

**К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК НА ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ****Ю.Ф. Катаевский, Г.Г. Истомина, И.О. Павленко, В.В. Тришин**

Предлагается использование географически-информационной экспертной системы (ГИС), позволяющей оценивать и прогнозировать изменения структуры и функционального состояния экосистем в зависимости от уровня техногенных нагрузок. Это существенно поможет в разработке экологических нормативов с учетом требований сохранения рентабельности предприятий и минимизации наносимого окружающей среде ущерба.

Техногенное загрязнение окружающей среды наносит огромный ущерб природным комплексам и обостряет угрозу экологических катастроф. В связи с невозможностью полного прекращения поступления промышленных отходов в биогеоценозы вопросы биологического нормирования антропогенных нагрузок приобретают особую актуальность. Однако подход к разработке экологических регламентов должен отличаться от подхода, который принят в санитарно-гигиеническом нормировании. Существующие санитарно-гигиенические нормы как правило и вполне обоснованно базируются на принципах приоритетности защиты здоровья человека. Но ориентированные на обеспечение безопасности людей эти нормативы не защищают другие объекты живой природы. Следует отметить, что основным объектом при экологическом нормировании являются системы надорганизменного типа (популяции, сообщества, биоценозы). Поэтому экологические нормативы должны обеспечивать сохранность популяций организмов, даже допуская гибель отдельных особей, и гарантировать не только благополучие природных комплексов, но и не снижать экономическую рентабельность промышленных предприятий данного региона [1].

При разработке экологических нормативов следует учитывать, что такие нормы не могут являться абсолютно жесткими, и задача нормирования сводится к поиску компромисса между требованиями находиться дальше от границы устойчивости экосистемы и получением максимально возможной продукции с учетом того или иного вида хозяйственной деятельности. Кроме того, экологические нормы должны быть ориентированы не на степень и качество конкретных видов воздействия на природные комплексы, а на ответную реакцию биологических систем [1].

При решении вопросов экологического нормирования возникает необходимость определения непосредственно нормы биологической системы, что является довольно сложной проблемой, так как существуют возможности функционирования систем надорганизменного уровня в нескольких метастабильных состояниях, а также выполнение специфических функций в системах более высокого уровня. Наиболее характерными свойствами биологических систем является их способность изменять функциональные параметры с целью поддержания системы в оптимальных условиях. Процессы приспособления (адаптации) могут протекать на трех уровнях: приспособительные реакции в организмах, приспособительные реакции надорганизменного характера и адаптивная микроэволюция. Следует отметить, что экологическая норма не может быть сведена к простой совокупности среднестатистических величин, характеризующих основные функциональные параметры системы. Состояние нормы, определяемое по количеству наиболее информативных показателей, можно рассматривать как естественную вариабельность, отражающую колебания эколого-климатических факторов и закономерности саморазвития биологических систем. При этом кроме анализа данных по многолетней динамике таких показателей необходимо учитывать и периодическую смену направлений эволюционного и исторического масштабов времени [1, 2].

Таким образом, неспецифичность реакции на антропогенное воздействие и другие особенности природных систем надорганизменного уровня требуют разработки самостоятельной теории и методологии воздействия техногенных нагрузок на природные комплексы. Следует отметить, что в целях экологического нормирования очень сложно использовать интегральные показатели состояния природных комплексов в связи с большим разнообразием биогеоценозов и неравномерностью распределения нагрузок на отдельные элементы систем. Поэтому представляется целесообразным выделение отдельных биогеоценозов, наиболее критических к конкретному виду воздействия, по отношению к которому необходима регламентация [2].

В настоящее время одной из главных задач в области экологии является комплексный анализ последствий техногенных воздействий на компоненты природной среды и откликов на них биосферы, а также оценка всевозможных трансформаций, что позволит принимать взвешенные решения о допустимых уровнях таких воздействий (рис. 1). Это в свою очередь требует создания информационной базы по экосистемам, разработки методик оценок их экологической емкости и допустимых экологических нагрузок. Такой информационной базой может быть геоинформационная система (ГИС) [3, 4].

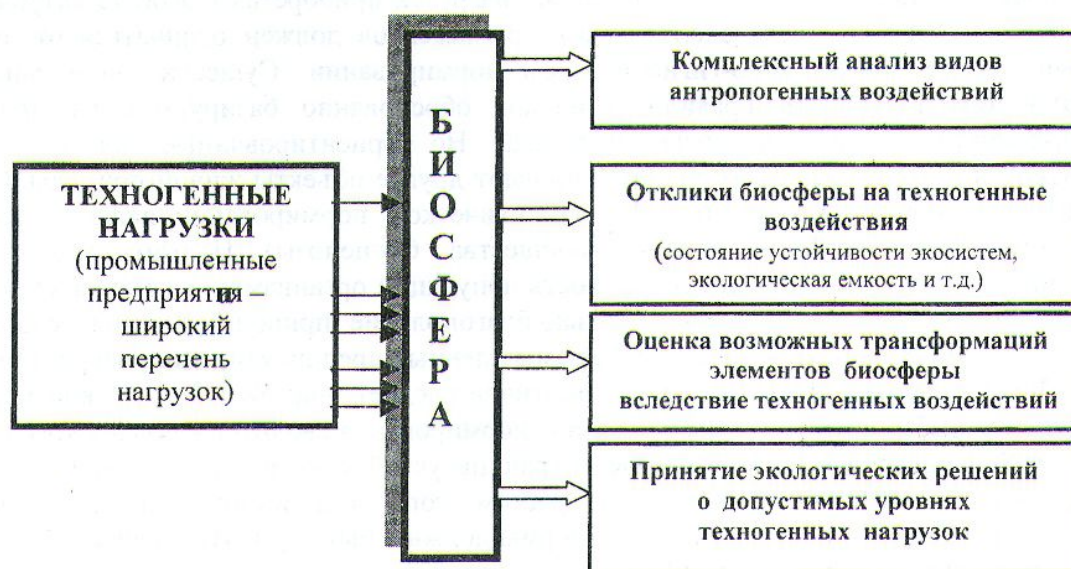


Рис. 1. Схема воздействия техногенных факторов на компоненты биосферы.

На базе имеющихся программных продуктов (MAPINFO, ARK/INFO, ITC, и др.) предполагается осуществить технологию создания экологической ГИС, позволяющей анализировать влияние промышленных предприятий на окружающую природную среду. Широкие возможности также заложены в территориальной информационной системе «КАРТА», разработанной фирмой RSDE (Remot Sensing Data Engineering). С ее помощью и с соответствующим фильтрованием возможны дешифровка данных космической и аэрофотосъемок, дистанционное зондирование, цифрование и автоматический ввод карт; наложение предметной информации, сшивка отдельных карт и подвязывание к ним необходимых данных из других баз данных и т.д. Кроме того, возможно районирование территорий с выделением зон угнетения биоты, участков накопления химических и радиоактивных веществ, что позволит вырабатывать эффективные экологически и экономически обоснованные решения [4].

Экологическую информационную систему предлагается реализовать на основе организации двух блоков (рис. 2). Блочный принцип структурной организации информационной системы предполагает, что отдельные ее блоки создаются и

функционируют самостоятельно, но в них заложена возможность простой интеграции в более общие структуры.

Первый блок – база экологических данных, которую предлагается реализовать на одной из описанных выше географической информационной системе. Вторым блоком экологической информационной системы является база знаний о процессах, протекающих в природной среде. Она аккумулирует в себе характерные для региона физические и физико-химические параметры, характеризующие почвы, гидрологические параметры, миграционные показатели ингредиентов, гидродинамические показатели и т.д. Биоинформационный блок содержит также соответствующие материалы, отражающие распределение растительных сообществ в рамках рассматриваемых территорий, а также биогеоценообразующий потенциал фитоценозов. Таким образом устанавливается взаимосвязь между биотической и абиотической составляющими биосферы, что соответствует биоинформационному и геоинформационному блокам. Весь этот массив информации предлагается хранить и обрабатывать в экспертной системе. Обычно к экспертным системам относят системы, основанные на знаниях, т.е. системы, вычислительная возможность которых является в первую очередь следствием их наращиваемой базы знаний

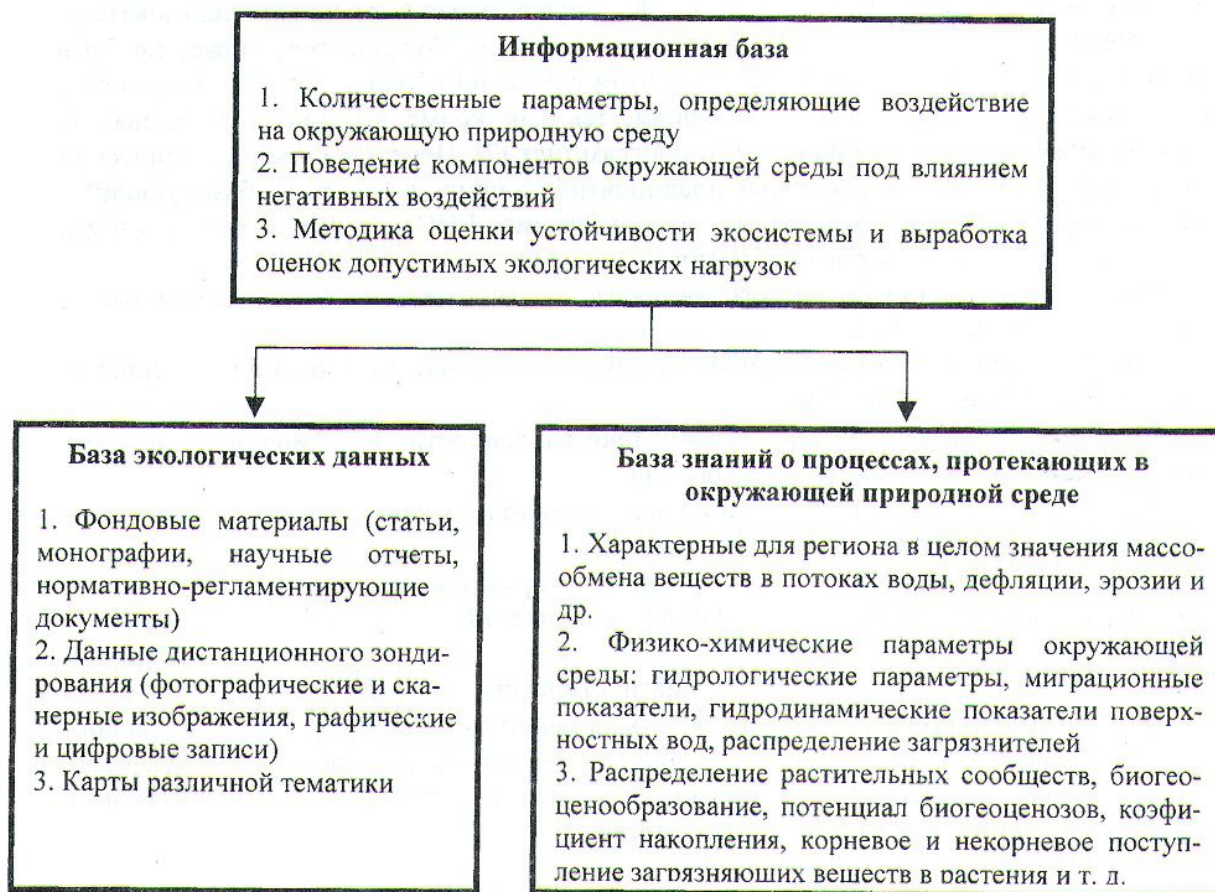


Рис. 2. Структурная организация экологической информационной системы.

и только во вторую очередь определяется используемыми методами [5]. Экспертные системы ориентированы на решение неформальных задач и обладают следующими особенностями:

алгоритм решений не известен заранее, а строится самой экспертной системой (ЭС) с помощью символических рассуждений, базирующихся на эвристических приемах;

ясностью полученных решений, т.е. система «осознает» в терминах пользователя, как она получила решение;

способностью анализа и объяснения своих действий и знаний;  
способностью приобретения новых знаний от пользователя - эксперта, не знающего программирования;

обеспечением связи естественно-языкового интерфейса с пользователем.

В режиме приобретения знаний общение с ЭС осуществляет эксперт, который описывает проблемную область в виде совокупности данных и правил. Данные представляют собой характеристики объектов, имеющиеся в области экспертизы. Правила определяют способы манипулирования данными, характерные для рассматриваемой проблемной области. Эксперт наполняет систему знаниями, которые позволяют ЭС в режиме решения самостоятельно (без эксперта) решать задачи из проблемной области [6, 7].

Важную роль в режиме приобретения знаний играет объяснительный компонент. Именно благодаря ему эксперт на этапе тестирования локализует причины неудачной работы ЭС, что позволяет эксперту целенаправленно модифицировать старые или вводить новые знания. Обычно объяснительный компонент сообщает следующее: как правила используют информацию пользователя; почему использовались или не использовались данные или правила; какие были сделаны выводы и т.д. [7].

В режиме консультации общение с ЭС осуществляет конечный пользователь, которого интересует результат и способ получения решения. Пользователь может не быть специалистом в данной конкретной области и в этом случае он обращается к ЭС за советом. Термин «пользователь» является многозначным, так как кроме конечного пользователя применять ЭС может и эксперт, и инженер, и программист [7]. Предложенный методический подход по оценке влияния промышленных предприятий на природную среду, базирующийся на новых информационных технологиях использования ГИС и экспертной системы, позволяет решить целый ряд вопросов, а именно:

регистрировать, оценивать и ограничивать отдельные процессы, связанные с загрязнением окружающей среды;

регулировать уровни антропогенных нагрузок с целью исключения исчерпания экологической емкости природной среды;

гармонично вписывать новый объект промышленности в природную емкость биосферы и сложившуюся инфраструктуру района;

организовывать в рамках региона рациональное использование всех видов ресурсов, в том числе природных, материальных, трудовых и т.д.;

обеспечивать соблюдение природоохранных нормативов ведения экологических прогнозов и обеспечить эффективное принятие решений в области рационального природопользования в рамках региона.

Таким образом, создание экспертно-диагностических систем позволит с высокой степенью вероятности оценивать и прогнозировать изменения структуры и функционального состояния экосистем в зависимости от уровня техногенных нагрузок и разработать экологические нормативы, исходя из требований сохранения рентабельности предприятий и минимизации наносимого окружающей среде ущерба.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безель В.С., Кряжмский Ф.В., Семериков Л.Ф., Смирнов Н.Г. Экологическое нормирование антропогенных нагрузок. Общие подходы // Экология. – 1992. - № 6. - С. 3 – 11.
2. Безель В.С., Кряжмский Ф.В., Семериков Л.Ф., Смирнов Н.Г. Экологическое нормирование антропогенных нагрузок. Методология // Экология. – 1993. - № 1. - С. 36 - 47.
3. Воробьев Е.И., Резниченко В.Ю. Экоинформатика в атомной энергетике. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
4. Голубев Г.Н., Касимов Н.С., Тикунов В.С. Геоинформационное и картографическое обеспечение экологических программ // Экология. - 1995. - № 5. - С. 339 - 343.

5. Кокорева Л.В., Перевозчикова О.Л., Ющенко Е.Л. Модели представления знаний // Диалоговые системы и представление знаний. - К.: Наук. думка, 1993. - С. 183 - 203.
6. Попов Е.В. Особенности разработки и использования экспертных систем. Искусственный интеллект. - М.: Радио и связь, 1990. - Кн. 1. - С. 261 - 290
7. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам. - М.: Мир, 1989.

### **ДО ПИТАННЯ ПРО ЕКОЛОГІЧНЕ НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ПРИРОДНО-ТЕРИТОРІАЛЬНІ КОМПЛЕКСИ**

**Ю.Ф. Катаєвський, Г.Г. Істоміна, І.О. Павленко, В.В.Тришин**

Пропонується використання географічно-інформаційної експертної системи (ГІС), яка дозволяє оцінювати і прогнозувати зміни в структурі та функціональному стані екосистем залежно від рівня техногенних навантажень. Це суттєво допоможе в розробці екологічних нормативів, виходячи з вимог збереження рентабельності підприємств та мінімізації шкоди, що завдається довкіллям.

### **ABOUT ECOLOGICAL STANDARDS OF ANTHROPOGENIOUS LOADS ON NATURAL TERRITORIAL COMPLEXES**

**Yu.F. Kataevsky, G.G. Istomina, I.O. Pavlenko, V.V. Trishin**

The geographical-informational system (GIS) is proposed to be used for estimation and prognosis of changes in structure and functional state of ecological systems which depends on levels of technogenous loadings. It will help in working out of ecological standards taking into account the demands to remain of enterprises profitability and minimise the damage after its activity.