

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 05 » 02 20__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ МАССОПЕРЕНОСА**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки Химическая технология переработки пластических масс и композиционных материалов

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	3 / 108	18		18	72	зачет с оценкой
Итого	3 / 108	18		18	72	зачет с оценкой

Владимир 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса «Процессы и аппараты массопереноса» состоит в формировании у студентов знаний и умений в области аппаратного оформления основных массообменных процессов химической технологии, а также выбора и расчета аппаратов и установок в системах с различным фазовыми компонентным составом.

Общими задачами дисциплины «Процессы и аппараты массопереноса» являются:

- получение знаний о типовых установках для проведения массообменных процессов со свободной границей раздела фаз и с участием твердой фазы;
- получение знаний о конструкции, принципе действия и особенностях типовых аппаратов для проведения массообменных процессов;
- приобретение практических навыков выбора и расчета аппаратов для массообменных процессов и основных параметров их работы.

В результате изучения курса «Процессы и аппараты массопереноса» выпускник получает знания и навыки, необходимые для разработки схем установок и выбора аппаратов, входящих в них, для эффективного проведения массообменных процессов химической технологии, определения основных размеров и параметров работы этих установок и аппаратов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Данный курс относится к дисциплинам базовой части блока «Дисциплины (модули)» учебного плана подготовки бакалавров по направлению 18.04.01 «Химическая технология». Дисциплина является продолжением курса «Теоретические основы массопереноса» и представляет собой взаимосвязь между общехимическими, общетехнологическими и профильными дисциплинами.

Курс основывается на общих законах физики, теоретической механики, физической и коллоидной химии. Его освоение невозможно без знаний высшей математики, физики и химии. Знание данной дисциплины необходимо для глубокого усвоения курсов специальных технологических дисциплин, а также применения знаний курсов «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Теоретические основы массопереноса» и других дисциплин, в основе которых лежат такие явления, как термохимические и фазовые превращения, процессы тепло- и массообмена, а также ряд других физических и химических явлений в гомогенных и гетерогенных системах.

Знания, полученные в данном курсе, необходимы для дальнейшего обучения по профильным дисциплинам и успешного прохождения практик, могут оказаться

полезными при выполнении научно-исследовательской работы и обработки ее результатов.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- типовые массообменные процессы химической технологии и соответствующие им аппараты (ОК-8, ОПК-3, ПК-3);
- преимущества и недостатки различных аппаратов для проведения массообменных процессов (ОК-8, ОПК-3);
- основные расчетные зависимости для определения размеров массообменных аппаратов и основных параметров их работы (ОПК-3, ПК-3);

2) Уметь:

- составлять схемы установок для проведения массообменных процессов и выбирать аппараты, входящие в эти схемы (ОК-8, ПК-3);
- определять и рассчитывать основные параметры работы массообменных аппаратов (ОПК-3, ПК-3);
- рассчитывать основные размеры массообменных аппаратов (ПК-3).

3) Владеть:

- методами определения текущих и оптимальных технологических показателей работы массообменных аппаратов (ОПК-3, ПК-3);
- методами расчета и выбора массообменных аппаратов (ОК-8, ПК-3).

Таким образом, изучение дисциплины способствует формированию у обучающегося следующих **компетенций**:

Общекультурных:

- способностью находить творческие решения социальных и профессиональных задач, готовностью к принятию нестандартных решений (ОК-8);

Общепрофессиональных:

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);

Профессиональных в области научно-исследовательской деятельности:

- способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-3).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу сту- дентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной ра- боты, с приме- нием инте- рактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успе- ваемости (по неделям се- местра), форма промежу- точной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Общие сведения о массообменных аппаратах	2	1-6	6		6		18		8/66,7	1-й рейтинг-контроль
2	Массообменные аппараты в системах со свободной границей раздела фаз	2	7-12	6		6		22		10/83,3	2-й рейтинг-контроль
3	Массообменные аппараты в системах с участием твердой фазы	2	13-18	6		6		32		10/83,3	3-й рейтинг-контроль
Итого за курс:				18		18		72		28/77,8	зачет с оценкой

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

Раздел 1. Общие сведения о массообменных аппаратах

Лекция 1. Основы расчета массообменных аппаратов. Общие принципы расчета массообменных аппаратов. Расчет диаметра массообменных аппаратов. Расчет высоты массообменных аппаратов.

Лекция 2. Колонные аппараты. Классификация колонных аппаратов. Распыливающие и пленочные колонны. Насадочные колонны. Тарельчатые колонны.

Лекция 3. Насадки и тарелки. Классификация и характеристика насадок и их элементов. Классификация тарелок. Ситчатые тарелки. Колпачковые тарелки.

Раздел 2. Массообменные аппараты в системах со свободной границей раздела фаз

Лекция 4. Абсорбционные установки и аппараты. Промышленные абсорбенты. Схемы проведения абсорбции. Абсорбция с регенерацией и рециркуляцией.

Лекция 5. Перегонные установки и аппараты. Простая перегонка. Молекулярная перегонка. Перегонка с водяным паром. Ректификация бинарных смесей. Экстрактивная ректификация. Азеотропная ректификация.

Лекция 6. Экстракционные установки и аппараты. Промышленные экстрагенты. Классификация экстракторов. Смесительно-отстойные экстракторы. Колонные экстракторы.

Раздел 3. Массообменные аппараты в системах с участием твердой фазы

Лекция 7. Адсорбционные установки и аппараты. Промышленные адсорбенты. Адсорберы с неподвижным слоем. Адсорберы с псевдоожиженным слоем. Адсорберы с плотно движущимся слоем.

Лекция 8. Сушильные установки и аппараты. Общая классификация сушилок. Туннельные сушилки. Барабанные сушилки. Сушилки с кипящим слоем.

Лекция 9. Мембранные установки и аппараты. Аппараты с плоскокамерными элементами. Аппараты с трубчатыми мембранными элементами. Аппараты с рулонными элементами. Аппараты с мембранами в виде полых волокон.

4.2. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Лабораторное занятие 1. Инструктаж по технике безопасности. Ознакомление с лабораторным курсом дисциплины.

Лабораторное занятие 2. Лабораторная работа 1 «Изучение параметров процессов с непрерывным и ступенчатым контактом фаз».

Лабораторное занятие 3. Защита лабораторной работы 1. Проведение рейтинг – контроля № 1.

Лабораторное занятие 4. Лабораторная работа 2 «Исследование простой и дробной перегонок».

Лабораторное занятие 5. Лабораторная работа 3 «Исследование влияния дефлегмации на степень разделения при ректификации».

Лабораторное занятие 6. Защита лабораторных работ 2 и 3. Проведение рейтинг – контроля № 2.

Лабораторное занятие 7. Лабораторная работа 4 «Исследование массообмена в системе «газ – твердое тело».

Лабораторное занятие 8. Лабораторная работа 5 «Исследование влияния температурного режима на процесс конвективной сушки».

Лабораторное занятие 9. Защита лабораторных работ 4 и 5. Проведение рейтинг – контроля № 3.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация компетентностного подхода в рамках преподавания дисциплины реализуется при помощи следующих образовательных технологий:

1. Информационно-развивающие технологии, направленные на создание необходимой для успешного изучения курса базы знаний. Заключаются в использовании мультимедийных технологий при чтении лекционного курса, что обеспечивает наглядность и удобство усвоения информации. Кроме того, предполагается изучение части курса в виде самостоятельной работы с применением информационных технологий.

2. Практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений за счет установки междисциплинарных связей, при которых изучение дисциплины строится на основе ранее приобретенных знаний и умений, а полученные навыки необходим для дальнейшего обучения по программе подготовки. Также эти технологии применяются при проведении практических занятий, ориентированных на решение задач, связанных с практической деятельностью, предусмотренной программой подготовки.

3. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие навыков проблемного мышления. Заключается в постановке основных проблем тематики дисциплины на лекциях и практических занятиях, выборе тем для самостоятельного обучения и предполагает проведение открытых индивидуальных и коллективных дискуссий по совместному с преподавателем поиску оптимальных решений.

4. Личностно-ориентированные технологии, учитывающие индивидуальные особенности и способности каждого обучающегося для обеспечения успешного изучения дисциплины. Заключаются в индивидуальных беседах со студентами во время занятий, проверки и защиты индивидуальных заданий (задач и реферата), использовании балльно-рейтинговой системы оценки знаний обучающихся.

Большая часть занятий и образовательных технологий происходит в интерактивной форме, заключающемся в обмене информацией между преподавателем и студентами, совместному поиску путей решения практических задач и проблем, а также в возможности более детального совместного рассмотрения и актуализации вопросов, представляющих наибольший интерес для обучающихся в рамках тематики занятий.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ

Рейтинг-контроль №1

1. Общие принципы расчета массообменных аппаратов;
2. Расчет диаметра массообменных аппаратов;
3. Расчет высоты массообменных аппаратов;
4. Классификация колонных аппаратов;
5. Распыливающие и пленочные колонны;
6. Насадочные колонны;
7. Тарельчатые колонны;
8. Классификация и характеристика насадок и их элементов;
9. Классификация тарелок;
10. Ситчатые тарелки;
11. Колпачковые тарелки.

Рейтинг-контроль №2

1. Промышленные абсорбенты;
2. Схемы проведения абсорбции;
3. Установка для абсорбции с регенерацией и рециркуляцией;
4. Установка для простой перегонки;
5. Аппарат для молекулярной перегонки;
6. Установка для перегонки с водяным паром;
7. Установка для ректификации бинарных смесей;
8. Установка для экстрактивной ректификации;
9. Установка для азеотропной ректификации;
10. Промышленные экстрагенты;
11. Классификация экстракторов;
12. Смесительно-отстойные экстракторы;
13. Колонные экстракторы.

Рейтинг-контроль №3

1. Промышленные адсорбенты;
2. Адсорберы с неподвижным слоем;
3. Адсорберы с псевдоожиженным слоем;

4. Адсорберы с плотно движущимся слоем;
5. Общая классификация сушилок;
6. Туннельные сушилки;
7. Барабанные сушилки;
8. Сушилки с кипящим слоем;
9. Аппараты с плоскокамерными элементами;
10. Аппараты с трубчатыми мембранными элементами;
11. Аппараты с рулонными элементами;
12. Аппараты с мембранами в виде полых волокон.

6.2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов заключается в самостоятельном изучении вопросов, входящих в состав теоретического курса дисциплины, подготовке к выполнению и защите лабораторных работ, обработке экспериментальных данных, подготовке к практическим занятиям и решению задач на них, а также в подготовке к текущему контролю знаний и промежуточным аттестациям.

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, доступной в библиотеке и электронным зале ВлГУ, Интернет-ресурсами, а также учебно-методическими комплексами, доступными на кафедре «Химические технологии».

Контроль за выполнением самостоятельной работы проводится по следующим вопросам:

Раздел 1. Общие сведения о массообменных аппаратах

- 1.1. Расчет объемных коэффициентов массоотдачи;
- 1.2. Расчет гидравлического сопротивления массообменных аппаратов;
- 1.3. Объем единицы переноса;
- 1.4. Определение высоты единиц переноса;
- 1.5. Полые колонны с распылом жидкости по высоте аппарата;
- 1.6. Скоростные прямоточные распыливающие колонны.

Раздел 2. Массообменные аппараты в системах со свободной границей раздела фаз

- 2.1. Десорберы;
- 2.2. Установка для перегонки без дефлегмации;
- 2.3. Установка для периодической ректификации;
- 2.4. Установки для ректификации многокомпонентных смесей;

- 2.5. Многоступенчатые смесительно-отстойные экстракторы;
- 2.6. Экстракторы с роторно-дисковыми элементами;
- 2.7. Экстрактор с ситчатыми тарелками;
- 2.8. Центробежные экстракторы.

Раздел 3. Массообменные аппараты в системах с участием твердой фазы

- 3.1. Промышленные иониты;
- 3.2. Короткоцикловая безнагревная адсорбционная установка;
- 3.3. Ионообменные фильтры;
- 3.4. Ионообменные колонны;
- 3.5. Камерная сушилка;
- 3.6. Ленточные и петлевые сушилки;
- 3.7. Многоступенчатая противоточная сушилка;
- 3.8. Распылительные, пневматические и аэрофонтанные сушилки
- 3.9. Вальцовые и гребковые сушилки;
- 3.10. Классификация мембран;
- 3.11. Электродиализаторы.

6.3. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЁТУ С ОЦЕНКОЙ

- 1. Общие принципы расчета массообменных аппаратов;
- 2. Расчет диаметра массообменных аппаратов;
- 3. Расчет высоты массообменных аппаратов;
- 4. Классификация колонных аппаратов;
- 5. Распыливающие и пленочные колонны;
- 6. Насадочные колонны;
- 7. Тарельчатые колонны;
- 8. Классификация и характеристика насадок и их элементов;
- 9. Классификация тарелок;
- 10. Ситчатые тарелки;
- 11. Колпачковые тарелки;
- 12. Промышленные абсорбенты;
- 13. Схемы проведения абсорбции;
- 14. Установка для абсорбции с регенерацией и рециркуляцией;
- 15. Установка для простой перегонки;
- 16. Аппарат для молекулярной перегонки;
- 17. Установка для перегонки с водяным паром;

18. Установка для ректификации бинарных смесей;
19. Установка для экстрактивной ректификации;
20. Установка для азеотропной ректификации;
21. Промышленные экстрагенты;
22. Классификация экстракторов;
23. Смесительно-отстойные экстракторы;
24. Колонные экстракторы;
25. Промышленные адсорбенты;
26. Адсорберы с неподвижным слоем;
27. Адсорберы с псевдоожиженным слоем;
28. Адсорберы с плотно движущимся слоем;
29. Общая классификация сушилок;
30. Туннельные сушилки;
31. Барабанные сушилки;
32. Сушилки с кипящим слоем;
33. Аппараты с плоскокамерными элементами;
34. Аппараты с трубчатыми мембранными элементами;
35. Аппараты с рулонными элементами;
36. Аппараты с мембранами в виде полых волокон.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Рудобашта С. П., Карташов Э. М. Диффузия в химико-технологических процессах. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: КолосС, 2013. - 478 с. (доступ по интернет-ссылке: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207140.html>);
2. Разинов А.И., Суханов П.П. Процессы массопереноса с участием твердой фазы: учеб. пособие - Казань: КНИТУ, 2012. - 96 с. (доступ по интернет-ссылке: <http://www.studentlibrary.ru/book/knitu-0004.html>);
3. Гришин Н.С. Экстракция в поле переменных сил. Гидродинамика, массопередача, аппараты: монография: в 2 ч. Ч. 1 - Казань : Изд-во КНИТУ, 2012. - 468 с. (доступ по интернет-ссылке: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213330.html>).

б) дополнительная литература:

1. Гремячкин В.М. Уравнения переноса массы в теории массообмена: метод. рекомендации к изучению курса "Теория тепломассообмена" / В.М. Гремячкин. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 15 с (доступ по интернет-ссылке http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0360.html);

2. Романков П.Г. и др. Массообменные процессы химической технологии: Учеб. пособие. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2011. - 440 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081949.html>);

3. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен: учебник для вузов. – М. Издательский дом МЭИ, 2011. - 562 с. (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383005637.html>);

4. Фролов В.Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии". - 2-е изд., истр. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2008. - 608 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081581.html>).

в) периодические издания:

1. РЖ 78. Тепломассообмен, ВИНТИ РАН, г. Москва;
2. Инженерно-физический журнал, Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси, г. Минск;
3. Теоретические основы химической технологии, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, г. Москва;
4. Химическая технология, ООО «Наука и технологии», г. Москва;
5. РЖ 19. Химия. 19И. Общие вопросы химической технологии, ООО «НТИ-Компакт», г. Москва;
6. Химия и химическая технология, Ташкентский химико-технологический институт, г. Ташкент;
7. Известия вузов. Химия и химическая технология, Ивановский государственный химико-технологический университет, г. Иваново.

в) интернет-ресурсы:

1. <http://www.itmo.by>
2. <http://www.fptl.ru/biblioteka/paht.html>
3. <http://alumni.pharminnotech.com/biblioteka/paht>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. наборы слайдов для прочтения лекций;
2. специализированные мультимедийные аудитории (303а-1, 305б-1, 320-1);
3. специализированная лаборатория по процессам и аппаратам (127б-1).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.04.01 «Химическая технология».

Рабочую программу составил
доцент кафедры ХТ, к.т.н.



Е.С. Пикалов

Рецензент
(представитель работодателя)
ген. директор ООО «Альфасистемы»



Д.А. Потапов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ

Протокол № 6 от 5.02.15 года

Заведующий кафедрой ХТ, д.т.н., профессор

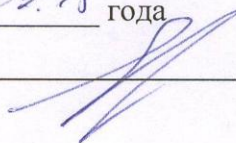


Ю.Т. Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 18.04.01 «Химическая технология».

Протокол № 7 от 5.02.15 года

Председатель комиссии



Ю.Т. Панов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____