

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

И.И. БОСИКОВ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет)  
362021, Россия, Владикавказ, ул. Николаева, 44

<sup>2</sup>Астраханский государственный технический университет  
414056, Россия, Астрахань, ул. Татищева, 16

**Аннотация.** В статье рассматриваются сложные технические системы переменной структуры (СТС ПС), особенностями которых являются: многокомпонентность и сложность; нелинейная взаимозависимость между количественно и качественно задаваемыми параметрами; неполнота исходных данных; сложность и затратность проведения экспериментов; риски возникновения опасных ситуаций и их негативные последствия; уникальность систем и как следствие сложность транслирования накапливаемого опыта на аналогичные СТС ПС; разнообразие воздействий внутренних и внешних факторов на СТС ПС, их стохастический и нестохастический характер; изменение структуры и параметров в ходе функционирования; использование таких СТС ПС для обеспечения непрерывности функционирования более масштабных систем.

Целью работы является разработка методики формирования комплекса управленческих решений с помощью решения системы интегро-дифференциальных уравнений.

Новизна заключается в том, что разработана методика формирования управленческих решений, отличающаяся тем, что поиск организационных и технологических решений повышения надежности СТС ПС состояний объекта ведется с помощью решения систем интегро-дифференциальных уравнений, учитывающих параметры компонентов СТС ПС, что позволяет определить вероятности пребывания во всех состояниях и параметры перехода из отказовых в работоспособные состояния.

**Ключевые слова:** сложная техническая система переменной структуры, организационные и технологические решения, системы интегро-дифференциальных уравнений, параметры СТС ПС, отказовые и работоспособные состояния, надежность

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. Москва: Наука, 1978. 400 с.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. Москва: Физматлит, 2001. 320 с.
3. Алтунин А.А. Теоретическое и практическое применение методов принятия решений в условиях неопределенности. Том 1. Общие принципы принятия решений в условиях различных видов неопределенности. Москва: Издательские решения, 2019. 484 с.
4. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. Минск: ДизайнПРО, 2004. 640 с.
5. Борисов В.В., Мисник А.Е. Комбинированный нейросетевой способ моделирования для оперативного управления сложными системами // Информационные технологии. 2012. № 7. С. 69–72.
6. Поспелов Д.А. Большие системы. Ситуационное управление. Москва: Знание, 1975. 64 с.
7. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. Москва: Наука, 1986. 288 с.
8. Klyuev R.V., Bosikov I.I. Research of water-power parameters of small hydropower plants in conditions of mountain territories // Proceedings 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016. 2016. P. 791420.

9. *Босиков И.И., Ключев Р.В., Гаврина О.А.* Разработка интегрированной системы, включающей алгоритмы и методы анализа надежности промышленно-технической системы // *Материалы II Международной научной конференции*. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2018. С. 160–166.
10. *Kozhiev H.H., Klyuev R.V., Bosikov I.I., Youn R.B.* Analysis of management of mine ventilation networks using simulation models // *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2017. Т. 9. № 4 (34). С. 414–418, DOI: 10.21177/1998-4502-2017-9-4-414-418.
11. *Босиков И.И., Аликов А.Ю., Босиков В.И., Смелков З.А.* Исследование закономерностей функционирования природно-промышленной системы горно-перерабатывающего комплекса с помощью математических моделей // *Перспективы науки*. 2012. № 1 (28). С. 70–72.
12. *Jones M., Viola P.* Robust Real-Time Face Detection // *International Journal of Computer Vision*. 2004. 57(2). Pp. 137–154.
13. *Fleuret F. and Geman D.* Coarse-to-fine face detection // *Int. J. Computer Vision*. 2001. 41:85–107.
14. *Weinzman C.* Distributed Micro/Minicomputer Systems. New Jersey: Prentice Hall Inc. 1982. 403 p.
15. *Машиинцов Е.А., Котлеревская Л.В., Криничная Н.А.* Управление вентиляцией в угольной шахте // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2014. № 7. С. 188–195.
16. *Скопинцева О.В., Баловцев С.В.* К вопросу оценки аэрологического риска при различных схемах вентиляции выемочных участков угольных шахт // *Научный вестник Московского государственного горного университета*. 2013. № 1. С. 87–100.
17. *Каледина Н.О.* Обоснование параметров систем вентиляции высокопроизводительных угольных шахт // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2011. № 7. С. 261–271.
18. *Бахвалов Л.А., Баранникова И.В., Агабубаев А.Т.* Анализ современных систем автоматического управления проветриванием // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2017. № 7. С. 22–28.
19. *Босиков И.И., Ключев Р.В., Хетагуров В.Н., Ажмухамедов И.М.* Разработка методов и средств управления аэрогазодинамическими процессами на добычных участках // *Устойчивое развитие горных территорий*. 2021. № 1. С. 77–83. DOI: 10.21177/1998-4502-2021-13-1-77-83.
20. *Васенин И.М., Шрагер Э.Р., Крайнов А.Ю., Палеев Д.Ю., Лукашов О.Ю., Костеренко В.Н.* Математическое моделирование нестационарных процессов вентиляции сети выработок угольной шахты // *Компьютерные исследования и моделирование*. 2011. Т. 3. № 2. С. 155–163.
21. *Машиинцов Е.А., Котлеревская Л.В., Криничная Н.А.* Управление вентиляцией в угольной шахте // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2014. № 7. С. 188–195.
22. *Харик Е.К., Астанин А.В.* Численное исследование вентиляции горной выработки угольной шахты в трехмерной постановке // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2011. № 4-5. С. 2567–2569.
23. *Рычковский В.М., Сергеев О.А., Тюрин В.П.* Об управлении вентиляцией на угольных шахтах Кузбасса // *Безопасность труда в промышленности*. 2004. № 11. С. 8–9.
24. *Sjöström S., Klintonäs E., Johansson P., Nyqvist J.* Optimized model-based control of main mine ventilation air flows with minimized energy consumption // *International Journal of Mining Science and Technology*, 2020, Vol. 30. Issue 4. Pp. 533–539. DOI: 10.1016/j.ijmst.2020.05.016.

### **Информация об авторе**

**Босиков Игорь Иванович**, канд. техн. наук, доц. каф. «Прикладная геология», Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет);  
362021, Россия, Владикавказ, ул. Николаева, 44;  
докторант Астраханского государственного технического университета;  
414056, Россия, Астрахань, ул. Татищева, 16;  
igor.boss.777@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8930-4112>