

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности

А.А.Панфилов

« 22 » 04 2016 г.

64.5.5 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 2016

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 фазовым 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 студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной 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			24	10/83,3	2-й рейтинг-контроль
3	Массообменные аппараты в системах с участием твердой фазы	2	13-18		6	6			30	10/83,3	3-й рейтинг-контроль
Итого за курс:					18	18			72	28/77,8	зачет с оценкой

4.1. 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 перегонки».

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.

4.2. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие 1. Расчет и выбор насадочного абсорбера;

Практическое занятие 2. Расчет и выбор тарельчатой ректификационной колонны;

Практическое занятие 3. Расчет и выбор распылительной экстракционной колонны;

Практическое занятие 4. Расчет рекуперационной адсорбционной установки с неподлежащим слоем адсорбента;

Практическое занятие 5. Расчет катионообменной колонны;

Практическое занятие 6. Расчет и выбор барабанной сушилки;

Практическое занятие 7. Расчет и выбор сушилки со взвешенным слоем;

Практическое занятие 8. Расчет и выбор установок для мембранного разделения;

Практическое занятие 9. Расчет и выбор вспомогательного оборудования для проведения массообменных процессов.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация компетентного 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 свя-

зей, 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 псевдооживленным 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 прак-

тическим 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. Основы расчета массообменных аппаратов;
- 1.2. Особенности расчета аппаратов с непрерывным и ступенчатым контактами фаз;
- 1.3. Определение числа единиц переноса;
- 1.4. Определение высоты единиц переноса;
- 1.5. Определение числа теоретических тарелок;
- 1.6. Классификация и конструкция колонных аппаратов.

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

- 2.1. Промышленные абсорбенты;
- 2.2. Схемы абсорбционных установок;
- 2.3. Классификация и конструкция абсорберов;
- 2.4. Схемы установок для перегонки;
- 2.5. Схемы установок для ректификации;
- 2.6. Конструкция перегонных аппаратов;
- 2.7. Классификация и конструкция ректификационных колонн;
- 2.8. Промышленные экстрагенты;
- 2.9. Схемы экстракционных установок;
- 2.10. Классификация и конструкция экстракционных колонн.

Раздел 3. Массообменные аппараты в системах с участием твердой фазы

- 3.1. Промышленные адсорбенты;
- 3.2. Схемы адсорбционных установок;
- 3.3. Конструкция адсорберов;
- 3.4. Промышленные иониты;
- 3.5. Схемы ионообменных установок;

- 3.6. Конструкция ионообменных фильтров;
- 3.7. Конструкции ионообменных колонн;
- 3.8. Классификация сушилок;
- 3.9. Туннельные сушилки;
- 3.10. Барабанные сушилки;
- 3.11. Сушилки со взвешенным слоем;
- 3.12. Классификация мембран;
- 3.13. Классификация и конструкция мембранных аппаратов.

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 псевдооживленным 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. Барилевич В.А. Смирнов Ю.А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена: Учеб. пособие - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=356818>);
2. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Гидравлика: Учеб. пособие – М.: Абрис, 2012. - 199 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200452.html>);
3. Разинов А.И., Суханов П.П. Процессы массопереноса с участием твердой фазы: учебное пособие - Казань: издательство КНИТУ, 2012. - 96 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/knitu-0004.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. Терехов В.И., Пахомов М.А. Тепломассоперенос и гидродинамика в газокапельных потоках: монография – Новосибирск: издательство НГТУ, 2009. - 284 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=556665>).

5. 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)**

специализированная лаборатория по процессам и аппаратам химической технологии (1276-1).

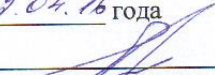
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.04.01 «Химическая технология».

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 № 8 от 22.04.16 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 № 6/1 от 22.04.16 года
Председатель комиссии  Ю.Т. Панов

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

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год
Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.17 года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 2018/19 учебный год
Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.18 года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

Рецензия
на рабочую программу
по дисциплине «Процессы и аппараты массопереноса»
доцента кафедры ХТ ВлГУ Пикалова Евгения Сергеевича

В представленной рабочей программе поставлены цели и задачи, достигаемые в результате освоения дисциплины и позволяющие студентам получить 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.

Предусмотренные цели и задачи направлены на формирование у обучающихся компетенций, соответствующих ФГОС ВО по направлению 18.04.01 «Химическая технология» и необходимых для присвоения им квалификации магистр по указанному направлению.

Для достижения поставленных автором целей и формирования выбранных им компетенций предусматривается проведение лекционных и лабораторных аудиторных занятий, а также самостоятельная работа студентов, необходимая для закрепления и углубленного изучения тематического плана курса.

Представленные темы занятий и темы для самостоятельного обучения являются актуальными для данной дисциплины и соответствуют современному состоянию знаний и умений в области типовых массообменных процессов химической технологии и применяемых для их проведения аппаратов, их особенностей, преимуществ и недостатков, основах выбора и расчета.

Приведенные в программе образовательные технологии и оценочные средства для текущего и итогового контроля позволяют в полной мере оценивать получаемые обучающимися знания и умения.

Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение являются достаточными для успешного преподавания курса.

На основании изложенного считаю, что рабочая программа автора Пикалова Е.С. соответствует требованиям ФГОС ВО и позволяет обучающимся приобрести знания и умения, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности. Таким образом данная рабочая программа может быть использована при подготовке магистров по направлению 18.04.01 «Химическая технология» и профилю «Химическая технология переработки пластических масс и композиционных материалов».

Рецензент, ген. директор ООО «Альфасистемы»



Д.А. Потапов