

УДК 303.723: 004.9

МАТРИЧНАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ ПО ТЕХНОГЕННОМУ ВЛИЯНИЮ ОБЪЕКТА

Петров Ю.С., Соколов А.А., Петрова В.Ю.

*Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет),
Владикавказ, Российская Федерация*

В работе предложена матричная модель представления и анализа информации по техногенным проявлениям производственных процессов промышленного предприятия, включающая в себя: матрицу текущих (реальных) значений параметров техногенных факторов, связанных с технологическими процессами предприятия, матрицу допустимых значений исследуемых факторов, матрицу абсолютных отклонений реальных параметров техногенного цикла от допустимых и результирующую матрицу интегральных показателей. Для наиболее адекватного и полного анализа получаемой информации предложена методика интегральных оценок и весовых коэффициентов различных техногенных факторов. Разработанная методика матричного представления и анализа информации по техногенным факторам производственного процесса может быть использована и для анализа технологических процессов предприятия с точки зрения оценки их отклонения от требуемых параметров, непосредственно определяющих качество производимой продукции.

Ключевые слова: информация, техногенные факторы, матричная модель, анализ, интегральные оценки, весовые коэффициенты.

MATRIX MODEL OF REPRESENTATION AND ANALYSIS OF INFORMATION ON TECHNOGENIC INFLUENCE OF OBJECT

Petrov Y.S., Sokolov A.A., Petrova V. Y.

North Caucasian mining and metallurgical institute (the state technological university), Vladikavkaz, Russian Federation

In work the matrix model of representation and the analysis of information on technogenic manifestations of productions of the industrial enterprise, including is offered: matrix of the current (real) values of parameters of the technogenic factors connected with technological processes of the enterprise, matrix of admissible values of studied factors, matrix of absolute deviations of real parameters of a technogenic cycle from admissible and a resultant matrix of integrated indicators. For the most adequate and full analysis of received information the technique of integrated estimates and weight coefficients of various technogenic factors is offered. The developed technique of matrix representation and the analysis of information on technogenic factors of production can be used and for the analysis of technological processes of the enterprise from the point of view of an assessment of their deviation from the demanded parameters which are directly defining quality of made production.

Keywords: information, technogenic factors, matrix model, analysis, integrated estimates, weight coefficients.

Введение. Работа любого промышленного объекта заключается не только в реализации соответствующих технологических процессов и выпуске продукции, но и сопровождается той или иной формой и степенью техногенного влияния на окружающую среду. В современных условиях техногенное влияние крупного промышленного объекта может быть довольно существенным и проявляться в загрязнениях воздуха, воды вредными веществами, газами и т.п.

Очень важно своевременно получать и обрабатывать информацию о техногенных характеристиках технологических процессов [1]. Такая информация позволит внести необходимые поправки в производственный процесс и нормализовать экологическую обстановку.

Крупное промышленное предприятие обычно характеризуется довольно большим объемом информации о техногенных и производственных процессах. Поэтому рациональное представление соответствующей информации с точки зрения удобства ее восприятия, обработки и дальнейшего использования имеет большое значение. В этом отношении достаточно обоснованными и перспективными будут матричные модели [2–4] представления информации. Представление информации в виде матрицы не только компактно, удобно визуально, но и предпочтительно с точки зрения дальнейшей обработки информации.

Материалы и методы. Матрицу как цельный математический образ можно применять для обработки информации, эффективно используя матричную алгебру. Кроме того, действия над матрицами легко реализуются на компьютере, что особенно важно для анализа информации в режиме on-line и ее использовании в общей информационно-измерительной системе.

Матричную модель представления и анализа функции можно построить следующим образом. Сначала формируется матрица текущих параметров техногенного цикла. Предположим, что строки матрицы относятся к какому-то подразделению промышленного предприятия, например, конкретно к какому-либо цеху. Обозначим цеха номерами 1, 2, 3, ..., n. Предположим далее, что каждый цех (например, первый) характеризуется какими-то вредными проявлениями, выражаемыми количественно параметрами $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1m}$. Эти параметры располагаются в строке, соответствующей номеру цеха. Образование следующей строки матрицы, относящейся ко второму цеху, выполняется аналогичным образом.

Число строк матрицы равно числу составляющих промышленное предприятие (объект) подразделений, в данном случае – числу анализируемых цехов. Число столбцов матрицы равно максимальному числу учитываемых техногенных факторов. Причем параметры однотипных техногенных факторов каждого цеха записываются друг под другом в одном столбце; разнотипные факторы – в разные столбцы. Если в цеху отсутствует какой-либо из учитываемых в других цехах фактор, то этот элемент матрицы записывается как «0». Окончательно матрица примет вид:

$$[M] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & 0 & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & 0 \\ 0 & x_{32} & 0 & \dots & x_{3m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & 0 & 0 & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

где: $x_{k,i}$ – переменный параметр, относящийся к k-му цеху и характеризующий проявление i-го техногенного фактора.

Нули вместо некоторых элементов матрицы [M] проставлены произвольно, для иллюстрации, их физическая интерпретация пояснялась раньше. Каждое предприятие характеризуется соответствующим техногенным циклом. Образованную матрицу [M] можно считать исходной для дальнейшей оценки техногенного цикла и для дальнейшей обработки информации.

Для оценки отклонений реальных параметров техногенного цикла от допустимых формируется матрица допустимых значений [N]. Структурно матрица [N] повторяет матрицу [M]; различие состоит в том, что элементами матрицы [N] являются допустимые значения контролируемых параметров:

$$[N] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \dots & 0 \\ 0 & a_{32} & 0 \dots & a_{3m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & 0 & 0 \dots & a_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

где: a_{ki} – допустимый параметр, относящийся к k-му цеху и характеризующий проявление i-го техногенного фактора.

Дальнейший анализ информации заключается в получении матрицы абсолютных $[\Delta N]$ и относительных $[\Delta N\%]$ отклонений. Матрица абсолютных отклонений $[\Delta N]$ получается как разность матрицы [M] и [N]:

$$[\Delta N] = [M] - [N] = \begin{bmatrix} x_{11} - a_{11} & x_{12} - a_{12} \dots & x_{1m} - a_{1m} \\ x_{21} - a_{21} & x_{22} - a_{22} \dots & x_{2m} - a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} - a_{n1} & x_{n2} - a_{n2} \dots & x_{nm} - a_{nm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Матрица относительных отклонений $[\Delta N\%]$ получается из матрицы $[\Delta N]$ преобразованием ее элементов к нормальному виду, т.е. к выражению отклонений в %:

$$[\Delta N \%] = 100 \cdot \begin{bmatrix} \frac{x_{11} - a_{11}}{a_{11}} & \frac{x_{12} - a_{12}}{a_{12}} & \dots & \frac{x_{1m} - a_{1m}}{a_{1m}} \\ \frac{x_{21} - a_{21}}{a_{21}} & \frac{x_{22} - a_{22}}{a_{22}} & \dots & \frac{x_{2m} - a_{2m}}{a_{2m}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{x_{n1} - a_{n1}}{a_{n1}} & \frac{x_{n2} - a_{n2}}{a_{n2}} & \dots & \frac{x_{nm} - a_{nm}}{a_{nm}} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Для определения цеха с наиболее опасным техногенным влиянием предлагается ввести интегральный показатель превышения реальных значений по отношению к допустимым параметрам техногенного цикла. При его вычислении необходимо учитывать только превышения соответствующих параметров по сравнению с их допустимым значением и не учитывать значения, меньшие допустимой величины, т.е. не учитывать отрицательные элементы матрицы $[\Delta N \%]$. Значения параметров, меньших допустимой нормы, не должны учитываться в интегральном показателе потому, что, с одной стороны, соответствующие факторы не оказывают негативного влияния на окружающую обстановку и, с другой стороны, искажают значения интегрального показателя и адекватность его толкования.

Для выполнения этого условия матрица $[\Delta N \%]$ преобразуется в матрицу $[\Delta N' \%]$. Соответствующие операции должны быть заложены в программу вычисления интегральных параметров. Полученная после преобразования матрица умножается на единичную матрицу – столбец, число строк в которой равно числу строк в матрице $[\Delta N \%]$:

$$[\Delta N' \%] \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \dots \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta a_{11} + \Delta a_{12} + \dots + \Delta a_{1m} \\ \Delta a_{21} + \Delta a_{22} + \dots + \Delta a_{2m} \\ \dots \\ \dots \\ \Delta a_{n1} + \Delta a_{n2} + \dots + \Delta a_{nm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta A_1 \\ \Delta A_2 \\ \dots \\ \dots \\ \Delta A_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

где: Δa_{ki} – относительное превышение по отношению к допустимому параметру, относящегося к k-му цеху и характеризующего проявление i-го техногенного фактора;

ΔA_k – интегральный показатель вредного техногенного влияния k-го цеха.

Имея суммарную информацию по отдельным конкретным цехам, можно направить главные усилия на нормализацию положения именно туда, где положение является наихудшим.

Если техногенный вред, наносимый нарушениями допустимых показателей, существенно отличается по отдельным факторам матрицы, то для адекватной оценки техногенной ситуации в матрицу $[\Delta N' \%]$ следует ввести весовые коэффициенты.

Методика определения весовых коэффициентов α_i заключается в следующем. Суммарное влияние (суммарный вредный эффект) от превышения допустимого показателя на 1 % каждого из техногенных факторов, сопутствующих технологическим процессам данного объекта (промышленного предприятия) независимо от того, проявляется ли влияние данного фактора в рассматриваемый период времени или нет, условно принимается за «1», т.е.:

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_k + \dots + \alpha_N = \sum_{i=1}^N \alpha_i = 1, \quad (6)$$

где: N – общее число всех разнородных техногенных факторов на промышленном предприятии (в общем случае $N > m$).

В формуле (1) влияние каждого i-го фактора определяется на основании специальных исследований и опытных данных.

Весовые коэффициенты α_k вводятся в матрицу $[\Delta N' \%]$ умножением каждого k-го элемента матрицы на соответствующий весовой коэффициент. В этом случае интегральные показатели в правой части уравнения (5) будут отражать не суммарное процентное превышение всех влияющих факторов над их допустимыми значениями, а степень реального техногенного вреда (в условных единицах), который приносит тот или иной цех в рассматриваемый момент (или промежуток) времени, что является более представительной характеристикой.

Как уже указывалось, достоверная информация о техногенных проявлениях технологических процессов на промышленном предприятии позволит наметить и реализовать мероприятия по нормализации деятельности предприятия в отношении его техногенных проявлений.

В данной статье предложена методика матричного представления и анализа информации по техногенным факторам производственного процесса. Однако такая методика может быть использована и для анализа технологических процессов предприятия с точки зрения оценки их отклонения от требуемых параметров, непосредственно определяющих качество производимой продукции.

В общем случае может быть составлена матрица, объединяющая информацию о параметрах технологических процессов, определяющих как качество выпускаемой продукции, так и степень техногенного влияния предприятия. В этом случае матрица, характеризующая техногенные процессы предприятия, будет частью общей информационной матрицы параметров в их производственных процессах, включая техногенные циклы. Интегральные оценки отклонений от заданных технологических и техногенных нормативов в этом случае будут учитывать как вредное техногенное воздействие, так и экономический ущерб, для деятельности предприятия значительно повышая качество и надежность сложных систем.

Выводы. Предложенная авторами матричная форма представления и анализа информации может быть использована не только для анализа обработки информации и управления работой промышленного предприятия, но и для анализа состояния различных сложных экономических, социальных, природных и других систем [5–10].

Список литературы

1. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. М.: Наука, 1974. 832 стр.
2. Петров Ю.С. Саханский Ю.В. Математическая модель системы электровзрывания как соединение линии с распределенными параметрами лестничной цепи // Автоматизация процессов управления. 2013. № 3 (33). С. 44-52.
3. Петров Ю.С., Соколов А.А. Способ электрического моделирования экологических рисков. Патент на изобретение RUS 2339079 от 07.11.2006.
4. Северцев Н.А. Системный анализ и моделирование безопасности: Учеб. пособие /Н.А. Северцев., В.К. Дедков. М.: Высш.шк., 2006. 462 с., ил.
5. Соколов А.А., Аликов А.Ю., Босиков И.И., Петров Ю.С. Разработка метода решения задач системного анализа в природно-промышленной системе // Перспективы науки. 2010. № 6. С. 83-85.
6. Соколов А.А., Соколова О.А. Реализация теории и методов мониторинга подземных вод на сеточных моделях участков экосистем как объектов с распределенными параметрами // Проблемы региональной экологии. 2009. № 3. С. 138-141.
7. Соколов А.А. Исследование влияния промышленных объектов на окружающие экосистемы разработанными техническими средствами // Перспективы науки. 2010. № 4. С. 110-113.
8. Соколов А.А., Соколова О.А., Соколова Е.А. Разработка стенда для исследования и моделирования экологических рисков // Горный информационно-аналитический бюллетень

(научно-технический журнал) = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2009. № 7. С. 169-172.

9. Соколов А.А., Соколова Е.А. К проблеме повышения эффективности комплексной оценки влияния промышленных объектов на экосистемы // Экология урбанизированных территорий. 2009. № 3. С. 42-43.

10. Соколов А.А., Соколова Е.А. Геоинформационная система экологических рисков. Патент на полезную модель RUS 87280 от 22.06.2009.

Рецензенты:

Каменецкий Е.С., д.ф.-м.н., заведующий отделом математического моделирования Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Южный математический институт ВМЦ РАН РСО-А, г. Владикавказ.

Лолаев А.Б., д.т.н., профессор, и.о. директора, Северо-Осетинский филиал ОАО «МРСК Северного Кавказа», г. Владикавказ.