

УНИВЕРСИТЕТЫ РОССИИ



В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов, Е. П. Марков

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

МЕТОД НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Ответственный редактор – *Н. М. Жаворонков*

МОНОГРАФИЯ

2-е издание



СООТВЕТСТВУЕТ
ПРОГРАММАМ
ВЕДУЩИХ НАУЧНО-
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ШКОЛ

 **Юрайт**
издательство
biblio-online.ru

В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов, Е. П. Марков

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ: МЕТОД НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

МОНОГРАФИЯ

Под общей редакцией **Н. М. Жаворонкова**

2-е издание, переработанное и дополненное

Книга доступна в электронной библиотечной системе
biblio-online.ru

Москва • Юрайт • 2018

УДК 543
ББК 24.4
К30

Авторы:

Кафаров Виктор Вячеславович — профессор, доктор технических наук, академик РАН;

Дорохов Игорь Николаевич — профессор, доктор технических наук, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры кибернетики химико-технологических процессов факультета информационных технологий и управления Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева, президент, учредитель и академик Международной академии системных исследований, председатель Бюро Президиума Международной академии системных исследований.

Марков Евгений Павлович — кандидат технических наук.

Ответственный редактор:

Жаворонков Николай Михайлович — доктор технических наук, профессор, академик АН СССР, Герой Социалистического Труда (1907—1990), Лауреат Государственной премии СССР. С 1948 по 1962 г. ректор Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева. С 1962 по 1988 г. директор Института общей и неорганической химии имени Н. С. Курнакова АН СССР.

Рецензент:

Балакирев В. С. — профессор, доктор технических наук.

Кафаров, В. В.

К30

Системный анализ процессов химической технологии: метод нечетких множеств : монография / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов, Е. П. Марков ; под общ. ред. Н. М. Жаворонкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 360 с. — (Серия : Университеты России).

ISBN 978-5-534-06996-9

Серия «Университеты России» позволит высшим учебным заведениям нашей страны использовать в образовательном процессе издания (в том числе учебники и учебные пособия по различным дисциплинам), подготовленные преподавателями лучших университетов России и впервые опубликованные в издательствах университетов. Все представленные в этой серии работы прошли экспертную оценку учебно-методического отдела издательства и публикуются в оригинальной редакции.

В монографии в доступной и наглядной форме изложены основы применения методологии нечетких множеств в химическом производстве.

Книга состоит из трех частей. В первой части рассматриваются вопросы формализации и переработки качественной информации, представлены методы формализации нечетко определенных характеристик и взаимосвязей между параметрами физико-химических систем.

Вторая часть посвящена особенностям математического моделирования процесса варки листового стекла, управлению процессом получения полиэтилена методом высокого давления, также даны примеры решения задач по указанным темам.

В третьей части описаны методы принятия решений для оптимального функционирования химико-технологических систем в нечетко определенных ситуациях, приводятся принципы разработки алгоритмов решения задач исследования химико-технологических систем.

Для студентов, обучающихся по естественнонаучным направлениям, аспирантов, преподавателей и всех интересующихся.

УДК 543
ББК 24.4



Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельца авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».

ISBN 978-5-534-06996-9

© Коллектив авторов, 1986
© Коллектив авторов, 2018, с изменениями
© ООО «Издательство Юрайт», 2018

Оглавление

Предисловие	3
Введение	5

Часть первая. Особенности методологии формализации и переработки качественной информации в применении к процессам химической технологии

Глава 1. Формализация и переработка качественной информации.....	8
1.1. Содержательные аспекты качественного анализа ФХС	8
1.2. Взаимосвязь параметров ФХС и нечетко определенных характеристик с числовыми множествами	14
<i>Литература</i>	19

Глава 2. Методы формализации нечетко определенных характеристик и взаимосвязей между параметрами ФХС	20
2.1. Основные понятия, определения и операции в математическом аппарате нечетких множеств	21
2.2. Формализованное представление отношений	44
2.3. Способы задания функций степеней принадлежности	64
2.4. Элементы нечеткой логики	84
2.5. Диаграммный метод представления и анализа ФХС.....	91
2.6. Диалоговая система формализации и переработки качественной информации	107
<i>Литература</i>	115

Часть вторая. Применение методологии нечетких множеств для решения задач моделирования и управления отдельными технологическими процессами

Глава 3. Математическое моделирование процесса варки листового стекла.....	119
---	------------

3.1. Некоторые особенности технологии и моделирования процесса варки листового стекла	119
3.2. Экстраполяция функции тепловых сальдо-потоков под плавающей шихтой и варочной пеной в стекловаренной печи	129
3.3. Использование качественной информации при моделировании поля температур в расплаве стекла	142
3.4. Диагностика неисправностей в системе теплового контроля стекловаренной печи	150
<i>Литература</i>	155
Глава 4. Моделирование и управление процессом получения полиэтилена методом высокого давления	157
4.1. Краткие сведения и технологическая схема производства полиэтилена	158
4.2. Разработка математической модели для прогнозирования показателя текучести расплава полиэтилена	164
4.3. Синтез алгоритма управления показателем текучести расплава полиэтилена	179
<i>Литература</i>	193
Глава 5. Примеры решения отдельных задач	194
5.1. Применение методов формализации и переработки качественной информации для оценки запасов газа в месторождении и рационального распределения отбора газа по скважинам	195
5.2. Синтез алгоритмов управления технологическими процессами с использованием качественной информации	209
5.3. Нечеткие модели и управление ректификационными установками	223
<i>Литература</i>	236

Часть третья. Исследование и оптимизация функционирования сложных ХТС на основе подхода нечетких множеств

Глава 6. Методы принятия решений для оптимального функционирования ХТС в нечетко определенных ситуациях	239
6.1. Основные обозначения и классификация задач принятия решений при оптимизации функционирования ХТС	239

6.2. Построение алгоритмов оптимизации структур химико-технологических процессов	256
6.3. Алгоритмы упорядочения объектов при ОФХТС на основе нечеткой экспертной информации	274
6.4. Методы решения задач упорядочения альтернатив решений на основе нечетких отношений предпочтения	282
Литература	307
Глава 7. Разработка алгоритмов решения задач исследования ХТС.....	308
7.1. Построение приближенных методов решения задач исследования ХТС	309
7.2. Методы решения задач исследования ХТС с использованием обобщенных градиентов функций степеней принадлежности	319
7.3. Построение вычислительных схем решения основных классов задач исследования ХТС на основе обобщенных градиентов функций степеней принадлежности	328
7.4. Разработка приближенных методов решения общих дискретных задач оптимизации функционирования ХТС на основе подхода нечетких множеств	339
<i>Литература</i>	<i>351</i>
Заключение.....	352
Предметный указатель	355