УДК 547.47; 681.20

В.В.АЛЕКСЕЕВ, Н.И.КУРАКИНА
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПОЛУЧЕНИЮ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ КАК ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Рассматривается программная среда формирования комплексной оценки состояния экосистемы, которая обеспечивает получение информации различного типа, организацию базы данных и объединение разнородных данных на единой метрологической основе, дает возможность эксперту-экологу сформировать функционал оценки состояния экосистемы с учетом специфики района, вида производства или нескольких производств, масштабов воздействия на окружающую природную среду. Система моделирования обеспечивает прогнозирование развития ситуаций, возможность проектирования территорий, управления природопользованием.

Integrated assessment construction software environment that ensures getting various types of information, database creation and integration of heterogeneous data on common meteorological basis and gives to expert-ecologist an opportunity to form functional of ecosystem condition assessment taking into account area specific features, type of plant(s) or factory(ies) and scale of influence on the environment is considered. Modeling system ensures forecasting of situations development and gives opportunity of the area projection and nature management.

Оценка состояния экосистемы подразумевает проведение комплексного анализа воздействий различного происхождения. Получение комплексных оценок затруднено многообразием характеристик объекта, разнотипностью информации, сложностью ее объединения. При этом количественная оценка состояния делает актуальной задачу обеспечения метрологической сопоставимости разнородных данных, требований единства измерений.

Комплексные показатели, характеризующие состояние экосистемы, могут быть получены на основе интеграции простых (покомпонентных) показателей. При этом необходимо определить, что в каждом конкретном случае оценивается: состояние экосистемы, степень нанесенного ущерба, степень риска и др. Каждое из упомянутых понятий может быть описано множеством целевых функций, зависящих от большого числа факторов и контролируемых параметров. Например, на экосистему воздействуют химические, биологические, радиационные, энергетические, электромагнитные, физические (механические) и другие факторы. Каждый фактор также описывается сложной функцией воздействия и имеет разное значение при оценке того или иного качества.

Во всех случаях оценку выражают числом. Она носит приближенный характер, т.е. определяется с определенной точностью и достоверностью. Степень достоверности информации, полученной на основании контрольных измерений, зависит от погрешностей средств измерения (инструментальная составляющая), используемого метода измерения (методическая составляющая), принятой модели процесса (погрешность неадекватности, динамические и статистические свойства модели).

Для обеспечения метрологической сопоставимости результатов контроля различными средствами измерений необходимо выработать общий подход к анализу погрешностей. Достоверность разнородных данных удобно выражать в виде неопределенности [1, 2]. В форме неопределенности может быть также выражена достоверность экспертных оценок и результатов опроса.

Значение неопределенности здесь будет зависеть от коэффициента доверия к каждому участнику (формируется путем обработки определенной группы вопросов) или величины, назначаемой экспертом. Достоверность результатов моделирования также может быть выражена в форме неопределенности, зависящей от адекватности принятой модели, точности задания исходных параметров и т.д.

Таким образом, для множества разнородных данных, используемых при формировании комплексной оценки состояния объектов экосистемы, обеспечение единой метрологической основы обрабатываемой информации достигается путем выражения достоверности характеристик в виде неопределенности $x^* = \{x', u\}$.

Для объединения данные разного типа приводятся к нормированной шкале качественных показателей. Во всех случаях степень неопределенности используемых оценок должна определяться по известным методикам обработки результатов контрольных измерений, или определяться методом статистической обработки результатов опросов, или назначаться экспертом. С целью получения комплексной оценки состояния экосистемы все множество оценок организуют в виде нормированного многопараметрического пространства [1-3].

Оценка состояния экосистемы связана с объединением для каждого конкретного случая простых оценок разного типа (результаты контрольных измерений в различных средах, экспертные оценки, результаты моделирования), сложных оценок, полученных в результате объединения данных одного типа согласно стандартным методикам, и сложных оценок, полученных в результате объединения данных разного типа (результаты контрольных измерений и экспертных оценок).

Комплексная оценка состояния объектов представляет собой характеристику, полученную путем суммирования простых и сложных оценок с учетом их свойств:

$$O^* = \underline{*}\{x_i^*, S_i^*, p_{\partial i}, g_{yi}\}, \quad i \in I_0,$$

где $\underline{*}$ – оператор суммирования; x_i^* – простая оценка, входящая в множество важных характеристик; I_0, S_i^* – сложная оценка, полученная на основании использования стандартных методик объединения однотипных данных или данных разного типа; $p_{\partial i}$ – оценка степени доверия; g_{yi} – оценка степени участия.

Рассмотренный принцип объединения данных разного типа положен в основу программной среды на базе геоинформационных систем (ГИС). Разработанная структура информационной среды [3] позволяет систематизировать количественную и качественную информацию, определяя ее как характеристики объектов экологической системы данного географического района, автоматизировать получение простых и сложных оценок по заданным функционалам, используя базы данных, архивы, результаты текущего контроля. Послойная организация проектов в ГИС обеспечивает эффективную поддержку математического аппарата поэтапного получения простых и сложных оценок на основе разнородных данных.

Разработанная система имеет развитую систему моделирования развития ситуаций в различных средах, служит основой для построения многоуровневых информационно-измерительных систем (ИИС) и может быть использована при проектировании территорий и размещении производств, принятии управленческих решений по охране окружающей среды и рациональному природопользованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев В.В.* Принципы построения нормированного пространства для формирования комплексных оценок о состоянии сложных объектов / В.В.Алексеев, Н.И.Куракина. СПб, 2000. 11 с. Деп. в ВИНИТИ 14.02.2000. № 370-В00.

2. *Алексеев В.В.* Информационно-измерительные системы мониторинга. Вопросы комплексной оценки состояния окружающей природной среды на базе ГИС технологий / В.В.Алексеев, Н.И.Куракина // ГИС-Обозрение, 2000. № 19. С.67-69.

3. Оценка качества сложных объектов на базе ГИС / Е.Г.Гридина, В.П.Кулагин, Н.И.Куракина, В.В.Алексеев // Труды международного симпозиума «Надежность и качество – 2003». Пенза, 2003. С.32-35.