



Textbook for the Master Programme  
“Complex Usage of Water Resources”

**Water management and treatment:  
Industrial application case studies**  
**Промышленное применение  
мембранных процессов**

Учебное пособие для магистерской программы  
“Комплексное использование водных ресурсов”



Joint Project TEMPUS “Network for Master Training in Technologies of  
Water Resources Management”

Совместный проект ТЕМПУС “Сеть университетов для обучения  
магистров в области технологий управления водными ресурсами”

Совместный проект ТЕМПУС  
«Сеть университетов для обучения магистров в области технологий  
управления водными ресурсами» (NETWATER)

Редакционный совет серии  
учебных пособий проекта «Netwater»:  
профессор Г. Каланнелли  
Университет г. Генуи, Италия  
профессор Г. Павлихин  
Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана  
профессор Н. Попов  
Тамбовский государственный технический  
университет  
профессор Х. Гарелик  
Университет Мидлсекс, Великобритания

## ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ

Учебное пособие

Допущено Учебно-методическим объединением вузов по университетскому  
политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших  
учебных заведений, обучающихся по направлению 280700  
«Техносферная безопасность» (квалификация/степень - магистр)

---

Тамбов 2011

УДК 66.081.6 (075.8)

ББК Л113.91я73

П-814

**Рецензенты:**

кандидат технических наук **А.В. Тарасов**  
Научно-производственное предприятие «Технофильтр» (г. Владимир)  
доктор химических наук, профессор **Б.А. Кухтин**  
Владимирский государственный университет

**Авторы:**

Беляева Н.П., Бряляловский Г.Б., Кротова М. В., Лазарев С.И., Насчетникова О.Б., Павлова В.Ф.,  
Поворов А.А., Рябинский М.А., Шиненкова Н.А.

**Ответственный редактор:**

**Ю.Т. Панов**

**П-814 Промышленное применение мембранных процессов:** учеб. пособие / Под общ. ред. Ю.Т. Панова, А.А. Поворова, Н.С. Полова. – Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2011. – 82 с.

ISBN 978-5-903435-85-2

Настоящее учебное пособие, написанное специалистами ЗАО «Баромембранные технологии», г. Владимир (Поворов А.А., Кротова М. В., Павлова В.Ф., Шиненкова Н.А., разделы 2 и 3 (3.1-3.7)), совместно с коллегами Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (Бряляловский Г.Б., Насчетникова О.Б., раздел 3.8) и Тамбовского государственного технического университета (Беляева Н.П., раздел 1, Лазарев С.И., Рябинский М.А., раздел 3.9), входит в состав серии пособий по специальным дисциплинам проекта «Сеть университетов для обучения магистров в области технологий управления водными ресурсами» (Netwater).

В учебном пособии приведены примеры организации и использования современных технологий очистки природных и сточных вод. Особое внимание уделено мембранным процессам, высокая эффективность которых подтверждена результатами эксплуатации мембранных установок в химической, пищевой, металлообрабатывающей и других отраслях промышленности.

Пособие предназначено для бакалавров и магистрантов, обучающихся по направлениям 280700 «Техносферная безопасность», 022000 «Экология и природопользование», 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» и 270800 «Строительство», а также для аспирантов, преподавателей и научно-технических работников, занятых разработкой технологий водоподготовки, очистки сточных вод, проектированием систем водоснабжения и водоотведения городов и промпредприятий.

УДК 66.081.6 (075.8)

ББК Л113.91я73

© Авторы публикаций, 2011

© Дизайн обложки: Кобзева С.В., 2011

© Оформление Изд-ва ИП Чеснокова А.В., 2011

ISBN 978-5-903435-85-2

## СОДЕРЖАНИЕ

Foreword (вступительное слово научного координатора проекта).....	4
Вступительное слово .....	5
Введение .....	7
1. Классификация технологий очистки воды от примесей .....	8
2. Проектирование одно- и многоступенчатых мембранных установок .....	16
2.1. Расчет рабочих характеристик и выбор оборудования .....	16
2.2. Разработка систем контроля качества процесса очистки.....	23
2.3. Проведение пуско-наладочных работ и выбор режимов эксплуатации оборудования..	24
2.4. Предупреждение сбоев в работе мембранных систем.....	26
2.5. Экономическая эффективность мембранных технологий.....	31
3. Использование комплексных (гибридных) мембранных технологий в водоочистке и водоподготовке.....	33
3.1. Очистка сточных вод гальванических производств .....	33
3.2. Переработка и регенерация концентрированных рабочих растворов и отработанных электролитов .....	36
3.2.1. Регенерация серной и соляной кислот из отработанных травильных растворов (ОТР).....	37
3.2.2. Регенерация отработанного электролита хромирования .....	39
3.2.3. Очистка промывных вод и регенерация плавиковой кислоты после процесса травления стекла.....	41
3.3. Разделение водомасляных эмульсий .....	42
3.3.1. Регенерация отработанных обезжиривающих и моющих растворов .....	43
3.3.2. Переработка отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) .....	44
3.4. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности.....	45
3.5. Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод .....	48
3.6. Очистка сточных вод полигонов ТБО .....	52
3.7. Мембранные технологии в водоподготовке.....	54
3.7.1. Получение высококачественной питьевой воды .....	54
3.8. Опыт применения мембранных технологий на объектах Свердловской области .....	59
3.9. Применение электробаромембранных технологий для очистки стоков производства анилина и морфолина .....	65
Заключение .....	80
Список литературы .....	81