

**С. И. ДВОРЕЦКИЙ, Д. С. ДВОРЕЦКИЙ,
Г. С. КОРМИЛЬЦИН, А. А. ПАХОМОВ**

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Рекомендовано Федеральным государственным бюджетным
образовательным учреждением высшего профессионального образования
«Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева»
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»



Москва, 2014

УДК 66.0135(075.8)
ББК Л11-5-02
DOI 10.14489/4442-0069-8
О-753

Рецензенты:

Кафедра «Машины и аппараты химических и
пищевых производств» Нижегородского государственного
технического университета им. Р. Е. Алексеева
(филиал Дзержинского политехнического института)

Доктор технических наук, профессор, декан инженерного факультета,
профессор кафедры «Процессы и аппараты химической технологии»
им. Н. И. Гельперина Московского государственного университета
тонких химических технологий им. М. В. Ломоносова
А. Л. Таран

О-753 **Основы** проектирования химических производств: учебник /
С. И. Дворецкий, Д. С. Дворецкий, Г. С. Кормильцин, А. А. Пахомов. –
Москва: Издательский дом «Спектр», 2014. – 356 с. – 400 экз. –
ISBN 978-5-4442-0069-8.

Изложена методология (система принципов, способов организации и построения теоретической и практической деятельности при проектировании) и формализована стратегия интегрированного проектирования промышленных энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов, оборудования и ХТС, обеспечивающая оптимальное (в смысле безопасности, энерго- и ресурсосбережения и качества выпускаемой продукции) функционирование ХТС. Специальные разделы посвящены новым подходам к аппаратурно-технологическому оформлению ГАПС химических производств, вопросам обеспечения промышленной безопасности и методическим указаниям по выполнению выпускных работ бакалавров и магистров.

Предназначен для студентов технических вузов, а также будет полезен инженерно-техническим работникам промышленных предприятий, научно-исследовательских и проектных организаций.

УДК 66.0135(075.8)
ББК Л11-5-02

ISBN 978-5-4442-0069-8

© Дворецкий С. И., Дворецкий Д. С.,
Кормильцин Г. С., Пахомов А. А., 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
Глава 1. МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	6
Вопросы для самоконтроля	10
Глава 2. ПРЕДПРОЕКТИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	11
2.1. Определение мощности проектируемого производства	12
2.2. Выбор метода (технологии) производства	14
2.3. Эскизная технологическая схема. Расчет материальных и тепловых балансов по стадиям производства	20
2.4. Выбор площадки строительства	21
2.5. Задание на проектирование и исходные материалы	23
Вопросы для самоконтроля	26
Глава 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	27
3.1. Проект	28
3.1.1. Анализ исходных данных	34
3.1.2. Разработка ситуационного и генерального планов	40
3.1.3. Общие принципы анализа, расчета и выбора технологического оборудования химических производств	44
3.1.4. Расчет нестандартного оборудования	56
3.1.5. Расчет на прочность элементов оборудования	75
3.1.6. Разработка принципиальной технологической схемы ...	111
3.1.7. Компоновка производства	116
Вопросы для самоконтроля	132
Глава 4. ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СОСТАВЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	134
4.1. Разработка декларации промышленной безопасности	135
4.2. Основы разработки плана локализации и ликвидации последствий аварий	140
4.3. Оценка воздействия проектируемого объекта на окружающую среду	144
Вопросы для самоконтроля	148

Глава 5. РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ	149
Вопросы для самоконтроля	163
Глава 6. ИНТЕГРИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, АППАРАТОВ И СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ	164
6.1. Общая характеристика и основные понятия процесса интегрированного проектирования ХТС	164
6.2. Средства и методы интегрированного проектирования ХТС ...	172
6.3. Методология интегрированного проектирования ХТС	179
6.4. Управление процессом интегрированного проектирования ...	187
Вопросы для самоконтроля	194
Глава 7. НОВЫЕ ПОДХОДЫ К АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ОФОРМЛЕНИЮ ГИБКИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	196
7.1. Оценка гибкости и одноэтапное интегрированное проектирование ХТС в условиях интервальной неопределенности исходных данных	196
7.2. Двухэтапное интегрированное проектирование ХТС в условиях интервальной неопределенности исходных данных	208
7.3. Программные продукты САПР	236
7.3.1. Техническое обеспечение САПР	240
7.3.2. Информационное обеспечение САПР	244
7.3.3. Лингвистическое обеспечение САПР	246
Вопросы для самоконтроля	255
Глава 8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОАССОРТИМЕНТНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	256
8.1. Основные понятия и определения многоассортиментных ХТС	256
Вопросы для самоконтроля	268
8.2. Основные подходы к анализу и синтезу многоассортиментных ХТС	270
Вопросы для самоконтроля	272
8.3. Математическое моделирование многоассортиментных ХТС	272
Вопросы для самоконтроля	283
8.4. Гибкие автоматизированные производственные системы	284
Вопросы для самоконтроля	305
Приложение. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ РАБОТЫ	308
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	349
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	353

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проектирование химических предприятий как самостоятельная отрасль инженерного труда относительно молода. До 30-х годов XX века в России разработкой новых химических производств занимались инженеры в конторах заводов и конструкторских бюро исследовательских институтов [1]. В дальнейшем развитие химической промышленности и увеличение объема проектных работ вызвало профилизацию отдельных групп специалистов: технологов, механиков, строителей и т.д. Затем были созданы комплексы, куда вошли отраслевые научно-исследовательские, проектные и строительно-монтажные организации.

В последние годы стремительно развиваются и совершенствуются теория математического моделирования и оптимизация технологических процессов, системы автоматизированного проектирования (САПР) химических производств [2]. При этом, однако, следует помнить, что в первую очередь необходимо освоить общую методику проектирования сложных химико-технологических систем и производств.

Высокий и стабильный экономический уровень России может быть обеспечен за счет гармоничного развития всех отраслей ее промышленности. Это развитие должно базироваться на внедрении новейших достижений науки и техники через проекты для строительства новых и модернизации действующих промышленных объектов.

Проектирование производств химической и смежных с ней отраслей промышленности представляет собой сложный, многообразный и трудоемкий процесс, который необходимо рассматривать как совокупность целого ряда социально-организационных и инженерно-технических стадий. Только системный подход к решению проектных задач обеспечит высокий социально-экономический уровень функционирования промышленных объектов, и этот подход выработан в процессе развития проектного дела.

Содержание данного издания отражает материалы учебных пособий, изданных авторами ранее [3, 4], многолетний опыт преподавания в Тамбовском институте химического машиностроения и ныне Тамбовском государственном техническом университете дисциплины «Проектирование химических предприятий».

Авторы признательны коллективу кафедры «Машины и аппараты химических и пищевых производств» Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева и декану инженерного факультета доктору технических наук, профессору кафедры «Процессы и аппараты химической технологии» им. Н. И. Гельперина Московского государственного университета тонких химических технологий им. М. В. Ломоносова А. Л. Тарану за рецензирование рукописи и полезные замечания, которые в ходе работы были учтены.

Учебное издание

**Дворецкий Станислав Иванович
Дворецкий Дмитрий Станиславович
Кормильцин Геннадий Сергеевич
Пахомов Андрей Александрович**

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Учебник

Редактор З. Г. Чернова
Инженер по компьютерному макетированию Т. Ю. Зотова

Сдано в набор 15.04.2014
Подписано в печать 20.05.2014. Формат 70×100/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 28,7. Уч.-изд. л. 27,5. Тираж 400 экз. Заказ № 246

ISBN 978-5-4442-0069-8



ООО «Издательский дом «Спектр»,
119048, Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1
[Http://www.idspektr.ru](http://www.idspektr.ru). E-mail: idspektr@rambler.ru

Подготовлено к печати и отпечатано в Издательско-полиграфическом
центре ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14

По вопросам приобретения книги обращаться
по телефону 8(4752)63-81-08