

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ АНАЛИТИКО-СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ И КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ

И.И. БОСИКОВ^{1, 2}

¹ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт»
(государственный технологический университет)
362021, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44

E-mail: info@skgmi-gtu.ru

²ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»
414056, Астрахань, ул. Татищева, 16

E-mail: post@astu.org

В статье рассматривается сложная техническая система переменной структуры (СТС ПС), обладающая: сложностью, многокомпонентностью, множеством количественно-качественных параметров; сложностью экспериментальных исследований, рисками возникновения опасных ситуаций и катастрофичностью их последствий; уникальностью режимов и условий функционирования систем. Особенности таких систем обуславливают специфику их анализа и моделирования: невозможность создания и использования общих аналитических моделей; сложность обеспечения достоверности моделирования из-за уникальности, недостаточности данных об опасных и аварийных режимах функционирования СТС ПС. Эти особенности позволяют обосновать целесообразность комбинирования различных подходов и методов для построения и композиции единой модели системы из моделей отдельных ее компонентов. Предлагаемый принцип построения систем существенно расширяет возможности управления процессом функционирования СТС ПС вследствие гибкого использования полезных свойств каждой из структур в зависимости от внутреннего состояния системы и изменяющихся внешних условий. Типичным примером СТС ПС является система воздухообеспечения угольных шахт. Конфигурация указанной системы должна постоянно изменяться, адаптируясь как к изменению структуры и объемов самих забоев, так и в связи с возможным изменением параметров технических устройств нагнетания воздуха в шахты (вплоть до их полного выхода из строя).

Целью работы является разработка универсальной аналитико-статистической модели расчета показателей надежности и комплексной оценки сложных технических систем переменной структуры.

Новизна заключается в том, что разработана универсальная аналитико-статистическая модель определения граничных значений показателей надежности и расчета пессимистической и оптимистической оценки, которая отличается тем, что в ней учтены особенности функционирования невозстанавливаемых и восстанавливаемых, избыточных и неизбыточных технических систем при отказах и восстановлениях элементов при воздействии различных случайных параметров, что позволяет рассчитать надежность функционирования СТС ПС и оценить эффективность применения мер структурного резервирования.

Ключевые слова: аналитико-статистическая модель, сложная техническая система переменной структуры, показатели надежности, пессимистическая и оптимистическая оценка, структурное резервирование, надежность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978. 400 с.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. М.: 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. М.: Издательские решения, 2019. 484 с.
4. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. Мн.: 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. М.: Знание, 1975. 64 с.
7. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: 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. In the collection: 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016 – Proceedings 2. 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 второй Международной научной конференции, посвящённой 25-летию юбилею Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук. 2018. С. 160–166.
10. Klyuev R.V., Bosikov I.I., Gavrina O.A., Revazov V.C. System analysis of power consumption by nonferrous metallurgy enterprises on the basis of rank modeling of individual techno enosis castes. In the collection: MATEC Web of Conferences. 2018. P. 04018.
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. Машиңцов 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. Скопичева 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. Машиңцов 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., Klintenäs 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.

Сведения об авторе:

Босиков Игорь Иванович, к.т.н., доцент кафедры «Прикладная геология» Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета).

362021, РСО-Алания, Владикавказ, ул. Николаева, 44.

Докторант Астраханского государственного технического университета.

414056, Астрахань, ул. Татищева, 16.

E-mail: igor.boss.777@mail.ru