лесных, почвенных, гидрогеологических и других видов наблюдений.

4. Подготовка и внесение предложений по совершенствованию нормативных правовых актов Республики Крым по вопросам охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности и сохранения биологического разнообразия;

5. Просвещение и обучение управленцев, населения и пр. Учебно-производственная деятельность.

Работа центра в оперативном режиме подразумевает соблюдение принципа поступления информации, обработки и передачи ее потребителю в реальном масштабе времени, в том числе, в прогнозном варианте. Исходя из этого, можно сформулировать круг *основных задач центра экологического мониторинга*:

- прогноз и предупреждение опасных природных явлений (циклонов, в том числе маломасштабных вихрей - использование береговых локаторов и локаторов военизированной службы оп активным воздействиям), прибрежных штормов, паводков (взаимодействие со службами МЧС, Гидрометслужбой), снежных лавин, разрушения берегов;

- слежение за изменением агрометеорологических условий, прогноз и предупреждение заморозков, пыльных бурь, сильных морозов, засух, ливней, гололеда, града, определение областей вымерзания озимых посевов в суровые зимы. Разработка схемы (модели) искусственного вызывания атмосферных осадков (космические службы, военизированная служба);

- регистрация лесных пожаров, палов в степях;

- получение информации для спасения судов на море;

- слежение за фазами вегетации сельскохозяйственных культур, развитием биомассы, появлением вредителей, динамикой влажности почвы, состоянием пастбищ, составление прогноза урожайности (взаимодействие с сельскохозяйственными службами, космическими службами, оперативный прогноз температурного режима почвы, а также режима выпадения атмосферных осадков во время посевной и уборочной);

- слежение за облиствением деревьев в лесах, появлением вредителей (взаимодействие с Госкомитетом по лесному хозяйству);

- слежение за распространением загрязнений от промышленных предприятий и транспортных средств, особенно в периоды инверсионной погоды, за состоянием воздушной среды в городах (взаимодействие с Гидрометслужбой, санэпидстанциией), смогами над городами, регистрация кислотных дождей, радиоактивных загрязнений;

- слежение за динамикой состояния прибрежной зоны моря, перемещением танкеров с целью регистрации нефтяных разливов (регистрация и прогноз уровня загрязнения, сгонов (взаимодействие с Гидрометслужбой), регистрация трансграничных потоков загрязняющих веществ, регистрация загрязнения прибрежных акваторий нефтепродуктами;

- слежение за динамикой озонового слоя (атмосферного) и приземной концентрации озона (Карадагская обсерватория);

- слежение за состоянием плотин, запасами воды в водохранилищах и в почвенном покрове, состоянием дамб каналов, коллекторно-дренажной сети, оценка эффективности работы дренажных насосных станций, гидрологическим режимом лечебных грязевых источников, Сиваша, Сакского озера, Чокракского озера, подтоплением сельскохозяйственных земель.

Долгосрочный и среднесрочный режим прогнозирования изменений состояния окружающей среды должен осуществляться через экологический контроль над территориальным планированием и проектированием.

Система получения информации складывается из нескольких функциональных блоков:

- станции приема космоизображений со спутников Ресурс, NOAA, Океан;
- подразделение по тематическому дешифрированию космоизображений;
- сеть наземных станций и полигонов инструментального наблюдения;
- центр полевых географических исследований;
- центр геоинформационных технологий;
- лаборатории химического и физического анализа;
- коммуникационный узел.

Получение информации осуществляется из различных источников:

1. Материалы космического дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) - Украинское космическое агентство (в том числе Центр в Евпатории), космические службы в России и др. Непосредственные измерения обеспечиваются соответствующим технологическим и лабораторно-аналитическим инструментарием.

**ИНФОРМАЦИОННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ
РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КРЫМА**

2. Поступление материалов авиационного дистанционного зондирования может быть обеспечено специализированными подразделениями вооруженных сил Украины, специализированными самолетными комплексами и т.д.

3. Поступление наземной, ведомственной экологической информации обеспечивается целым рядом специализированных служб: гидрометслужбы причерноморских стран, геологические службы, сельскохозяйственные, лесные, служба по активным воздействиям на атмосферные процессы, СЭС и др.

Вторичная информация генерируется в ходе реализации информационно-аналитических функций центра. Дешифрирование мультиспектральных аэро- и космических снимков. Перевод информации в ГИС-формат. Обработка информации, унификация, привязка к территории, пространственно-временная интерполяция и экстраполяция, аппроксимация, прогноз, рекомендации, оптимизация.

В качестве операционных территориальных единиц контроля и оценивания могут выступать: административные единицы, хозяйственные единицы (в том числе узловые районы, лесхозы), природные единицы, ведомственные территориальные системы и комплексы.

Поскольку сбор информации и управление ведется по этим единицам (при разных вариантах соподчинения и пересечения) необходима интеграция операционных единиц и информации, получаемой по ним. Поэтому возникает задача построения пространственно-временной иерархической системы операционных единиц сбора информации и управления ситуациями. Необходимость и эффективность измерения экологических параметров определяются временем доставки результата потребителю и временем принятия решения (они не должны превышать характерное время объекта, либо цикла его изменчивости).

Наблюдения за состоянием окружающей среды, проводимые ведомствами, не состыкованы в пространственном, временном, объектном и параметрическом отношениях, по формату наблюдений. Отсюда возникает задача пространственно-временной интерпретации экологических показателей.

Временные масштабы получаемой информации, соотнесенные с задачами ее использования, позволяют в каждом конкретном случае произвести ее разграничение на базовую и оперативную.

Базовой информацией следует считать ту, время изменения которой значительно больше времени, в течение которого потребитель осуществляет действия по ее использованию. То есть, в этом случае, базовая информация сохраняет свое постоянство в течение всего периода ее использования, и показатели, относящиеся к ней, могут рассматриваться как константы. К базовой информации, в первую очередь, могут относиться достаточно устойчивые во времени показатели, связанные с геологическим строением, общими чертами рельефа, главными характеристиками почвенного покрова, растительности и др.

Оперативная экологическая информация охватывает все показатели, характерное время которых примерно равно тем отрезкам времени, в течение которых производится фиксация информации, ее обработка, передача потребителю и анализ, а также принимаются решения. В этом случае важнейшее место должно занимать сопоставление названных отрезков времени. Если время изменения объ-

екта меньше времени, затрачиваемого на получение и использование информации, то такая экологическая информация может использоваться лишь для ретроспективного анализа закономерных связей объектов и субъектов.

В научно-методическом плане создание и функционирование Центра должно опираться на следующие подходы и принципы:

1. Геоситуационный подход - он позволяет оценить уровень воздействия на окружающую среду и ее качество на фоне конкретного сочетания природных, социальных, экономических условий в конкретный момент времени. Так, выбросы загрязняющих веществ в природные среды производят различный эффект в зависимости от характера погодных условий и устойчивости ландшафтов (в разных местоположениях требования к качеству среды могут быть различными в разные моменты времени).

2. Превентивный подход - ориентирует на принятие упреждающих мер, недопущение чрезвычайных ситуаций, что в конечном итоге оказывается на порядок более выгодным в социальном, экономическом и экологическом отношениях.

3. Учет множественности субъектов и объектов при решении задач оценки и оптимизации - при выборе критериев оценки, формулировке целей, необходимо ориентироваться на все субъекты и объекты. Важно соотносить краткосрочные и долгосрочные цели

4. Широкое использование имитационного моделирования. Большая часть социальных, хозяйственных и экологических систем не допускает прямых экспериментов, что делает необходимым использование имитационного компьютерного моделирования.

5. Учет взаимодействия и переплетения социальных, экономических, политических и экологических явлений. Подавляющая часть чрезвычайных ситуаций имеет комплексную природу: первоначально они вызываются природными стихийными бедствиями, техногенной катастрофой или социальной катастрофой, но затем происходит переплетение факторов, их взаимное усиление. Почти любой катастрофический процесс имеет комбинированный характер, таковы, например, наведенные землетрясения.

6. Учет цепных реакций. Важное значение имеют эффекты усиления или ослабления первоначальных процессов. Геосистемы и экосистемы любых уровней (локальных, региональных и глобальных) могут противостоять внешним воздействиям в соответствии с уровнями устойчивости. Превышение пороговой нагрузки вызывает нарушения регулирующих способностей, что часто вызывает возникновение цепных реакций, многократно усиливающих первоначальный импульс: механизмы единовременных запредельных нагрузок, кумулятивные механизмы, механизмы цепных реакций с самоиндукцией, широкозахватные механизмы.

Основополагающие теории, концепции и модели, положенные в основу создания системы регионального экологического мониторинга:

1. Теория местоположений, экстраполяция, интерполяция, аппроксимация, анализ пространственных полей, регрессионный анализ.

**ИНФОРМАЦИОННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ
РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КРЫМА**

2. Метод системной динамики и его усовершенствованная модификация - метод адаптивного баланса влияний, позволяющий изучать взаимодействия разных по устройству и организации объектов, их динамику.

3. Методы принятия решений в условиях недостатка информации.

4. Совокупность исследований по методике экологических оценок, экологических экспертиз, разработанных на кафедре геоэкологии.

5. Морфологический и морфометрический анализ пространственных неоднородностей.

6. Знание геосистемной, ландшафтной структуры Крыма, временной динамики ландшафтных систем, геоситуаций.

Подходы получения новой экологически значимой информации в центре комплексного экологического мониторинга и в ведомственных системах контроля существенно отличаются. В основе получения центром новой информации лежат следующие факторы:

Переплетение, взаимодействие объектов и сред разной природы позволяет получить новую информацию, увидеть цепные реакции, последствия (каждое ведомство видит только свой объект).

Широкое использование методов пространственно-временной интерполяции и экстраполяции позволяет распространить точечную информацию на территорию и моментную информацию на отрезки времени.

Понимание организации и функционирования объектов региона и принципов их взаимодействия позволяет прогнозировать ситуацию, работать в режиме предвидения и предупреждения опасных ситуаций.

Центр в состоянии использовать моделирование (главным образом имитационное). Имитационное моделирование соединяет в себе моделирование и эксперимент, то есть в этом случае имеет место экспериментальное моделирование. Это позволяет преодолеть ряд кардинальных трудностей:

1) региональные объекты слишком велики для непосредственных экспериментов и опытов;

2) многие геосистемные процессы происходят медленно, что также не позволяет использовать непосредственные эксперименты;

3) объекты слишком дороги и ценны для того, чтобы производить с ними эксперимент и рисковать ими (тем более, что это дом социума).

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций является весьма сложной задачей, связанной с недостаточной изученностью различных природных процессов в силу их сложности, неоднозначности взаимодействия различных факторов природного и техногенного характера, а также с многофакторностью задачи и трудностью ее математической формализации.

Поэтому предлагается наиболее реальный и продуктивный путь по оценке природных и техногенных рисков - моделирование чрезвычайных ситуаций по различным сценариям и оценка их последствий на базе ситуационного подхода.

Методически работа проводится следующим способом:

1. Ретроспективный анализ развития системы; 2. Современное состояние исследуемой системы; 3. Прогнозирование функционирования в текущем режиме; 4. Ус-

ловия экстремального режима; 5. Сценарий; 6. Оценка последствий; 7. Модель; 8. Разработка рекомендаций.

Иерархия данного подхода в прогнозировании чрезвычайных ситуаций и планирования мероприятий по их ликвидации сводится к последовательному созданию базы данных, ГИС, экспертных оценок, имитационных моделей. При этом ГИС, основывающаяся на базе данных и информации, непосредственно привязанной к местности, позволяет визуализировать ситуацию и способствует выявлению наиболее рационального способа принятия решений.

Системы искусственного интеллекта –нейросистемы, аппарат нечетких множеств и др., основываясь на данных ГИС, как раз и определяют наиболее оптимальные методы и пути реализации этих решений и позволяют провести научное прогнозирование и сценарий развития ситуации.

При моделировании ситуаций принимаются во внимание такие параметры как климат, почвенный покров, его способность к самоочищению, растительный покров, гидрологические и геоморфологические условия территорий, их экологическое состояние.

Важным моментом в осуществлении работы является дешифрирование материалов дистанционного зондирования земли. Дело в том, что оценить техногенные нарушения позволяют практически только эти материалы, ибо на топографических картах техногенные объекты (карты, дороги, площадная эрозия, пожары и др.) либо не находят отражения, либо представлены в знаковой форме. Специальные виды съемок (например, тепловые или радиолокационные) успешно применимы для определения тепловых аномалий, при оценке состояния газопроводов, при наличии облачности и др.

С другой стороны, именно аэрофотосъемки позволяют в явном виде увидеть и непосредственно оценить наиболее опасные природные зоны и ландшафты и тем самым осуществлять мониторинг территорий.

Решаемые задачи аэрофотосъемок: мониторинг паводковой обстановки; мониторинг окружающей среды; лесопатологический мониторинг; мониторинг коммунального хозяйства и теплоэнергетики; мониторинг трубопроводного транспорта.

Конечное качество выдаваемой информации и рекомендаций по практической деятельности определяется теми средствами, которые будут находиться в распоряжении центра. В основе данного подхода, его сердцевиной, является компьютерная система высокого класса, опирающаяся на ГИС, нейросистему и аппарат нечетких множеств, выступающих в качестве инструмента принятия решений. При этом созданные электронные версии атласов территорий объектов включают в себя различные информационные слои и уровни с соответствующей аналитической поддержкой.

Таким образом, речь идет о единой системе или целом комплексе универсальных мер по информационному обеспечению принятия решений в условиях антикризисного управления. Принципиально, что проблема состоит не в принятии отдельных волевых решений при реагировании на конкретную ситуацию, а в технологии принятия решений в непрерывном режиме, как на оперативном уровне, так и на стратегическом.

Поступило в редакцию 12.10.2004