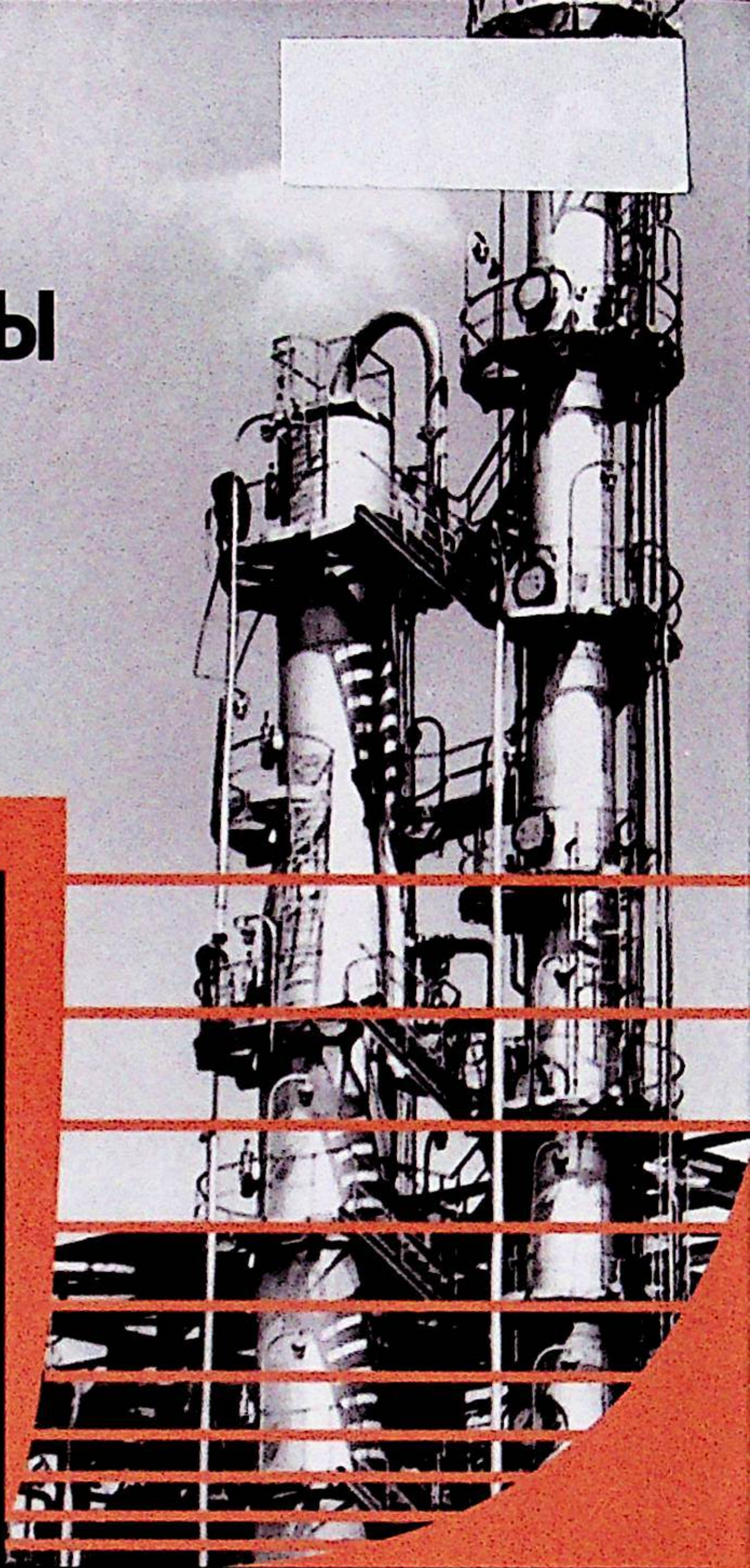


1569819

В. Д. Барский

ОБЩИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

ЧАСТЬ 1



X_3

$$\frac{II_{\Delta BII}}{II_{BII}} \quad \text{IV}$$

X_2

$$\frac{S_{max}}{S_{min}} \quad II_{Rxl} \quad II_{Rxl}^{-1} \quad \frac{II_{\Delta Rxy}}{II_{Rxy}}$$

X_1

В книге формулируются основные принципы, законы и закономерности химической технологии как науки и описаны методы и результаты их применения при решении научных и практических задач в разных производствах, основанных на химических реакциях и физико-химических превращениях.

Обобщая личный опыт и опираясь на труды О. Ливеншпиля, С. Бретшнайдера, А. Хальда, В. В. Кафарова, Н. Винера, У. Росса Эшби, Ст. Бира, В. В. Налимова, А. Г. Ивахненко, В. Г. Горского и др., автор утверждает математическое моделирование как научный метод химической технологии.

В связи с этим, книга по общим основам химической технологии, задуманная как пособие для студентов и преподавателей, начинается с попытки показать связь параметров типовых процессов химической технологии и математического описания их пространственно-временных изменений с фундаментальными законами природы, а также дать тот минимум знаний о математическом моделировании химико-технологических процессов и систем, который, как показывает опыт автора, необходим как для широкого охвата технологических проблем, так и для фундаментализации специальных технологических знаний.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВМЕСТО ВВЕДЕНИЯ	7
0.1. От машин к системам деятельности	7
0.2. Обобщенный технологический принцип	9
0.3. Математическое моделирование, принципы кибернетики и теория эксперимента.....	12
0.4. Внутренние и внешние химико-технологические принципы.....	24
0.5. Междисциплинарность технологии и широта химико-технологического образования.	27
Список литературы	30
ГЛАВА 1. О ЗАКОНАХ СОХРАНЕНИЯ И ИХ ВСЕОБЩЕМ ХАРАКТЕРЕ	32
1.1. Типовые процессы химической технологии.....	32
1.2. Изменение параметров и свойств ХТС.....	34
1.2.1. Изменчивость	34
1.2.2. Постоянство	41
1.3. Законы сохранения.....	47
1.3.1. Закон сохранения массы.	49
1.3.2. Закон сохранения энергии	51
1.3.3. Закон сохранения импульса.....	58
1.4. Связь массы и энергии	62
1.5. О формах проявления законов сохранения	71
1.6. Существенное замечание.....	77
1.7. Перечень вопросов к самостоятельной работе.....	79
Список литературы к главе 1.	80
ГЛАВА 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ И ПОВЕДЕНИЯ СЛОЖНЫХ ХТС (эволюционный подход)	83
2.1. Моделирование – отображение реального	85
2.2. Методы адекватного описания	87
2.2.1. Дедуктивный подход.....	87
2.2.2. Индуктивный метод	97

2.3. Детерминизм и случайность в природе явлений.....	117
2.3.1. Детерминизм.....	117
2.3.2. Случайность.....	131
2.4. Построение математических моделей.....	154
2.4.1. Регрессия в терминах корреляций.....	154
2.4.1.1. Множественный коэффициент корреляции $\rho_{Y(x)}$	154
2.4.1.2. Значимость влияния x_i на Y	158
2.4.1.3. Коэффициенты регрессии и ошибки в их определении.....	160
2.4.2. Ортогональная регрессия.....	164
2.4.2.1. Формулы для расчета.....	165
2.4.2.2. Программа построения нормальной и ортогональной регрессии.....	167
2.5. Эволюционный алгоритм построения математических моделей.....	170
2.6. Заключение.....	171
2.7. Перечень вопросов к самостоятельной работе.....	173
Список литературы к главе 2.....	175

ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ХТП И ХТС

3.1. Определение терминов.....	179
3.1.1. Величина.....	180
3.1.2. Величина векторная.....	180
3.1.3. Скалярное произведение.....	185
3.1.4. Величина физическая.....	195
3.1.5. Производные физические величины.....	196
3.1.6. Величины постоянные, переменные и приближённые численные значения.....	203
3.1.7. Функциональная зависимость.....	204
3.1.8. Функция и способы её представления.....	206
3.1.9. Бесконечно малая величина.....	209
3.1.10. Предел переменной величины и производная.....	212
3.2. Математические средства моделирования.....	218
3.2.1. Степенная функция.....	218

3.2.2.	Степенная функция со степенью, равной единице (линейная функция)	221
3.2.3.	Оценка параметров степенной функции.....	228
3.2.4.	Уравнения и графики функции $f(y) = a_0 + b\varphi(x)$	238
3.3.	Дифференциальные модели и их практическое применение. ..	251
3.3.1.	Дифференцирование и интегрирование в задачах моделирования ХТП и оборудования.....	252
3.3.2.	Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными.....	280
3.3.3.	Варианты уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$	288
3.3.4.	Описание процесса уравнением $\frac{dy}{dx} = y \cdot \varphi(x)$	292
3.3.5.	Описание процесса уравнением $\frac{dy}{dx} = (y_{\max} - y) \cdot \varphi(x)$	296
3.3.6.	Описание процесса уравнением $\frac{dy}{dx} = y(y_{\max} - y) \cdot \varphi(x)$	299
3.4.	Анализ размерностей как средство моделирования ХТП.....	302
3.4.1.	Связь между давлением, температурой и объемом газа	305
3.4.2.	Уравнение расхода жидкости.	309
3.4.3.	Осаждение твердой частицы в жидкости.....	311
3.4.4.	Теплоотдача потока вещества	314
3.5.	Теория подобия как средство математического моделирования ХТП.....	318
3.5.1.	Определения и теоремы.....	319
3.5.2.	Уравнение неразрывности потока (сплошности среды).....	323
3.5.3.	Уравнение количества движения как основа гидродинамического подобия модели и объекта.....	327
3.5.4.	Подобие тепловых процессов	336
3.5.5.	Подобие процессов массопереноса	348
3.5.6.	О критериях химического подобия.....	358
3.5.7.	Об ограничениях на моделирование по подобию химико-технологических процессов.....	368
3.6.	О различиях и общих чертах анализа размерностей и теории подобия.....	381
3.6.1.	Единицы измерения	381
3.6.2.	Размерные постоянные	385

3.6.2.1. Универсальная газовая постоянная	385
3.6.2.2. Гравитационная постоянная.....	386
3.6.2.3. Коэффициент диффузии	388
3.6.2.4. Коэффициент теплопроводности.....	399
3.6.2.5. Константа скорости реакции.....	390
3.6.3. Общие замечания	392
3.7. Аналогия как средство математического моделирования	394
3.7.1. О совместимости требований к модели.....	394
3.7.2. Аналогия как элемент мысленного эксперимента.	396
3.7.3. О сходстве механизмов и математических описаний процессов	497
3.7.4. Традуктивность модели при отсутствии физической идентичности с объектом	400
3.7.4.1. Механический процесс и электрическая модель.....	400
3.7.4.2. Процесс фильтрации и электрическая модель.....	402
3.7.4.3. Нестационарный теплоперенос и электрическая модель.....	405
3.8. Вместо заключения.....	410
3.8.1. Произведение степенных функций (анализ размерностей)	410
3.8.2. Критериальный вид уравнения (3.432).	412
3.8.3. Дифференциальное и интегральное уравнения как математическое описание процесса.....	414
3.8.4. Гипотетическая модель скорости слоя («черный ящик»)	415
3.8.5. Вывод критериев подобия движения слоя из общего дифференциального уравнения объекта и его модели.....	417
3.8.6. Ламинарный поток жидкости (газа) и электрическая модель	420
3.8.7. Закон сохранения массы и расход потока многокомпонентной смеси	443
3.9. Перечень вопросов к самостоятельной работе.....	426
Список литературы к главе 3.....	428