

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ЧЕЛОВЕКА

О.Ю. Лисина, доцент, к.ф-м.н., ХНУ им. В.Н. Каразина

Аннотация. В статье рассматривается существующий и новый предлагаемый авторами подход к определению влияния вредных факторов рабочей среды на человека. Предлагается использование системного подхода, учитывающего как суперпозицию влияний вредных факторов на здоровье и трудоспособность работников, так и возможные синергичные отклонения. Предлагается алгоритмическая основа для моделирования рассмотренных процессов.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, теория динамических систем

СИСТЕМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ СЕРЕДИ НА ЛЮДИНУ

О.Ю. Лісіна, доцент, к.ф-м.н., ХНУ ім. В.Н. Каразина

Анотація. У статті розглядається існуючий і новий запропонований авторами підхід до визначення впливу шкідливих факторів робочого середовища на людину. Пропонується використання системного підходу, що враховує як суперпозицію впливів шкідливих факторів на здоров'я та працездатність працівників, так і можливі синергічні відхилення. Пропонується алгоритмічна основа для моделювання розглянутих процесів.

Ключові слова: безпека життєдіяльності, теорія динамічних систем.

SYSTEM MODELING THE INFLUENCE OF HARMFUL ENVIRONMENTAL FACTORS ON A PERSON

O. Lisina, assistant professor, V.N. Karazin Kharkiv National University

Abstract. The article considers the existing and new approach suggested by the authors to the definition of the influence of the harmful factors of the working environment on a person. It is proposed to use a system approach that takes into account both the superposition of the effects of harmful factors on the health and working capacity of workers, as well as possible synergistic deviations. An algorithmic basis for simulation of the considered processes is offered.

Keywords: life safety, theory of dynamic systems

Постановка проблеми

Проблема определения, устранения, компенсации вредных и опасных факторов производственной среды в процессе жизнедеятельности человека не теряет своей актуальности. Напротив, использование современных технологий, сопровождающееся внедрением инновационных разработок, побуждает к дальнейшим исследованиям в области безопасности деятельности человека.

Недостаточное количество информации о последствиях использования новых ресурсов может приводить к необратимым последствиям. Отсутствие статистической базы учета последствий внедрения разработок, а также невозможность априорного определения всех возможных вариантов развития событий в направлении выявления, исчисления взаимодействий системы «человек-производственная среда» приводит к необхо-

димости использования подходов, основывающихся на математическом аппарате в рамках современных теорий представления систем.

Таким образом, целью работы является разработка информационных технологий, которые обеспечивают возможность расчетов и определения влияния опасных факторов производства на человека, учитывая синергетические характеристики параметров, участвующих в описании проблемы конкретного производства.

Изложение основного материала

Как известно, любая организация есть система, характеризующаяся:

- множественностью, но исчислимостью элементов;
- единой целью функционирования элементов;
- присутствием четко обозначенных связей и принципов управления;
- эмерджентностью (свойства системы не есть совокупность свойств элементов системы ее составляющих).

Рассматривая задачу учета показателей вредного воздействия факторов производства на человека, а также влияния комплексных параметров, возникающих в процессе взаимодействия человека с техносредой, учитывается системный подход в предположении, что описываемая система обладает указанными характеристиками. Это дает возможность использовать отработанные математические аппараты, применяемые для решения задач идентификации, управления и оптимизации систем.

Определив F_i как показатель опасных и вредных производственных факторов, m_i - влияние i -го показателя, A - оператор преобразования система «человек - производственная среда» представляется в виде схемы (рис.1.).

Исходя из предположения, что массивы входных и выходных параметров представляются исчислимыми множествами, выпишем

$$A(m_1, m_2, \dots, m_k) = (m_{1A}, m_{2A}, \dots, m_{pA}),$$

где A - функционал преобразования – функция, аргументами которой являются функции нескольких переменных. Например, аргументом функционала A может быть функция компенсации двух (трех и т.д.) воздействий вредных факторов на человека или функция, обеспечивающая выполнение условия оптимального суммарного воздействия некоторых показателей F_i .

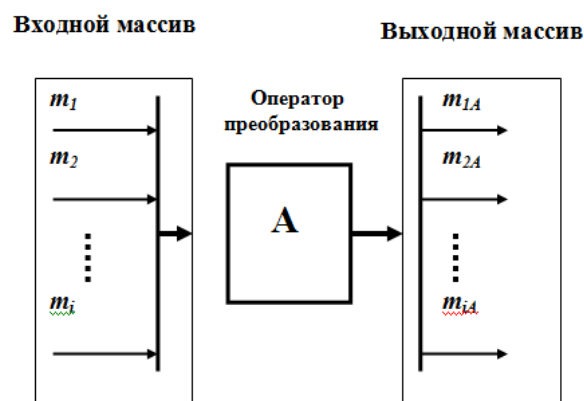


Рис. 1 – Схема системы «человек - производственная среда», где m_1, \dots, m_i - входной массив параметров влияния показателя F_i , m_{1A}, \dots, m_{iA} - выходной массив результирующих параметров влияния.

Решение задачи нахождения результирующего массива, описывающего характер конечного взаимодействия системы «человек – производственная среда», сводится к решению частных задач, постановка которых зависит от характеристик конкретного производства. Однако представляется возможным пошаговое описание процесса решения, используя понятийный аппарат теории алгоритмов.

При реализации алгоритма следует учесть, что оператор A должен выполнять следующие функции:

- анализ элементов входного массива;
- композиция функций;
- декомпозиция функций;
- оптимизация;
- формирование выходного массива.

В формальном представлении, используя псевдокод, алгоритм функционирования оператора A будет выглядеть следующим образом:

```

НАЧАЛО_алгоритма
For i=1...k
  For j=i+1...k

```

```

For l=j+1...k
...
...
For z=y+1...k
  if УСЛОВИЕ 1
    m(s)=n(i)+n(j) (ДЕЙСТВИЕ 1)
  elseif УСЛОВИЕ 2
    m(s)=n(i)+n(j)+n(l)
    (ДЕЙСТВИЕ 2)
  elseif УСЛОВИЕ 3
    ДЕЙСТВИЕ 3
  ...
  ...
  if УСЛОВИЕ Q
    ДЕЙСТВИЕ
    ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ
  end
...
end
if УСЛОВИЕ
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ
КОНЕЦ-алгоритма

```

Очевидно, что при таком описании алгоритма решения не учитывается тот факт, что результатом взаимодействия некоторых показателей влияния F_i могут быть порождающиеся показатели, обладающие синергетическими характеристиками.

Система функционирует успешно при условии своевременного реагирования на изменяющиеся внутренние характеристики системы, внешние воздействия и, как следствие, изменяющиеся выходные параметры. Отсюда – структура системы включает обратные связи, в том числе устанавливающие причинно-следственные связи между параметрами элементов системы (рекурсивная связь), а также определяющие результат совместных действий взаимосвязанных элементов как общий эффект, превышающий сумму эффектов каждого элемента системы (синергетическая связь).

Описанная система «человек – производственная среда» относится к открытым, нелинейным системам. Она функционирует без ограничений со стороны и обладает свойствами самоорганизующихся систем [2]. Для такого рода систем характерно свойство изменчивости, связанное с факторами случайности и неопределенности. Будущая функциональность таких систем зависит от прошлых

состояний системы. А сами процессы самоорганизации систем подчиняются определенным этапам:

- утрата устойчивости;
- этап неустойчивого состояния;
- порождение нового устойчивого состояния;
- переход на следующий эволюционный этап.

Основная задача – отыскать общие закономерности, управляющие процессами, протекающими в самоорганизующихся системах. Разработкой методов и средств решения такой задачи занимается наука синергетика. Математический аппарат, используемый в синергетике, – это теория динамических систем [1].

Для описания задачи взаимодействия системы «человек-производственная среда», а именно – функций компенсации вредных воздействий – воспользуемся аппаратом дифференциальных уравнений теории динамических систем. Представление системы посредством дифференциальных уравнений вносит определенность в описание влияния факторов производства на человека, то есть позволяет получить численные результаты, определяемые в конкретике времени и пространства. Выпишем систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial m_1}{\partial t} = \frac{1}{\tau_1} A_1(m_1, m_2, \dots, m_k) + K_1 \Delta m_1; \\ \frac{\partial m_2}{\partial t} = \frac{1}{\tau_2} A_2(m_1, m_2, \dots, m_k) + K_2 \Delta m_2; \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ \frac{\partial m_k}{\partial t} = \frac{1}{\tau_k} A_k(m_1, m_2, \dots, m_k) + K_k \Delta m_k, \end{cases}$$

где m_i – динамические переменные, являющиеся параметрами влияния; $A_k(m_1, m_2, \dots, m_k)$ – функции, описывающие взаимодействие динамических переменных в данной точке пространства τ_k – характерные времена изменения переменных m_k , Элемент уравнения $K_k \Delta m_k$ описывает распространение параметров влияния, например, явление диффузии, K_k – коэффициент диффузии.

Решение системы уравнений (1) однозначно определяется начальными и граничными условиями. Методики решения таких систем

известны и реализованы на современных информационных платформах. Однако в случае задач, параметрами которой могут быть характеристики, обладающие синергией, важным аспектом является исследование решения системы (1) на устойчивость. Являясь внутренним свойством исследуемой системы, устойчивость (неустойчивость) проявляется только при наличии малых внешних воздействий. Следует учесть, что при определенных значениях внешних воздействий система может измениться качественно.

Выводы

Таким образом, использование методов решения и исследования дифференциальных уравнений дает возможность решения задач взаимодействия системы «человек-производственная среда», основываясь на представлении системы как самоорганизующейся. Применение обобщенного алгоритмического подхода к описанию происходя-

щего в системе позволит разработать наиболее общие подходы к решению проблемы минимизации последствий влияния вредных производственных факторов на человека.

Литература

1. Биркгоф Дж.Д. Динамические системы, ОГИЗ, М.—Л., 1941.
2. Моисеев Н.Н. Человек и биосфера. Опыт системного анализа и эксперименты с моделями. // Н.Н.Моисеев, М., 1985.
3. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М., 1990;
4. Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. М., 1991. С. 28—29.

Рецензент: В.М.Колодяжный, д.ф.-м.н., профессор, ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 15 ноября 2017 г.