

*Таганов А. И., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой КТ РГРТУ,
г. Рязань, РФ*

*Колесенков А. Н., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры КТ РГРТУ,
г. Рязань, РФ*

НЕЧЕТКИЕ СЕТИ В ЗАДАЧАХ ИДЕНТИФИКАЦИИ, ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

Аннотация. *Выполнен теоретический анализ нечетких продукционных систем поддержки принятия решений в контексте геоинформационного мониторинга экологических рисков. Предложен способ представления правил нечетких продукций при решении прикладных задач нечеткого моделирования и выполнения процесса приближенных рассуждений по экологическим рискам. Проведена реализация нечеткой продукционной системы анализа экологических рисков на основе использования модифицированных нечетких сетей Петри.*

Ключевые слова: *экологический риск, геоинформационная система, правила нечетких продукций, нечеткие сети Петри, нечеткий логический вывод, мониторинг.*

Теория и практика развития геоинформационных систем (ГИС) мониторинга экологических рисков в условиях разнородных исходных геоданных указывает на необходимость разработки новых эффективных подходов и алгоритмов поддержки принятия решений по экологическим рискам в условиях нечеткости. Наряду с классическими подходами к структурному и функциональному построению ГИС предлагается новый подход к организации процесса анализа и мониторинга экологических рисков в условиях нечеткости, основанный на применении современной теории и практики анализа и мониторинга рисков в сложных программных проектах.

В рассматриваемом подходе процесс анализа и мониторинга экологических рисков в составе ГИС включает в себя алгоритм, состоящий из следующих шагов:

- идентификация экологических рисков;
- качественный анализ экологических рисков;
- количественный анализ экологических рисков;
- планирование реагирования на экологические риски;
- мониторинг и управление рисками.

Важным шагом алгоритма является качественный анализ экологических рисков, выполняемый экспертными методами. В результате экспертами формируется ранжированный реестр экологических рисков, который является основой для выполнения следующих этапов алгоритма для системного анализа и мониторинга экологических рисков. При этом процесс качественного анализа экологических рисков является весьма трудоемким процессом. Для формализации этого процесса предлагается использовать современные методы поддержки принятия экспертных решений в условиях нечеткости.

Достигнутые успехи в применении нечетких продукционных систем для решения широкого класса задач управления послужили основой при выборе математического аппарата для формализации процесса анализа и сокращения экологических рисков на основе использования моделей, методов и алгоритмов теории нечетких множеств и нечетких сетей.

Сети Петри (СП) представляют собой математическую модель для представления структуры и анализа динамики функционирования систем в терминах «условие-событие». Это может быть использовано при анализе рисков событий и выявлении потенциальных рисков экологического профиля. Важной разновидностью СП являются нечеткие сети Петри (НСП), позволяющие конструктивно решать задачи нечеткого моделирования и нечеткого управления, в которых неопределенность имеет субъективный характер.

В рамках предлагаемого формализованного подхода к анализу рисков рассматриваются НСП, получаемые в результате введения нечеткости в начальную маркировку и в правила срабатывания переходов базового формализма ординарных СП. На основе использования модифицированных НСП разработана экспериментальная версия автоматизированной системы поддержки принятия решений по экологическим рискам. Эта система по существу является экспертной системой, отражающей нечеткую логику взаимосвязи входных величин - экспертных оценок состояния экологии региона и выходных величин - степеней истинности возможных экологических рисков.

Основными функциональными модулями такой автоматизированной системы следует считать: базу правил нечетких продукций, блок нечеткого логического вывода, интерфейсный модуль, модуль модификации базы правил, модули фаззификации и дефаззификации.

Интерфейс пользователя автоматизированной системы основывается на представлении всех доступных пользователю системных объектов и функций в виде графических компонентов экрана. Все элементы интерфейса пользователя разбиваются на группы, исходя из их функционального назначения:

- интерфейс для работы с базой правил;
- интерфейс ввода исходных данных;
- интерфейс для просмотра и анализа сгенерированных НСП;
- интерфейс для настройки и редактирования функций принадлежности;
- интерфейс представления результатов нечеткого вывода по экологическим рискам.

В результате программной реализации алгоритма анализа экологических рисков с использованием математического аппарата НСП получился эффективный и удобный в применении программный продукт, который предназначен для применения на практике как самостоятельно так и в составе промышленных ГИС.

Литература

1. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. С-Петербург: СПб.: БХВ – 736 с.
2. Корячко В.П., Таганов А.И. Программный метод управления рисками качества проекта информационной системы // Научно-технический журнал «Известия Белорусской инженерной академии». Выпуск 1(17), 2004. С. 168-179.
3. Таганов А.И., Манаев М.В. Модели, методы и инструментальные средства анализа рисков ИПИ- проекта на основе использования нечетких сетей Петри // Межвуз. сб. научных трудов «Информационные технологии в образовании». Рязань: РГРТУ, 2009. С. 63-73.
4. Kolesenkov A.N., Taganov A, Babaev S. Ecological Monitoring of Dangerous Objects on the Basis of Vegetation Indexing and Evolutionary Approach // Proceedings -

2016 5rd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2016 PP. 468-472.

5. Kolesenkov A.N., Kostrov B.V., Ruchkin V.N., Ruchkina E.V. Anthropogenic Situation Express Monitoring on the Base of the Fuzzy Neural Networks // Proceedings - 2014 3rd Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2014, Budva, Montenegro PP. 166 – 168.

6. Колесенков А.Н. Технология поддержки принятия управленческих решений на основе оперативного мониторинга пожарной обстановки // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 9. Тула: ТулГУ, 2015. С. 157-163.

7. Колесенков А.Н., Мелкова Д.А. Методы кластеризации данных в геоинформационных системах // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2016: сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 4 т. Т.2. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2016. С. 121-123.

8. Агафонов А.М., Колесенков А.Н., Сарычев Н.А. Применение метода нечеткой кластеризации элементов аэрокосмических изображений для мониторинга территорий и опасных объектов // Наука и образование в жизни современного общества. Том 10. Тамбов Юком, 2015. С. 16-17.