

ЛОГИКО-ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

© 2021 И. В. Фурсов

Воронежский государственный технический университет (Воронеж, Россия)

На основе логико-детерминированного решается задача идентификации чрезвычайных экологических ситуаций, возникающих при производстве строительных работ. Устанавливаются логические правила, позволяющие провести анализ параметров экологической ситуации и отнести ее к одному из классов: нормальная, рискованная, кризисная или катастрофическая. Описывается структура алгоритма проведения расчетов, указываются особенности его программной реализации.

Ключевые слова: строительство, экология, ситуация, идентификация, алгоритм.

Введение. Идентификация чрезвычайных ЧЭС (ЧЭС) проводится с целью определения воздействий производственной и иной деятельности организации на окружающую среду для оптимизации управления и контроля. Идентификация ЧЭС, возникающих при производстве строительных работ – постоянный процесс, определяющий прошлое, текущее состояние и потенциально возможное воздействие строительства тех или иных объектов на окружающую среду.

В настоящее время разработано достаточно много теоретических подходов и методов решения проблемы идентификации в различных проблемных областях. Среди них наибольшее распространение получили логические, вероятностно-статистические и нейросетевые методы идентификации [1-7].

Вместе с тем, в практической деятельности строительных организаций идентификация ЧЭС ограничивается простым сравнением измерений экологических параметров с предельно-допустимыми нормами и осуществляется без применения специальных компьютерных алгоритмов и программ. Обусловлено это главным образом отсутствием простых и наглядных алгоритмов идентификации, воспользоваться которыми могут не специалисты в области компьютерного программирования и информационных технологий.

В целом такое положение не способствует повышению качества планов организации строительства в части обеспечения

экологической безопасности, затягивает сроки их разработки и утверждения.

Целью статьи является разработка и программная реализация логико-детерминированного алгоритма идентификации ЧЭС, возникающих при производстве строительных работ, ориентированного, прежде всего, на практическое применение в процессе разработки плана организации строительства.

Основные теоретические положения. Экологическая ситуация, возникающая при производстве строительных работ, характеризуется вектором числовых параметров $(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_N)$, где x_i – нормированные параметры ситуации.

Нормировка параметров производится с использованием следующих формул:

$$x_i = \frac{\chi_i^{\max} - \chi_i}{\chi_i^{\max} - \chi_i^{\min}} \quad (1)$$

- для параметров ориентированных на максимум, то есть, чем больше значение параметра, тем лучше;

$$x_i = \frac{\chi_i - \chi_i^{\min}}{\chi_i^{\max} - \chi_i^{\min}} \quad (2)$$

- для параметров ориентированных на минимум, то есть, чем меньше значение параметра, тем лучше; где χ_i^{\max} , χ_i^{\min} – минимально и максимально возможные значения ненормированных параметров χ_i .

Данная нормировка позволяет свести все параметры экологической ситуации к диапазону значений от 0 до 1 и привести к одному типу, к параметрам, ориентированным на минимум, то есть, чем меньше зна-

Фурсов Илья Вадимович – Воронежский государственный технический университет, аспирант, cva.57@yandex.ru.

чение параметра, тем лучше экологическая обстановка.

Все типы возможных ЧЭС разделяются на классы: «норма», «риск», «кризис», «катастрофа», а по каждому параметру $x_i (i = \overline{1, N})$ задаются пределы его изменения в соответствие с классами ситуаций:

$$x_i = \begin{cases} \text{"норма", если } (0 < x_i \leq x_i^1); \\ \text{"риск", если } (x_i^1 < x_i \leq x_i^2); \\ \text{"кризис", если } (x_i^2 < x_i \leq x_i^3); \\ \text{"катастрофа", если } (x_i^3 < x_i \leq x_i^4), \end{cases} \quad (3)$$

где x_i^1 – максимально допустимое нормальное значение параметра x_i ; x_i^2 – максимально допустимое рискованное значение параметра x_i ; x_i^3 – максимально допустимое кризисное значение параметра x_i ; x_i^4 – максимально допустимое катастрофическое значение параметра x_i .

Тогда идентификацию ЧЭС, возникающих при производстве строительных работ, можно осуществлять, руководствуясь следующей логикой:

- если все параметры $x_i (i = \overline{1, N})$ находятся в пределах $(0 < x_i \leq x_i^1)$, то экологическая ситуация однозначно относится к классу нормальных (S^{norm})

$$\forall_{i=1, N} (0 < x_i \leq x_i^1) \rightarrow S^{norm}; \quad (4)$$

- если все параметры $x_i (i = \overline{1, N})$ находятся в пределах $(x_i^1 < x_i \leq x_i^2)$, то экологическая ситуация однозначно относится к классу рискованных (S^{risk})

$$\forall_{i=1, N} (x_i^1 < x_i \leq x_i^2) \rightarrow S^{risk}; \quad (5)$$

- если все параметры $x_i (i = \overline{1, N})$ находятся в пределах $(x_i^2 < x_i \leq x_i^3)$, то экологическая ситуация однозначно относится к классу кризисных (S^{kriz})

$$\forall_{i=1, N} (x_i^2 < x_i \leq x_i^3) \rightarrow S^{kriz}, \quad (6)$$

- если все параметры $x_i (i = \overline{1, N})$ находятся в пределах $(x_i^3 < x_i \leq x_i^4)$, то экологическая ситуация однозначно относится к классу катастрофических (S^{kat})

$$\forall_{i=1, N} (x_i^3 < x_i \leq x_i^4) \rightarrow S^{kat}. \quad (7)$$

Как показывает анализ, особенностью идентификации ЧЭС, возникающих при производстве строительных работ, является то, что условия (4)-(7) зачастую не выполняются. Происходит это в силу значительно-го разброса параметров $x_i (i = \overline{1, N})$. В результате, идентифицируемая экологическая ситуация не может быть однозначно отнесена к какому-либо одному из выделенных классов. Возникают так называемые смешанные ситуации, когда по некоторым параметрам они относятся к одному классу, а по другим параметрам к другому классу. В этом случае проблема идентификации ситуации остается за лицом, принимающим решение.

При этом для в качестве ориентировки ему выдаются оценки нормированной интегральной близости идентифицируемой ситуации к нормальной (ρ_{norm}), рискованной, (ρ_{risk}), кризисной (ρ_{kriz}) и катастрофической (ρ_{kat}), рассчитываемые по формулам:

$$\rho_{norm} = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N v_i (x_i - x_i^1)^2}; \quad (8)$$

$$\rho_{risk} = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N v_i (x_i - x_i^2)^2}; \quad (9)$$

$$\rho_{kriz} = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N v_i (x_i - x_i^3)^2}; \quad (10)$$

$$\rho_{kat} = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N v_i (x_i - x_i^4)^2}, \quad (11)$$

где $v_i \left[\sum_{i=1}^N v_i = 1 \right]$ – экспертные коэффициенты важности параметров $x_i (i = \overline{1, N})$.

Описание алгоритма. Разработанный на основе приведенных выше теоретических положений, логико-детерминированный алгоритм идентификации ЧЭС, возникающих при производстве строительных работ, представлен на рисунке 1.

В соответствии с этим алгоритмом расчеты проводятся пошагово.

Шаг 1. Подготовка исходных данных. Формирование векторов $(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$, их предельных значений $x_i^k (k = \overline{1,4})$, коэффициентов v_i .

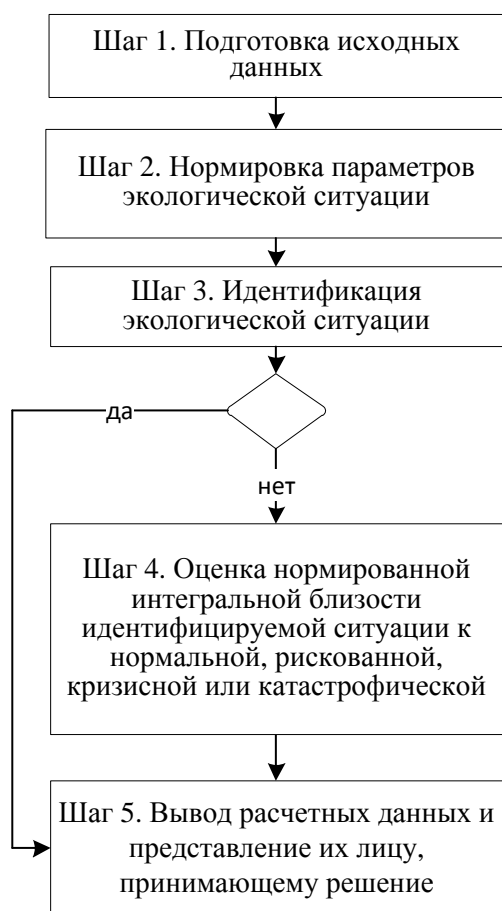


Рисунок 1. Логико-детерминированный алгоритм идентификации ЧЭС, возникающих при производстве строительных работ

Шаг 2. Нормировка параметров экологической ситуации по формулам (1), (2).

Шаг 3. Идентификация экологической ситуации по формулам (4)-(7). В том случае, когда условия (4)-(7) выполняются, осуществляется переход к шагу 5. В противном случае – к шагу 4.

Шаг 4. Оценка нормированной интегральной близости идентифицируемой ситуации к нормальной, рискованной, кризисной или катастрофической по формулам (8)-(11).

Шаг 5. Вывод расчетных данных и представление их лицу, принимающему решение.

Пример выходного интерфейса представлен на рисунке 2.

КЛАСС ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ	РЕЗУЛЬТАТЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ	
	ОДНОЗНАЧНО	СМЕШАННО
НОРМАЛЬНАЯ	+	0,5
РИСКОВАННАЯ	-	0,3
КРИЗИСНАЯ	-	0,2
КАТАСТРОФИЧЕСКАЯ	-	0,1

Рисунок 2. Выходной интерфейс логико-детерминированного алгоритма идентификации ЧЭС, возникающих при производстве строительных работ.

Реализация алгоритма. Программно алгоритм исполнен в интегрированной среде TURBO PASCAL с применением процедур и функций VISUAL BASIC и C++, ориентированных на создание приложений под управлением Windows 10: тип – интерактивный, информационно-расчетный; требования к компьютеру – процессор 2,8ГГц, 512 MB RAM, CD ROM, ОС Windows 10 32-bit SP1, Office 2010, Access 2010; количество программных блоков – 156 с объемом – 570 MB; форма отображения данных – текстовая, табличная; тип базы данных – реляционная на основе Access 2010; сервисы – защита от несанкционированного доступа, обучение пользователя, подключение к локальной сети.

Заключение. В статье представлен один из возможных алгоритмов идентификации ЧЭС, возникающих при производстве строительных работ. Его отличительная черта заключается в том, что в качестве исходных данных и внутренних переменных используются числовые детерминированные величины, а решающее правило разделения ситуаций на классы строится на основе логических выражений. Алгоритм позволяет провести анализ параметров экологической ситуации и отнести ее к одному из классов: нормальная, рискованная, кризисная или катастрофическая. В том случае, когда, в силу значительного разброса параметров, характеризующих ситуацию, такая идентификация не представляется возможной, алгоритм дает интегральную оценку близости идентифицируемой ситуации к указанным классам. Алгоритм реализован в виде программного модуля и может найти применение в строительных объединениях и фирмах,

осуществляющих планирование и организацию строительства сложных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вересников Г. С. Идентификация ЧЭС в процессе экологического мониторинга / Г. С. Вересников // Проблемы управления. – 2007. – № 3. – С. 30-34.
2. Вересников Г. С. Нейронные сети в задачах экологического мониторинга / Г. С. Вересников // Труды XIII международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем». – 2005. – С. 346-350.
3. Барский А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / А. Б. Барский. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
4. Мониторинг и методы контроля окружающей среды / Ю. А. Афанасьев [и др.]. - М.: МНЭПУ, 2001. – 357 с.
5. Дюк В. Data mining: учебный курс / В. Дюк, А. Самойленко. – СПб: Питер, 2001. – 368 с.
6. Минаев Ю. Н. Методы и алгоритмы решения задач идентификации и прогнозирования в условиях неопределенности в нейросетевом логическом базисе / Ю. Н. Минаев, О. Ю. Филимонова, Л. Бенамеур. – М.: Радио и связь, 2003. – 205 с.
7. Шитиков В. К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. - 463 с.

LOGICAL-DETERMINISTIC ALGORITHM FOR THE IDENTIFICATION OF ENVIRONMENTAL SITUATIONS THAT ARISE DURING THE CONSTRUCTION WORKS

© 2021 I. V. Fursov

Voronezh State Technical University (Voronezh, Russia)

On the basis of the logical-deterministic approach, the problem of identifying environmental situations that arise during construction works is solved. Logical rules are established that allow us to analyze the parameters of the environmental situation and assign it to one of the classes: normal, risky, crisis or catastrophic. The structure of the calculation algorithm is described, and the features of its software implementation are indicated.

Keywords: construction, ecology, situation, identification, algorithm.