



А. В. Бочков

На пути к формализму риска

Безопасность
и устойчивость функционирования
умных экспансивных систем

А. В. Бочков

НА ПУТИ К ФОРМАЛИЗМУ РИСКА

**БЕЗОПАСНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
УМНЫХ ЭКСПАНСИВНЫХ СИСТЕМ**

Монография

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2025

УДК 007:51-74:519.816:368.025.61
ББК 32.965.02+65.29
Б86

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки
Российской Федерации, советник генерального директора
ООО «Газпром газнадзор»
Лесных Валерий Витальевич;
доктор технических наук, профессор, эксперт научного Совета
по информационной безопасности при Совете Безопасности РФ,
генеральный директор ООО «ИБТранс»
Щубинский Игорь Борисович

Бочков, А. В.

Б86 На пути к формализму риска. Безопасность и устойчивость функционирования умных экспансивных систем : монография / А. В. Бочков. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 348 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-2373-1

Представлена методология обеспечения безопасности и устойчивости функционирования особого класса структурно-сложных систем – умных экспансивных систем, направленная на прогнозирование и снижение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, нарушающих условия жизнедеятельности людей. Методология оперирует пятью ключевыми, неразрывно связанными между собой методами, решающими задачи, возникающие при построении подсистем, обеспечивающих безопасность и устойчивость рассматриваемого класса структурно сложных систем в условиях возникновения нештатных и чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и антропогенного характера. В отличие от существующих подходов рассматривается невероятностная постановка, что оправдано для редких событий, какими являются чрезвычайные ситуации и противоправные акции. Разработан метод, обеспечивающий поддержку принятия решения в так называемой задаче группового выбора объектов критически важной инфраструктуры, требующих повышенного внимания службы безопасности и затрат ресурсов государства и собственника системы на обеспечение их защищённости, безопасности и устойчивости функционирования. Разработан и теоретически обоснован метод построения интегрального показателя безопасности, позволившего решить задачу построения оптимальных процессов дискретной обработки непрерывных данных, поступающих от системы, снизить размерность её описания с целью повышения оперативности принятия управляющих решений, обеспечивающих её устойчивое функционирование при наличии внешних негативных воздействий различной природы.

Для широкого круга научных работников и специалистов в области анализа, оценки и управления рисками.

УДК 007:51-74:519.816:368.025.61
ББК 32.965.02+65.29

ISBN 978-5-9729-2373-1

© Бочков А. В., 2025
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2025
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. УМНАЯ ЭКСПАНСИВНАЯ СИСТЕМА И ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕЁ БЕЗОПАСНОГО И УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ	12
1.1. Умные экспансивные системы и подходы к их моделированию.....	13
1.2. Проблема обеспечения безопасности критически важной инфраструктуры. Современное состояние и пути решения	28
1.3. Комплексные задачи оценки опасностей и управления рисками объектов критически важной инфраструктуры. Современное состояние и пути решения	32
1.4. Постановка проблемы обеспечения безопасности и устойчивости умной экспансивной системы	64
Выводы по главе 1	67
ГЛАВА 2. РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ СИНТЕЗА РИСКОВ. МЕТОД ГРУППОВОГО ВЫБОРА ПРИОРИТЕТНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ	69
2.1. Общая постановка задачи управления безопасностью объектов умной экспансивной системы	69
2.2. Модель воздействия на объекты.....	71
2.3. Модель профиля защиты объекта.....	73
2.4. Интеграционная модель безопасности объектов	76
2.5. Модель оценки уровней воздействия негативных факторов и обоснование шкалы измерения угроз нарушения устойчивости функционирования объектов с учётом их технологической специфики и региона размещения.....	79
Выводы по главе 2.....	101
ГЛАВА 3. РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕШТАТНЫХ И КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЙ. УПРАВЛЕНИЕ ПО ПРЕЦЕДЕНТАМ	102
3.1. Общая постановка задачи. Выбор и обоснование метода решения.....	102
3.2. Логическая схема проведения аудита ситуаций на стадии идентификации построение решающих правил.....	114
3.3. Теоретические основы построения решающих правил на основе метода опорных векторов	125
3.4. Структура тестов. Матрицы полу-Хемминга, гарантирующие выполнение частичного порядка	132
3.5. Методика проверки на непротиворечивость информации об оцениваемой ситуации	136
3.6. О неслучайности решающих правил.....	147
Выводы по главе 3.....	148

ГЛАВА 4. РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ	150
4.1. Разработка метода уточнения прогнозов нештатных ситуаций на объектах критически важной инфраструктуры.....	150
4.2. Разработка моделей макро- и мезопрогнозирования показателей аварийности.....	164
4.3. Модели микропрогнозирования	180
Выводы по главе 4	191
ГЛАВА 5. МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ИНДИКАТОРОВ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ	194
5.1. Проблема построения интегрального показателя промышленной безопасности	194
5.2. Основные положения группового анализа динамики объектов.....	196
5.3. Диффузионное приближение марковских процессов. Уравнение Фоккера-Планка	200
5.4. Оценка среднего времени прохождения «пути» по выполнению обязательств	204
5.5. Модель диффузии в экономическом поведении. Подходы к разработке методологии анализа риска невыполнения обязательств эксплуатирующей организацией	208
5.6. Пример построения модели динамического коридора	212
5.7. Построение мишени на основе метода опорных векторов	219
Выводы по главе 5	222
ГЛАВА 6. ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ РАЗРАБОТАННЫХ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ	225
6.1. Пример построения интегральной оценки системной значимости объектов умной экспансивной системы	225
6.2. Построение полного набора «решающих правил» стадии предквалификации контрагентов, участвующих в закупочной деятельности.....	247
6.3. Построение мишени допустимых значений показателей эффективности контрагентов в части группового анализа их динамики.....	267
6.4. Пример использования результатов исследования при разработке документов системы стандартизации в области ситуационного управления.....	280
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	296
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	301
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	321
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	336