

С.А. Ткалич

**БЕЗАВАРИЙНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

Монография

**Воронеж
Издательство «Научная книга»
2018**

УДК 681.3
ББК 78.36
Т 48

Рецензенты:

- Леденева Т.М.** Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой вычислительной математики и прикладных информационных технологий Воронежского государственного университета
- Стариков А.В.** Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой автоматизации производственных процессов Воронежского государственного лесотехнического университета

Т 48 Ткалич, С.А. Безаварийное управление технологическими процессами: Монография / С.А. Ткалич; под ред. д-ра техн. наук, проф. В.Л. Бурковского. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2018. – 152 с.

ISBN 978-5-98222-958-8

В монографии приводится анализ проблемы безаварийного управления потенциально опасными технологическими процессами. Приведены исследования моделей прогнозирования аварийных ситуаций на основе термодинамического, производственного и нейросетевого подходов. Предложен интегральный критерий безаварийного управления с учетом оптимального календарного планирования работ. Сформулирована концепция безаварийного управления, основанная на синтезе станции безаварийного управления. В части повышения надёжности средств автоматизации рассмотрены способы их резервирования. Приведены примеры построения систем безаварийного управления в области металлургии, атомной энергетики, нефтехимии, в производстве железобетонных изделий и в сахарном производстве.

Монография представляет интерес для специалистов, аспирантов и студентов, занимающихся вопросам алгоритмизации, моделирования и разработки систем автоматизации потенциально опасных технологических процессов; может быть использована также в качестве учебного пособия по соответствующим направлениям.

Табл. 3. Ил. 56. Библиогр.: 88 назв.

ISBN 978-5-98222-958-8

© Ткалич С.А., 2018

ВВЕДЕНИЕ

Аварийные ситуации в рамках производственных процессов, как правило, являются следствием воздействия совокупности факторов. К ним следует отнести: организацию производственной деятельности, обеспечивающую строгое выполнение регламента, техническую оснащенность, сокращающую долю ручного труда, надежность алгоритмов управления, предупреждающих возможность возникновения нештатных ситуаций, воздействия окружающей среды, уровень профессионализма персонала, а также «человеческий фактор», порождаемый эмоциональной напряженностью.

Главным фактором, конечно же, является техническое состояние оборудования и степень автоматизации технологических процессов.

Под безаварийным управлением будем понимать именно недопущение технологической аварии, вследствие которой возможно возникновение техногенной ситуации. Под аварией понимается нарушение или прекращение технологического процесса. Основная ответственность при этом возлагается на систему управления, которая не должна допустить аварийной ситуации и, в крайнем случае, перевести процесс в безопасное состояние.

Рассмотрим основные предпосылки построения систем безаварийного управления.

Во-первых, растет производительность технических средств. С каждым годом совершенствуются такие характеристики программируемых контроллеров, как быстродействие и объем памяти, в том числе памяти программ. На фоне классического математического описания физических процессов (весоизмерение, дозирование, регулирование давления, температуры, расхода жидкостей и сыпучих веществ...), скомпилированная программа управления которыми занимает в памяти программ лишь несколько процентов, ресурсы контроллера выглядят явно недоиспользованными. Естественным образом возникает возможность применения более сложных алгоритмов управления с использованием математического моделирования. Следуя философскому закону перехода количества в качество, наступило время реализации интеллектуальных систем управления нового поколения, использующих результаты моделирования в реальном времени.

Во-вторых, расширяется диапазон теоретических и программных инструментов. Многообразие существующих методов прогнозирования ставит вопрос о выборе конкретного математического аппарата для конкретного технологического процесса. При этом различные методы способны давать как текущий, так и долгосрочный прогноз. Используя несколько альтернативных методов прогноза, достигается наибольшая достоверность. Таким образом, система безаварийного управления технологическими процессами используя возможности современных информационных технологий, может быть построена на основе гибридных моделей, комбинирующих, например, термодинамическую, лингвистическую и нейросетевую концепции.

В-третьих, накапливается опыт эксплуатации отказоустойчивых и безопасных систем управления. Целью является снижение вероятности аппаратных отказов путем переключения на резервную систему, а также защита жизни и окружающей среды путем надежного отключения и перевода процесса в безопасное состояние. Структурно построение подобных систем основывается на использовании одноканальных или двухканальных подсистем с односторонней или коммутируемой конфигурациями. Повышенным коэффициентом готовности обладают системы с аппаратным резервированием. Принципиально при этом дублируются: центральный процессор, блок питания и аппаратура связи обоих центральных процессоров. Однако если технологический процесс допускает время переключения на заменяющую систему в пределах нескольких секунд (например, процесс химводоочистки на АЭС), то возможно программное резервирование. Построение системы управления на основе программного резервирования требует меньших капиталовложений.

Анализируя современные возможности построения систем безаварийного управления, таким образом, следует отметить необходимость формирования обобщенного критерия, интегрирующего в формате безаварийности математические и технические инструменты и учитывающего, в том числе, и ресурсную составляющую.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Проблематика безопасности. Методы снижения аварийного риска.....	5
2. Анализ статистических методов оценки риска на опасных производственных объектах	16
3. Применение экспертных систем в безаварийном управлении ..	26
4. Диагностические экспертные системы безаварийного управления технологическими процессами	35
5. Оптимальное календарное планирование в системе безаварийного управления производством	43
5.1. Общее содержание алгоритма оптимального календарного планирования	44
5.1.1. Запас времени до предполагаемого отказа объекта....	44
5.1.2. Степень близости объекта к аварии	45
5.1.3. Степень влияния аварии на объекте на функционирование всей системы	45
5.1.4. Сложность проведения ремонтных работ	46
5.2. Математическая постановка задачи оптимального календарного планирования	47
5.3. Аналитическое решение задачи ОКПР.....	49
5.4. Алгоритм оптимального календарного планирования работ.....	51
6. Прогнозирование аварийных ситуаций производственных процессов.....	55
6.1. Термодинамическая модель.....	55
6.2. Нейросетевая модель.....	59
6.3. Лингвистическая модель.....	61
7. Алгоритм безаварийного управления на основе прогнозирования.....	65
8. Интегральный критерий безаварийного управления технологическими процессами.....	68
9. Алгоритм расчета интегрального критерия безаварийного управления.....	76
10. Концепция безаварийного управления технологическими процессами	82
10.1. Формализация технологического процесса	83
10.2. Алгоритмизация процесса безаварийного управления	86

10.3. Композиционная модель прогнозирования аварийных ситуаций	87
10.4. Система планово-предупредительного обслуживания	88
10.5. Формирование интегрального критерия безаварийного управления	89
10.6. Методика практической реализации системы безаварийного управления.....	90
10.7. Формирование требований к станции безаварийного управления	94
11. Построение систем безаварийного управления	95
11.1. Резервированные системы автоматизации.....	95
11.2. Программное резервирование систем автоматизации	102
11.3. Примеры построения систем безаварийного управления	107
11.3.1. Система автоматизации технологического процесса обжига окатышей.....	107
11.3.2. Автоматизированная система безаварийного управления процессом перегрузки ТВЭЛов	112
11.3.3. Резервированная система управления производства дивинил-стирольных термоэластопластов.....	122
11.3.4. Программное резервирование в установке очистки растворителя для производства каучуков СКД-НД, ДССК	124
11.3.5. АСУ ТП генерации холода в производстве синтетических каучуков.....	126
11.3.6. АСУ ТП химводоочистки НВ АЭС.....	132
11.3.7. АСУ ТП тепловлажностной обработки железобетонных изделий	135
11.3.8. АСУ ТП сахарного завода.....	138
Заключение	142
Библиографический список	143

Научное издание

Ткалич Сергей Андреевич

**БЕЗАВАРИЙНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ**

Монография

Издание публикуется в авторской редакции
Компьютерный набор С.А. Ткалича

Дизайн обложки С.А. Кравец

Подписано в печать 03.04.2018. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 10,0. Заказ 000. Тираж 500 экз.

ООО Издательство «Научная книга»
394077, Россия, г. Воронеж, ул. 60-й Армии, 25-120
<http://www.sbook.ru/>

Отпечатано с готового оригинал-макета
в ООО «Цифровая полиграфия»
394036, Россия, г. Воронеж, ул. Ф. Энгельса, 52
Тел. (473) 261-03-61