

Крисевич Т. О., Бонина Т. А.

*Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка,
г. Минск, Республика Беларусь*

Метод математического моделирования в экологии, дополняя экспериментальные методы и методы наблюдения, приобретает все большее значение и актуальность.

Информационные системы, которые ориентированы на поддержку решений, основаны на различных упрощенных методах оценки воздействия на окружающую среду, а методы математического моделирования окружающей среды недостаточно отработаны. При использовании математических методов обработки экоинформации, опирающихся на математические модели анализа, прогнозирования развития экологической обстановки и принятия решений, возникают проблемы, связанные со слабой формализованностью задач.

Развитие компьютерных и информационных технологий способствует возможности автоматизации процессов сбора, анализа и разработки рекомендаций по экологически безопасному развитию. Внедрение новых информационных технологий обусловлено наличием слабо формализованных задач, при решении которых используются методы теории искусственного интеллекта.

Комплексное использование результатов экологического мониторинга в процессе научного исследования, а также преобразование первичных данных в форму, пригодную для поддержки принятия решений, способствующих устойчивому развитию, возможно только благодаря наличию ориентированной на эти процессы экоинформационной системы.

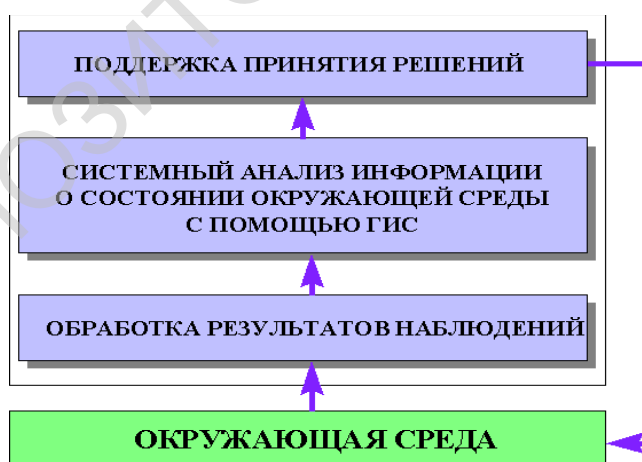


Рис.1. Формирование экоинформации для поддержки решений в экоинформационных системах.

Основным принципом для создания современных экоинформационных систем может стать принцип интеграции аналитических и интеллектуальных моделей, так как в области экологического контроля и мониторинга традиционные формализованные задачи не существуют изолированно от слабо формализованных. При этом аналитические модели основаны на методах математического программирования, вариационного исчисления, математического анализа, а интеллектуальные – на экспертных знаниях о моделируемых процессах.

При разработке экоинформационной системы математические модели экологических процессов обычно представляются в виде систем дифференциальных уравнений, аналитическое решение которых достаточно проблематично.

Для получения «удовлетворительных» решений при произвольных исходных данных целесообразно использовать нейросети, которые являются идеальным инструментом первичного анализа слабо формализованных данных. Актуальность применения нейронных сетей многократно возрастает тогда, когда появляется необходимость решения плохо формализованных задач.

Основные области применения нейронных сетей – это управление технологическими процессами, идентификация химических компонентов, контроль качества артезианских вод, оценка экологической обстановки, прогнозирование свойств синтезируемых полимеров, управление водными ресурсами, оптимальное планирование, идентификация вида полимеров, прогнозирование потребления энергии и др. [1].

Гибридная иерархическая модель, имеющая два уровня обработки информации, может использоваться для решения задач идентификации. При этом первый уровень реализован на основе продукционных правил, аналитических моделей экоинформационных процессов, нечетких систем и стандартных нейросетей, а второй реализует процесс оптимизации функционалов с привлечением генетических алгоритмов, которые гарантируют получение устойчивых решений в широком диапазоне изменения параметров моделей.

Для решения задач, связанных с управленческими решениями используются технологии когнитивного моделирования. Такая модель, основанная на объединении искусственных нейронных систем и нечетких систем, должна имитировать процессы принятия решений в сложных экологических ситуациях, которые характеризуются большим числом разнородных факторов и множеством критериев.

Для накопления первичной экоинформации из разнородных данных и их обобщения используются трехслойные нейронные сети прямого распространения [2]:

$$NET_3 : x_1 \times x_2 \times x_n \rightarrow E \times Q$$

Нейросеть на основе множества разнородных экспериментальных данных $\{x_i\}$ ($i = 1, 2, \dots, n$) обучается распознавать для каждой i -й зоны региона уровень загрязнения E (БОЛЬШОЙ, НЕБОЛЬШОЙ и т.п.) и связанную с ним степень экологического риска Q (ВЫСОКАЯ, НЕВЫСОКАЯ и т.п.).

Уровень имитации процессов принятия решений реализуется в виде системы нечетких правил:

$$\{p_i : E \times Q \Rightarrow R\},$$

которые описывают взаимосвязь между оценками обобщенных параметров экологических ситуаций E и Q и решениями R , принимаемыми в данных ситуациях.

Представленная гибридная экоинформационная система является достаточно универсальным математическим аппаратом решения взаимосвязанных задач в области экологического мониторинга и экологического контроля.

В экологии сильна неопределенность, много нечетких данных, поэтому, как правило, невозможно контролировать условия наблюдения, т.е. понятие неопределенности относится к характерным свойствам собранной информации в экологических базах данных. Некоторые экологические данные сложно измеримы, например, количество особей в некоторой части экосистемы. Такая информация может быть получена либо методом тотального подсчета, либо оценочными методами. С проблемой неопределенности исследователи сталкиваются при математическом моделировании в результате неточности измерения, возникновения случайных переменных и неопределенности знаний эксперта [3].

Это не позволяет использовать в полной мере при описании сложных экологических систем типовое моделирование природных процессов.

Литература

1. Медведев, В. С., Нейронные сети MATLAB 6/ В. С. Медведев, В. Г. Потемкин; под общ. Ред. В. Г. Потемкина. – Москва: ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 496 с.
2. Финоченко, В. А. Теория, методология и практика экозащитных и экоинформационных технологий на железнодорожном транспорте: автореф. дис. ...докт.техн. наук: 05.22.01/В. А. Финоченко; Рост. гос. ун-т путей сообщ. – Ростов-на-Дону, 2009. – 42 с.
3. Salski, A. Ecological Applications of Fuzzy Logic / A. Salski // [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.springerlink.com/content/v453715262v815q6/>. – дата доступа: 30.09.2009

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ