

24-5202 Ч. 1

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Курский государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения Российской Федерации»

Кафедра биологической и химической технологии

Н.В. Джанчатова, О.И. Басарева, Л.П. Лазурина,
Ю.М. Доценко, К.В. Завидовская

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Учебное пособие для студентов
биотехнологического факультета

ЧАСТЬ I

24-05202

Курск – 2024

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Курский государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения Российской Федерации»

Кафедра биологической и химической технологии

Н.В. Джанчатова, О.И. Басарева, Л.П. Лазурина,
Ю.М. Доценко, К.В. Завидовская

**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ
ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
ВЕЩЕСТВ**

Учебное пособие для студентов
биотехнологического факультета

ЧАСТЬ I

Курск – 2024

УДК 60
ББК 36.81
Д 40

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор,
проректор по научной и инновационной деятельности
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных
технологий» **Корнеева О.С.**,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой биомедицинской инженерии
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
Корневский Н.А.

Д40 Джанчатова Н.В. и др.

Процессы и аппараты биотехнологических производств получения биологически активных веществ. Часть I: учебное пособие для студентов биотехнологического факультета/ Н.В. Джанчатова, О.И. Басарева, Л.П. Лазурина, Ю.М. Доценко, К.В. Завидовская. - Курск: Изд-во ЗАО Университетская книга, 2024.- 127 с.

ISBN 978-5-907884-66-3

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Биологической и химической технологии» Курского государственного медицинского университета и предназначено для студентов направлений 19.03.01 «Биотехнология» и 18.03.01 «Химическая технология».

В пособии рассмотрены вопросы процессов и аппаратов биотехнологического синтеза, включая физико-химическую кинетику, гидродинамику, разделение клеточных суспензий, теорию моделирования, оптимизации и масштабирования процессов и аппаратов биотехнологических производств.

ISBN 978-5-907884-66-3

УДК 60
ББК 36.81

© Джанчатова Н.В., Басарева О.И.,
Лазурина Л.П., Доценко Ю.М., Завидовская К.В., 2024
© Курский государственный
медицинский университет, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ АНАЛИЗА И РАСЧЕТА ПРОЦЕССОВ И АППАРАТОВ.....	6
1.1 Цели и задачи дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологических производств».....	6
1.2 Классификация основных технологических процессов	7
1.3 Общие принципы анализа и расчетов процессов и аппаратов	9
1.4 Применение моделирования (теории подобия) в дисциплине ПАБТ ..	11
1.5 О точности инженерных расчетов	16
Глава 2. ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ.....	18
2.1 Классификация жидкостей	18
2.2 Физические свойства жидкостей.....	19
2.3 Реологические модели жидкости	21
Глава 3. ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ ГИДРОСТАТИКИ. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНОГО УРАВНЕНИЯ ГИДРОСТАТИКИ.....	26
3.1 Гидростатика. Гидростатическое давление	26
3.2 Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера для покоящейся жидкости.....	28
3.3 Основное уравнение гидростатики	29
3.4 Закон Паскаля.....	30
3.5 Практическое приложение уравнений гидростатики	30
Глава 4. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ.....	34
4.1 Движущая сила течения жидкости	34
4.2 Основные задачи гидродинамики	34
4.3 Основные параметры течения жидкости.....	34
4.4 Установившиеся и неуставившиеся потоки	35
4.5 Уравнение неразрывности (сплошности) потока.....	37
4.6 Режимы движения жидкостей	39
4.7 Распределение скоростей в движущемся потоке жидкости.....	41
Глава 5. УРАВНЕНИЕ БЕРНУЛЛИ.....	46
5.1 Дифференциальные уравнения движения жидкости.....	46
5.2 Дифференциальные уравнения движения Навье-Стокса	47
5.3 Уравнение Бернулли.....	48
5.4 Уравнение Бернулли для идеальной жидкости	50
5.5 Уравнение Бернулли для реальной жидкости	52
5.6 Практическое применение уравнения Бернулли.....	53

5.7 Гидродинамическое подобие.....	57
Глава 6. ГИДРОДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ В ТРУБАХ, КАНАЛАХ, ЗЕРНИСТЫХ СЛОЯХ.....	62
6.1 Гидравлические сопротивления в трубопроводах и каналах.....	62
6.2 Движение тел в жидкостях	63
6.3 Движение жидкостей через неподвижные пористые слои.....	67
6.4 Гидродинамика псевдооживленных слоев	70
Глава 7. ПРОЦЕССЫ РАЗДЕЛЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ СМЕСЕЙ	76
7.1 Классификация неоднородных систем и способов их разделения.....	76
7.2 Материальные балансы процессов разделения	79
7.3 Осаждение	80
Глава 8. ФИЛЬТРОВАНИЕ.....	91
8.1 Классификация процессов фильтрации	91
8.2 Основное уравнение фильтрации.....	92
8.3 Фильтрация при постоянном давлении	92
8.4 Уравнение фильтрации при постоянной разности давлений	94
8.5 Уравнение фильтрации при постоянной скорости	95
8.6 Фильтрация при постоянных разности давлений и скорости	95
8.7 Определение постоянных в уравнениях фильтрации.....	96
8.8 Интенсификация работы фильтров.....	97
8.9 Центробежное фильтрование	97
Глава 9. ПЕРЕМЕШИВАНИЕ В ЖИДКИХ СРЕДАХ.....	100
9.1 Механические перемешивающие устройства.....	100
9.2 Конструкции механических перемешивающих устройств	101
9.3 Интенсивность перемешивания	104
9.4 Пневматическое перемешивание	104
9.5 Циркуляционное и поточное перемешивание	106
БАЗА ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ.....	108
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	125