

УДК: 62-52
ББК 32.965
Л 82

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор **В. А. Петраков**
(Южный федеральный университет),
д-р техн. наук, профессор **М. Э. Шошиашвили**
(Южно-Российский государственный политехнический
университет (Новочеркасский политехнический институт)
имени М.И. Платова)

Лубенцова Е.В., Володин А.А.
Л 82 **Синтез систем автоматического управления биотехнологическими процессами с применением методов аппроксимирующего и нейро-нечеткого управления:** монография. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. – 160 с.

ISBN 978-5-9296-0681-6

В монографии содержатся методы теории и алгоритмы систем автоматического управления (САУ) сложными биотехнологическими объектами, которые позволяют найти подходящее управление в условиях неполного, нечеткого и неточного знания состояния объекта управления и характеристик внешних и внутренних воздействий, при которых функционирует этот объект. Приведены примеры синтеза САУ промышленным биотехнологическим процессом для различных режимов функционирования.

Адресована научным работникам и инженерам, разрабатывающим современные системы управления биотехнологическими процессами; может оказаться полезной для студентов и аспирантов вузов.

УДК: 62-52
ББК 32.965

ISBN 978-5-9296-0681-6

© Лубенцова Е.В., Володин А.А., 2014
© Издательство Северо-Кавказского
федерального университета, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. АНАЛИЗ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СИНТЕЗА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ БИОСИСТЕМ	10
1.1. Анализ общесистемных свойств и видов неопределен- ности информации, характерных для процесса управления сложными динамическими объектами биосистем	10
1.2. Анализ методов и алгоритмов решения задач синтеза систем на основе нечеткой логики применительно к управлению динамическими объектами биосистем	16
1.3. Анализ методов и алгоритмов решения задач синтеза систем на основе нейросетевых технологий применительно к управлению динамическими объектами биосистем	29
Глава 2. СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ БИОСИНТЕЗА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА АППРОКСИМИРУЮЩИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	36
2.1. Разработка критерия эффективности и выбор оптимальных условий управления и моделирования процесса биосинтеза	36
2.2. Метод аппроксимирующих преобразований в задачах управления и моделирования биосистем	44
2.3. Синтез нелинейных регуляторов потоков субстрата и продукта в непрерывной биосистеме на основе метода аппроксимирующих преобразований	59
2.4. Синтез нелинейных регуляторов потоков субстрата и продукта на основе комбинации сигмоидных функций для управления непрерывной биосистемой	67

Глава 3. СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОСИСТЕМОЙ В РЕАКТОРЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ С НЕЧЕТКИМИ И НЕЙРО-НЕЧЕТКИМИ РЕГУЛЯТОРАМИ	73
3.1. Особенности синтеза нечетких и нейросетевых систем управления биопроцессами при априорной неопределенности и нечеткости их моделей	73
3.2. Выбор типа нейро-нечеткой системы для задачи управления сложными процессами и объектами	75
3.3. Сравнительный анализ алгоритмов обучения нейро- нечеткой системы с многослойной структурой	79
3.4. Построение и исследование нейро-нечетких регуляторов потоков субстрата и продукта для управляемой непрерывной биосистемы	89
3.5. Модифицированный метод получения уравнений регрессии для оценки влияния параметров нейронной сети на показатели качества управления	101
3.6. Нейро-нечеткая система стабилизации температуры ферментационного процесса	111
3.7. Оценка состояния режимов биосистемы на основе нейросетевой технологии	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	137
ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ	139