

УДК 004.8:681.5(075)
ББК 32.813.5я73
Ф24

Рецензенты:

В. В. Моренко, канд. техн. наук,
генеральный директор ООО «Инсист Автоматика»;
В. Н. Губкин, генеральный директор ООО «Полюс Автоматика»

Фарунцев, С. Д.

Ф24 Методы моделирования и алгоритмизации объектов управления химико-технологических систем : практикум / С. Д. Фарунцев ; Минобрнауки России, Ом. гос. техн. ун-т. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2021. – 156 с. : ил.

ISBN 978-5-8149-3191-7

Учебное издание содержит сведения по методам разработки моделей и алгоритмов управления для объектов управления химико-технологических систем. Теоретические материалы сопровождаются примерами и практическими заданиями, основанными на использовании программных средств пакетов MATLAB Simulink.

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям 15.03.04 «Компьютерные технологии управления в автоматизированных производствах», 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 27.03.04 «Системы и технические средства автоматизации и управления».

УДК 004.8:681.5(075)
ББК 32.813.5я73

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Омского государственного технического университета*

ISBN 978-5-8149-3191-7

© ОмГТУ, 2021



ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ.....	7
1.1. Модель идеального смешения.....	7
ПЗ 1.1. Моделирование объекта идеального смешения	10
1.2. Модель идеального вытеснения	13
ПЗ 1.2. Моделирование объекта идеального вытеснения	15
1.3. Диффузионная гидродинамическая модель	16
1.4. Ячеечная гидродинамическая модель	18
ПЗ 1.3. Моделирование ячейечной модели	20
1.5. Комбинированные модели	22
1.5.1. Модель объекта идеального смешения с застойной зоной	23
ПЗ 1.4. Моделирование комбинированной модели объекта идеального смешения с застойной зоной.....	24
1.5.2. Модель объекта идеального вытеснения с застойной зоной	28
ПЗ 1.5. Моделирование комбинированной модели объекта идеального вытеснения с застойной зоной.....	28
1.5.3. Модель объекта идеального смешения с проскальзыванием	33
ПЗ 1.6. Моделирование комбинированной модели объекта идеального смешения с проскальзыванием.....	33
1.5.4. Модель объекта идеального вытеснения с проскальзыванием.....	36
ПЗ 1.7. Моделирование комбинированной модели объекта идеального вытеснения с проскальзыванием	37
1.5.5. Модель объекта идеального смешения с рециклом.....	40
ПЗ 1.8. Моделирование комбинированной модели объекта идеального смешения с рециклом	42

1.5.6. Модель объекта идеального вытеснения с рециклом	44
ПЗ 1.9. Моделирование комбинированной модели объекта идеального вытеснения с рециклом.....	44
1.5.7. Модель объекта, представленного однопараметрической диффузионной моделью с рециклом	47
ПЗ 1.10. Моделирование комбинированной модели объекта, представленного однопараметрической диффузионной моделью с рециклом.....	47
1.5.8. Модель объекта с последовательным соединением зон идеального вытеснения и смешения.....	50
ПЗ 1.11. Моделирование комбинированной модели объекта с последовательным соединением зон идеального вытеснения и смешения.....	50
1.5.9. Модель объекта с параллельным соединением зон идеального вытеснения и смешения.....	53
ПЗ 1.12. Моделирование комбинированной модели объекта с параллельным соединением зон идеального вытеснения и смешения	53
1.6. ПРИМЕРЫ РАЗРАБОТКИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ АППАРАТОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	57
ПЗ 1.13. Моделирование вертикальной гидравлической емкости.....	57
ПЗ 1.14. Моделирование вертикальной емкости с учетом влияния уровня жидкости на расход	62
ПЗ 1.15. Моделирование вертикальной емкости с насосом на трубопроводе выходного потока жидкости	68
ПЗ 1.16. Моделирование вертикальной емкости с насосом на трубопроводе выходного потока жидкости и верхним вводом входного потока жидкости	70
ПЗ 1.17. Моделирование системы автоматического регулирования уровня вертикальной емкости	72
ПЗ 1.18. Моделирование системы автоматического регулирования уровня вертикальной емкости с установкой регулирующего клапана на входном трубопроводе	75
ПЗ 1.19. Моделирование процесса регулирования смешения двух компонентов в емкости с мешалкой	77
ПЗ 1.20. Моделирование горизонтальной цилиндрической емкости.....	83
ПЗ 1.21. Моделирование системы автоматического регулирования уровня горизонтальной цилиндрической емкости.....	90
Контрольные вопросы и задания к главе 1	94

2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ И ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	95
2.1. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА И ПЕРЕНОСА ТЕПЛА	95
2.2. ОСНОВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ	96
2.2.1. Теплообменник типа «смешение – смешение»	97
ПЗ 2.1. Моделирование теплообменника типа «смешение – смешение»	99
2.2.2. Моделирование теплообменника типа «вытеснение – вытеснение»	103
ПЗ 2.2. Моделирование кожухотрубного прямоточного теплообменника.....	107
ПЗ 2.3. Исследование модели кожухотрубного прямоточного теплообменника	113
ПЗ 2.4. Моделирование кожухотрубного противоточного теплообменника	116
2.2.3. Моделирование схем автоматизации теплообменных аппаратов	121
ПЗ 2.5. Моделирование схемы автоматизации теплообменника типа «смешение – смешение»	121
2.2.4. Моделирование схем автоматизации теплообменных аппаратов типа «вытеснение – вытеснение»	126
ПЗ 2.6. Моделирование системы регулирования для объекта, обладающего существенным транспортным запаздыванием с использованием предиктора Смита	129
ПЗ 2.7. Моделирование одноконтурной схемы регулирования температуры в кожухотрубном прямоточном теплообменнике	132
ПЗ 2.8. Моделирование одноконтурной схемы регулирования температуры в кожухотрубном противоточном теплообменнике	136
ПЗ 2.9. Моделирование двухконтурной схемы регулирования температуры теплоносителя в кожухотрубном противоточном теплообменнике	139
2.2.5. Моделирование тепловых процессов, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных.....	145
ПЗ 2.10. Моделирование процесса нагрева твердого металлического стержня	145
Контрольные вопросы и задания к главе 2	152
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	153
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	155