Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу

УДК 504.066.004.4

СТРУКТУРНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В. П. Дмитриков
Полтавская государственная аграрная академия
ул. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина. E-mail: pdaa@pdaa.edu.ua
В. С. Бахарев
Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: v.s.baharev@yandex.ua

Проанализированы существующие способы построения экспертных систем экологического мониторинга. Обсуждены многокритериальные системы, принципы оптимизации, иерархические структуры и нечеткий логический подход применительно к экспертным системам экологического мониторинга. Приведены основные приоритетные решения, от которых непосредственно зависит качество структуры экспертных систем и связанная с ним эффективность их использования. Установлена необходимость исследования вопросов организации обработки информации и управления с применением экспертных систем и созданием архитектуры, которая позволяет в кратчайший срок адаптировать систему к программному обеспечению мониторинга. Определено, что нечеткий логический подход способен улучшить имеющиеся возможности применительно к динамическим системам в плане экологического мониторинга.

Ключевые слова: иерархические структуры, многокритериальные системы, оптимизация, экологический мониторинг, экспертные системы.

СТРУКТУРНІ ПРІОРИТЕТИ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

В. П. Дмитриков
Полтавська державна аграрна академія
вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна. E-mail: pdaa@pdaa.edu.ua
В. С. Бахарєв
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: v.s.baharev@yandex.ua

Проаналізовані існуючі способи побудови експертних систем екологічного моніторингу. Обговорені багатокритеріальні системи, принципи оптимізації, ієрархічні структури і нечіткий логічний підхід стосовно експертних систем екологічного моніторингу. Наведено основні пріоритетні рішення, від яких безпосередньо залежить якість структури експертних систем і пов'язана з ним ефективність їх використання. Встановлено необхідність дослідження питань організації обробки інформації та управління із застосуванням експертних систем і створенням архітектури, що дозволяє в найкоротший термін адаптувати систему до програмного забезпечення моніторингу. Визначено, що нечіткий логічний підхід здатний поліпшити наявні можливості щодо динамічних систем в плані екологічного моніторингу .

Ключові слова: ієрархічні структури, багатокритеріальні системи, оптимізація, екологічний моніторинг, експертні системи.

ВВЕДЕНИЕ. Решение задач экологического мониторинга в настоящее время представляет сложную проблему и большей частью реализовано для локальных систем.

Такие задачи часто связывают с экономическими трудностями, поскольку разработка, создание и использование мониторинговых систем высокого уровня требует значительных капиталовложений.

Многофункциональные системы экологического мониторинга разрабатывают на основе современных технологий с использованием искусственного интеллекта, локальных и глобальных вычислительных сетей, способных решать проблемы фундаментального характера [1].

На сегодняшний день неопределенность структуры массива данных экологического мониторинга является причиной отсутствия успешно действующих математических моделей для идентификации и оценки влияния техногенеза на окружающую среду (ОС).

Связано это с разнородностью экологических аспектов и концепций, взглядом человека на решение экологических проблем, а с другой стороны – наличие бифуркаций в ОС, обусловленных деятельностью производственно-технических систем [2].

Детерминированный способ описания техногенного и других типов воздействий на ОС наиболее точно характеризует в пространственно-временных координатах локальный (иногда региональный) участок, для которого выявляют и конкретизируют параметры. Однако он не допускает экстраполяции и интерполяции в случаях изменчивости воздействий.

Вероятностно-статистический способ не дает точной характеристики фрагмента, а дает лишь приближенные характеристики объемного массива данных. Указанный способ вследствие обобщений позволяет выявить общие закономерности

воздействий, которые раньше не изучались, как и в ряде случаев не давалось обоснование методикам мониторинговых исследований.

Благоприятное решение задач экологического мониторинга часто тормозят ситуации, при которых отсутствуют надежные и достоверные источники информации, либо количество информации не достаточное, либо информация имеет большей частью качественный характер [3].

В таких случаях для восполнения недостатка информации привлекают искусственный интеллект (ИИ).

Эффективным средством для решения задач многофакторной оптимизации являются экспертные системы (ЭС), которые в течение продолжительного времени использовали как системы для решения задач и принятия решений в самых различных проблемных областях промышленности, транспорта, экономики и др.

ЭС является гибким инструментом, который позволяет адаптировать систему принятия решений к актуальным проблемам, в частности, экологического мониторинга.

Следует отметить, что все функциональные блоки ЭС должны иметь определенную дифференциацию относительно пользователей системы и в отличие от систем ИИ состоят из двух главных частей: процедур логического вывода, принятия решений и базы знаний. Считают, что правильно выбранный эксперт и метод формализации знаний на 90% определяют качество ЭС.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Выявить и обосновать приоритеты для построения структур – компонентов экспертной системы экологического мониторинга загрязнений окружающей среды.

МАТЕРИАЛЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Построение ЭС для решения основных задач экологического мониторинга требует следующих приоритетных решений:

– выполнения исследований, которые всесторонне характеризуют предмет исследования;

– конкретизации «пространства ценностей» для скалярной или векторной оптимизации;

– создания дескрипторной базы для объектов, подлежащих оптимизации;

– создания системы измерений и оценки показателей;

– построения системы принятия решений.

Это основные задачи, от которых непосредственно зависит качество структуры ЭС и связанная с ним эффективность использования ЭС. Другие структуры ЭС показаны на рисунке.

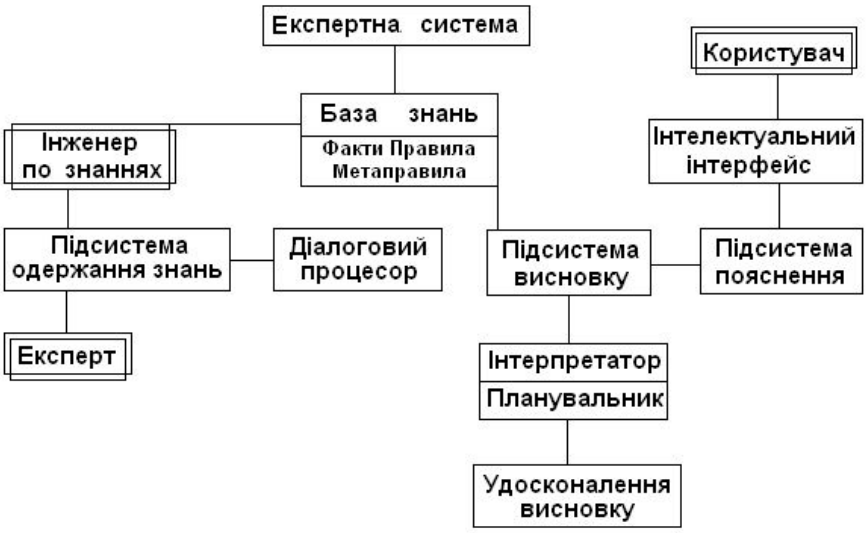

Рисунок – Вариант компоновки экспертной системы с основными подсистемами

Вычислительные методы, которые базируются на случайном поиске и оптимизации, в основном делят на методы с применением локального поиска (нейронные сети) и глобального поиска (эволюционные вычисления).

Для создания гибридных интеллектуальных систем используют в различных комбинациях многие подходы, большей частью универсального характера, постоянно принимая во внимание тот факт, что правильность выбора наилучшего приближения модели к реальности является критерием правильности выбора конкретной комбинации.

Существуют системы интеграции ЭС и нейтронных сетей, которые соединяют в себе как формализуемые знания (ЭС), так и неформализованные знания (нейронные сети).

Гибридные системы ИИ подразделяют на системы [4]: с функциональным замещением, с взаимодействием и полиморфные гибридные системы.

Полагают, что оценка функции принадлежности нечетким понятиям является новой страницей в познании и понимании результатов экологического мониторинга и определяются они экспертными оценками.

Это вовсе не снижает роль формализованного подхода в оценке экологических ситуаций. Более того, в практике экологического мониторинга все чаще используют вероятностно-статистическую

модель вместе с детерминированными подходами.

Рассмотрим задачу многокритериальной оптимизации в случае, когда исходные моменты (цели, действия…) заданы нечетко, а предпочтения четко определены.

Для решения задачи оптимизации в условиях качественной неопределенности нужно определить и оптимизировать функцию полезности рассматриваемых действий/альтернатив:

$$\max\{U(z_1, z_2 \max\{U(z_1, z_2, \ldots z_k)\},$$

где $z_1 = f_i$(хпринадлежит S), i=1,2…,k – составляющие вектора критериев; S – множество допустимых решений.

Считают, что основная трудность решения поставленной задачи – получение математического описания функции полезности U [5].

Нечеткие множества используют при моделировании задач при отсутствии полной информации об исследуемой экологической системе.

В этом случае нечеткие множества рассматривают как вероятностные распределения и для получения достоверных результатов при решении задач указанного типа теорию нечетких множеств следует использовать вместе с теорией вероятности.

Принцип нечетких рассуждений базируется на нечетких правилах импликации «если - то» и реализуется в форме: если x = A, то y = B (A и B – значения параметров ОС для экологического мониторинга), а x и y – представления этих значений в виде нечетких множеств.

Такие нечеткие правила формируют базу знаний вместе с алгоритмами нечетких рассуждений.

Неотъемлемой частью нечеткой модели оценки воздействий на окружающую среду (ОВОС) является фазификатор, который предназначен для перевода численных данных (совокупности параметров воздействия) в нечеткие множества.

В нечеткой модели ОВОС исходные данные от фазификатора поступают в аппарат нечетких рассуждений, а после дефазификатора формируется результат оценки.

Для характеристики воздействия на ОС в аппарате нечетких множеств используют ступенчатую градацию от чрезвычайно низкой до чрезвычайно высокой, причем границы определения и оценки ситуации обычно меняются от одного эксперта к другому [6].

Разработка ЭС, содержащей нечеткие модели, выполняется последовательно и включает этапы идентификации, концептуализации, формализации, выполнения задания, тестирования и опытной эксплуатации.

Важным моментом при построении ЭС является правильный подход при создании иерархических систем логического вывода и математической модели нечеткого вывода.

При формировании правил выработки решений ЭС используют либо обучающий алгоритм, либо подход, основанный на принципе «ближайшего среднего». Работу ЭС улучшают используя последовательные процедуры принятия решений, значительно реже используют последовательно-параллельные, намного реже – параллельные.

Параллельная процедура позволяет получить результаты, которые в большей степени отвечают требованиям, предъявляемым к ЭС.

Как косвенный метод определения функций принадлежности нечетких множеств используют метод анализа иерархий. Метод применим для решения многокритериальных задач в сложной обстановке, когда иерархические структуры включают в себя неформализованные элементы.

Функции принадлежности нечетких множеств определяют на множестве альтернатив, которые являются базовыми для нечетких множеств критериев. Такие функции формализуют каждый критерий независимо от сложности, обычно с использованием иерархий.

Каждый уровень содержит четкие упорядоченные множества, состоящие из нечетких элементов с соответствующими функциями принадлежности.

К числу недостатков нечетких моделей относят влияние субъективного фактора на отражение реалий, если известны вид и параметры функций принадлежности к нечеткому множеству.

Установлена справедливость рассмотрения вектора приоритетов последнего уровня как функции принадлежности главной цели решения задачи, которую также можно рассматривать как функцию полезности при решении нечетко поставленных многокритериальных задач.

При исследовании интеллектуальных систем экологического мониторинга сформированы алгоритмы оценки и прогноза состояния системы для улучшения экологической обстановки на различных уровнях.

ВЫВОДЫ.

1. Все ЭС являются значительным пластом ИИ, однако требуют совершенства, например, за счет объединения областей ИИ при создании гибридной интеллектуальной системы.

2. Необходимо исследовать вопросы организации обработки информации и управления с применением ЭС, созданием архитектуры, которая позволяет в кратчайший срок адаптировать систему к программному обеспечению мониторинга.

3. Общую проблему оптимизации следует понимать как проблему с нечетко выраженными критериями/альтернативами.

4. Нечеткий логический подход способен улучшить имеющиеся возможности применительно к динамическим системам в плане экологического мониторинга.

5. Значение функций принадлежности нечеткому множеству имеет субъективный характер и потому вид функции существенно зависит от имеющихся сведений, характера задачи, для которой даются экспертные оценки, знаний и формулировок эксперта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления и приложения. – М.: Радио и связь, 1992. – 504 с.

2. Макаров Г.В., Слесарев М.Ю. Применение нечетких множеств в экспертных системах экологического мониторинга // Экологические системы и приборы,2006, №2. – с. 39–45.

3. Деменков Н.П. , Матвеев В.А. Нечеткие системы экологического мониторинга и управления // Экологические системы и приборы, 2003, №11. – с. 3–7.

4. Дмитриков В.П. Нечеткости определений экспертной системы мониторинга загрязнителей // Вестник НТУ„ХПИ”.– 2004. – №38. – С. 17–21.

5. Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедова Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. М.: Энергоатомиздат, 1991. – 250 с.

6. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети. – М.: Лаборатория знаний, 2006. – 320 с.

STRUCTURAL PRIORITIES OF CONSULTING MODEL OF ENVIRONMENTAL MONITORING

V. Dmitrikov
Poltava state agrarian academy
vul. Skovorody, 1/3, Poltava, 36003, Ukraine. E-mail: pdaa@pdaa.edu.ua
V. Bakharev
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: v.s.baharev@yandex.ua

The existent methods of construction of consulting models of the ecological monitoring are analysed. The multicriterion systems, principles of optimization, hierarchical structures and unclear logical approach as it applies to the consulting models of the ecological monitoring, are discussed. The main priority decisions that directly affects the quality of the structure of expert systems and the associated efficiency of their use are identified. The necessity of the research questions of the organization and management of information processing with the use of expert systems, the creation of an architecture that allows you to quickly adapt the system to the monitoring software are installed. Determined that the fuzzy logic approach can improve the opportunities in relation to dynamic systems in terms of environmental monitoring.

Key words: hierarchical structures, multicriterion systems, optimization, environmental monitoring, consulting models.

REFERENCES

1. Shtoyer, R, (1992), *Mnogokriterialnaya optimizaciya: teoria, vychisleniya i prilogeniya* [Polycriteries optimization: theory, calculations and appendixes], Radio and connection, Moskow, Russia.

2. Makarov, G.V. and Slesarev, M.Yu. (2006), “Application of fuzzy sets in the consulting models of the environmental monitoring”, Ecological systems and devices, vol. 2, pp. 39-45.

3. Demenkov, N.P., Matveev, V.A. (2003), “The Unclear systems of the ecological monitoring and management”, The Ecological systems and devices, vol. 11, pp. 3-7.

4. Dmitrikov, V.P. (2004), “Unclearness of determinations of consulting model of monitoring of pollutants”, Vestnik NTU „KhPI”, vol. 38, pp. 17-21.

5. Aliev, R., Cerkovnyy, A., Mamedova, G. (1991), Upravlenie proizvodstvom pri nechetkoy ishodnoy informacii [The management of operations at unclear initial information], Energoatomizdat, Moskow, Russia.

6. Yakh'yaeva, G. (2006), Nechetkie mnoghestva i neyronnie seti [The Fuzzy sets and neuron networks], Laboratory of knowledges, Moskow, Russia.