

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

« 05 » 09 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

(наименование дисциплины)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 18.03.01 «Химическая технология»
Профиль подготовки Технология и переработка полимеров
Уровень высшего образования бакалавриат
Форма обучения заочная (ускоренное обучение на базе ВПО)

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	4 / 144	4		4	109	экзамен (27 час)
4	4 / 144	4	4	6	130	курсовой проект, зачет
Итого	8 / 288	8	4	10	239	экзамен (27 час), курсовой проект, зачет

Владимир 2016

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса «Процессы и аппараты химической технологии» состоит в формировании у студентов знаний и умений в области основных методов и закономерностей физико-химических процессов химической технологии, основах технологии перемещения жидкостей и газов, разделения неоднородных систем, о принципах тепло- и массообмена в системах с различным фазовым составом.

Общими задачами дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» являются:

- получение знаний о основах протекания и основных закономерностях гидродинамических, тепло- и массообменных процессов химической технологии;
- приобретение практических навыков определения параметров этих процессов и выборе оптимального оборудования для их проведения.

В результате изучения курса «Процессы и аппараты химической технологии» выпускник получает знания и навыки, необходимые для выбора методов, способов и оборудования для проведения основных процессов химической технологии, анализа эффективности технологии химических производств и поиска оптимальных и рациональных параметров проведения процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Данный курс относится к дисциплинам базовой части блока «Дисциплины (модули)» учебного плана подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология». Дисциплина представляет собой взаимосвязь между общенаучными, общехимическими, инженерными дисциплинами 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» 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 производственной и преддипломной практик.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- основы теории переноса импульса, тепла и массы (ПК-4);
- общие принципы теории подобия и основные критерии для нахождения параметров химико-технологических процессов (ПК-1, ПК-4);
- основные закономерности гидравлики (ПК-4);
- основы теории теплопередачи (ПК-4);
- основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз (ПК-4);
- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчёта (ПК-1, ПК-4).

2) Уметь:

- определять характер движения жидкостей и газов (ПК-1);
- определять основные характеристики процессов тепло- и массопередачи (ПК-1);
- рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса (ПК-4);
- оценивать эффективность работы химико-технологических производств (ПК-4);

3) Владеть:

- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования (ПК-1, ПК-4);
- методами определения технологических показателей процесса (ПК-1).

Таким образом, изучение дисциплины способствует формированию у обучающегося следующих **компетенций** в области производственно-технологической деятельности:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 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	Теоретические основы процессов химической технологии	3	1-4					23		-	
2	Основы гидравлических процессов	3	5-14	2		4		46		4/66,7	
3	Гидромеханические процессы и аппараты	3	15-18	2				40		1/50,0	
Итого за 3 семестр:				4		4		109		5/62,5	экзамен (27 час.)
4	Основы теплообменных процессов	4	1-3					24		-	
5	Теплообменные аппараты	4	4-7	2		2		34		2/50,0	
6	Основы массообменных процессов	4	8-9					28		-	
7	Массообменные процессы и аппараты	4	10-18	2	4	4		44		8/80,0	
Итого за 4 семестр:				4	4	6		130	КП	10/71,4	курсовой проект, зачет
Итого за курс:				8	4	10		239	КП	15/68,2	экзамен (27 час.), курсовой проект, зачет

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

3-й семестр

Раздел 2. Основы гидравлических процессов

Лекция 1. Основные гидравлические параметры. Характеристика ламинарного течения. Характеристика турбулентного течения. Уравнение Бернулли. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов. Истечение жидкости из отверстий резервуаров.

Раздел 3. Перемещение жидкостей и газов

Лекция 2. Транспортирование жидкостей и газов. Область применения, параметры работы и классификация аппаратов. Аппараты объемного действия. Аппараты динамического действия.

4-й семестр

Раздел 5. Теплообменные аппараты

Лекция 1. Промышленные способы подвода и отвода тепла. Классификация теплоносителей. Классификация теплообменных аппаратов. Кожухотрубчатые теплообменники. Аппараты с двойными стенками (рубашками).

Раздел 7. Массообменные процессы и аппараты

Лекция 2. Массообменные аппараты и установки для процессов в различных системах. Простая перегонка. Ректификационные установки. Классификация и конструкция колонных аппаратов. Барабанные сушилки.

4.2. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

3-й семестр

Лабораторное занятие 1. Инструктаж по технике безопасности. Лабораторная работа 1 «Режимы движения жидкости».

Лабораторное занятие 2. Лабораторная работа 2 «Гидравлические сопротивления».

Лабораторное занятие 3. Защита лабораторных работ 1 и 2.

4-й семестр

Лабораторное занятие 1. Инструктаж по технике безопасности. Лабораторная работа 1 «Изучение процесса теплопередачи».

Лабораторное занятие 2. Лабораторная работа 2 «Конвективная сушка».

Лабораторное занятие 3. Защита лабораторных работ 1 и 2.

4.3. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

4-й семестр

Практическое занятие 1. Разработка технологических схем для проведения процессов химической технологии;

- Практическое занятие 2.* Определение основных размеров сушильного барабана;
- Практическое занятие 3.* Расчет и выбор оборудования для обеспечения жидкостных и газовых потоков в установках;
- Практическое занятие 4.* Защита курсовых проектов.

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 необходимы 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 курсового проекта).

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. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Текущий контроль знаний студентов проводится с использованием дистанционных технологий в форме тестовых заданий в обоих семестрах, по результатам выполнения и защиты лабораторных работ, а также по результатам выполнения контрольной работы в 3-м семестре и практической работы в 4-м семестре. Задания для текущего контроля представлены на сайте дистанционного образования.

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, в разработке курсовых проектов и подготовке к их защите, 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:

3-й семестр

Раздел 1. Теоретические основы процессов химической технологии

- 1.1. Основные понятия и определения;
- 1.2. Классификация процессов химической технологии;
- 1.3. Система единиц измерения;
- 1.4. Уравнения и линии равновесия;
- 1.5. Условия однозначности и виды подобия;
- 1.6. Инварианты подобия;
- 1.7. Преобразование дифференциальных уравнений методами теории подобия для получения критериев;
- 1.8. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов;
- 1.9. Принципы моделирования химико-технологических процессов;

- 1.10. Законы сохранения субстанций;
- 1.11. Законы термодинамического равновесия;
- 1.12. Законы переноса субстанций.

Раздел 2. Основы гидравлических процессов

- 2.1. Основные понятия и определения гидравлики;
- 2.2. Силы, действующие на жидкость;
- 2.3. Физические свойства жидкости;
- 2.4. Уравнения равновесия Эйлера;
- 2.5. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля;
- 2.6. Давление жидкости на дно и стенки сосуда;
- 2.7. Основные понятия и определения гидродинамики;
- 2.8. Уравнения движения Эйлера;
- 2.9. Уравнения движения Навье-Стокса;
- 2.10. Уравнение неразрывности (сплошности) потока;
- 2.11. Гидродинамическое подобие;
- 2.12. Сообщающиеся сосуды;
- 2.13. Истечение жидкости через водослив;
- 2.14. Гидравлические методы измерения расхода жидкостей и газов;
- 2.15. Общие сведения о неоднородных системах;
- 2.16. Гидродинамические сопротивления;
- 2.17. Гравитационное осаждение;
- 2.18. Сопротивление слоя зернистого материала;
- 2.19. Режимы движения потока через зернистые материалы;
- 2.20. Гидродинамика псевдооживленных слоев;
- 2.21. Физическая сущность процесса;
- 2.22. Фильтрация суспензий под действием перепада давления;
- 2.23. Центробежное фильтрование суспензий.

Раздел 3. Перемещение жидкостей и газов

- 3.1. Область применения, параметры работы и классификация насосов;
- 3.2. Допустимая высота всасывания;
- 3.3. Поршневые насосы;
- 3.4. Шестеренчатые насосы;
- 3.5. Центробежные насосы;
- 3.6. Область применения, параметры работы и классификация компрессоров;
- 3.7. Термодинамика компрессорного процесса;

- 3.8. Диаграммы T-S компрессорных процессов;
- 3.9. Поршневые компрессоры;
- 3.10. Винтовые компрессоры;
- 3.11. Центробежные вентиляторы;
- 3.12. Конструкция сифонов и эрлифтов.

4-й семестр

Раздел 4. Основы теплообменных процессов

- 4.1. Основные понятия и определения массообменных процессов;
- 4.2. Основное уравнение теплопередачи;
- 4.3. Средняя движущая сила теплообменных процессов;
- 4.4. Передача тепла теплопроводностью;
- 4.5. Передача тепла конвекцией;
- 4.6. Передача тепла излучением;
- 4.7. Подобие теплообменных процессов;
- 4.8. Теплопередача через плоскую стенку;
- 4.9. Теплопроводность через цилиндрическую стенку;
- 4.10. Теплоотдача без изменения агрегатного состояния среды;
- 4.11. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния среды;
- 4.12. Определение поверхности нагрева при переменных теплоемкостях и переменных коэффициентах теплопередачи;
- 4.13. Коэффициент теплоотдачи при непосредственном соприкосновении потоков.

Раздел 5. Теплообменные аппараты

- 5.1. Смесительные теплообменники;
- 5.2. Регенеративные теплообменники;
- 5.3. Пластинчатые теплообменники;
- 5.4. Двухтрубные и змеевиковые теплообменники.
- 5.5. Теплообменники с оребренными трубами.
- 5.6. Спиральные теплообменники;
- 5.7. Основные понятия и определения процесса выпаривания;
- 5.8. Распределение полезной разности температур по корпусам;
- 5.9. Однокорпусное выпаривание;
- 5.10. Многокорпусное выпаривание.
- 5.11. Выпаривание с тепловым насосом;
- 5.12. Выпарные аппараты с естественной и принудительной циркуляцией;
- 5.13. Пленочные выпарные аппараты.

Раздел 6. Основы массообменных процессов

- 6.1. Основные понятия и определения массообменных процессов;
- 6.2. Классификация массообменных процессов;
- 6.3. Равновесие и средняя движущая сила массообменных процессов;
- 6.4. Модели массопереноса;
- 6.5. Взаимосвязь гидромеханических, тепло- и массообменных процессов.
- 6.6. Дифференциальные уравнения переноса массы;
- 6.7. Подобие массообменных процессов;
- 6.8. Основные понятия и определения процессов перегонки и ректификации;
- 6.9. Равновесие в системе «жидкость – пар»;
- 6.10. Основные расчетные зависимости процессов перегонки и ректификации;
- 6.11. Основные понятия и определения процесса сушки;
- 6.12. Физическая сущность процесса;
- 6.13. Кинетика сушки;
- 6.14. Материальный баланс сушки;
- 6.15. Тепловой баланс сушки.

Раздел 7. Массообменные процессы и аппараты

- 7.1. Типы насадок, применяемые в насадочных колоннах;
- 7.2. Распыливающие колонны;
- 7.3. Типы тарелок, применяемые в тарельчатых колоннах;
- 7.4. Общая классификация сушилок;
- 7.5. Основные виды контактных сушилок;
- 7.6. Туннельные сушилки;
- 7.7. Сушилки с взвешенным слоем материала.

6.3. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4-й семестр

Варианты заданий для курсового проектирования

Рассчитать барабанную сушильную установку для сушки дисперсного материала с эквивалентным диаметром частиц $d_{\text{ч}}$. Производительность установки по высушенному материалу G_1 . Начальное влагосодержание материала в расчете на сухой вес $W_{\text{нач}}$, конечное - $W_{\text{кон}}$. В качестве сушильного агента используются топочные газы с температурой на входе в сушилку $t_{\text{нач}}$ и температурой на выходе $t_{\text{кон}}$. Исходный воздух имеет начальное влагосодержание x_0 . Незаданные параметры выбрать самостоятельно с обоснованием выбора.

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G ₁ , т/ч	0,9	1,3	1,6	1,9	1,4	0,6	0,75	1,35	1,5	0,7
Высушиваемый материал	песок	глина	мел	доломит	шлак	песок	глина	мел	доломит	шлак
d _ч , мм	1,4	1,8	0,8	0,9	0,3	1,5	2	0,65	1,2	0,4
W _{нач} , %	22	24	18	16	10	28	35	26	30	14
W _{кон} , %	1	9	5	0,5	0,5	2	12	4	5	1
x ₀ , г/кг	9	11	7	12	8	10	8	11	9	8
t _{нач} , °C	400	550	420	350	275	300	325	450	250	475
t _{кон} , °C	120	100	110	90	100	90	110	120	100	90
Вспомогательное оборудование	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I

В качестве топлива используется природный газ следующего состава:

Вариант	Состав газа, об. %							
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	H ₂	CO	N ₂
1	93	3,4	0,8	0,6	0,3	0,1	0,8	1
2	94	1,2	0,7	0,4	0,2	0,2	2,8	0,5
3	91,6	1,6	0,8	0,4	0,2	0,6	3,3	1,5
4	96,4	0,3	0,1	0,1	0,5	0,3	1,2	1,1
5	92	2,4	0,5	0,2	0,4	0,2	2,4	1,9
6	95,3	0,4	0,7	0,5	0,2	0,1	1,3	1,5
7	94,5	0,9	0,8	0,4	0,5	0,4	2	0,5
8	93,4	1,1	0,6	0,6	0,3	0,5	1,6	1,9
9	93,1	2,1	0,9	0,5	0,2	0,2	2,1	0,9
10	95,2	1	0,4	0,3	0,4	0,3	0,9	1,5

В курсовом проекте должны быть разработаны следующие вопросы:

- Параметры топочных газов, подаваемые в сушильный барабан;
- Параметры отработанных газов. Расход сушильного агента;
- Основные размеры сушильного барабана;
- Расчёт и выбор вспомогательного оборудования: циклон (I), мокрый пылеуловитель (II), вентилятор (III).

Требования к курсовому проекту

По результатам выполнения курсового проекта и в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД оформляется пояснительная записка объемом 30 – 50 стр. и выполняются чертежи на листах формата А1. На чертежах должны быть представлены технологическая схема установки и общий вид проектируемого аппарата (сборочный чертеж или чертеж общего вида).

Защита курсового проекта

Курсовой проект считается выполненным, если он соответствует варианту задания, предъявляемым требованиям и подписан руководителем проекта. Защита курсового проекта осуществляется перед комиссией, состав которой утверждается на кафедре.

6.4. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

3-й семестр

1. Основные понятия и определения ПАХТ;
2. Классификация процессов химической технологии;
3. Условия однозначности и виды подобия;
4. Инварианты подобия;
5. Теоремы подобия;
6. Законы сохранения субстанций;
7. Законы термодинамического равновесия;
8. Законы переноса субстанций.
9. Основные понятия и определения гидравлики;
10. Массовые силы, действующие на жидкость;
11. Объемные силы, действующие на жидкость;
12. Физические свойства жидкости.
13. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля;
14. Давление жидкости на дно и стенки сосуда;
15. Основные понятия и определения гидродинамики;
16. Уравнение неразрывности (сплошности) потока;
17. Гидродинамическое подобие;
18. Характеристика ламинарного течения;
19. Характеристика турбулентного течения;
20. Уравнение Бернулли;
21. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов;

22. Истечение жидкости из отверстий резервуаров;
23. Гидродинамические сопротивления;
24. Гравитационное осаждение частиц;
25. Сопротивление слоя зернистого материала;
26. Режимы движения потока через зернистые материалы;
27. Гидродинамика псевдооживленных слоев.
28. Физическая сущность процесса фильтрования;
29. Фильтрование суспензий под действием перепада давления;
30. Центробежное фильтрование суспензий;
31. Область применения, параметры работы и классификация насосов;
32. Поршневые насосы;
33. Шестеренчатые насосы;
34. Центробежные насосы;
35. Область применения, параметры работы и классификация компрессоров;
36. Термодинамика компрессорного процесса;
37. Поршневые компрессоры;
38. Винтовые компрессоры;
39. Центробежные вентиляторы.

6.5. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЁТУ

4-й семестр

1. Основные понятия и определения теплообменных процессов;
2. Основное уравнение теплопередачи;
3. Средняя движущая сила теплообменных процессов;
4. Передача тепла теплопроводностью;
5. Теплопроводность через плоскую стенку;
6. Теплопроводность через цилиндрическую стенку;
7. Передача тепла конвекцией;
8. Передача тепла излучением;
9. Подобие теплообменных процессов;
10. Теплопередача через плоскую стенку;
11. Классификация теплоносителей;
12. Классификация теплообменных аппаратов;
13. Смесительные теплообменники;
14. Рекуперативные теплообменники;

15. Кожухотрубчатые теплообменники;
16. Аппараты с двойными стенками (рубашками);
17. Основные понятия и определения процесса выпаривания;
18. Однокорпусное выпаривание;
19. Многокорпусное выпаривание;
20. Основные понятия и определения массообменных процессов;
21. Массоотдача и массопередача;
22. Классификация массообменных процессов;
23. Равновесие массообменных процессов;
24. Средняя движущая сила массообменных процессов;
25. Подобие массообменных процессов;
26. Основы расчета массообменных аппаратов;
27. Основные понятия и определения процессов перегонки и ректификации;
28. Равновесие в системе «жидкость – пар»;
29. Материальный и тепловой балансы ректификации;
30. Определение рабочего флегмового числа и числа теоретических тарелок;
31. Простая перегонка и установки для ее проведения;
32. Ректификационные установки;
33. Классификация и конструкция колонных аппаратов;
34. Основные понятия и определения процесса сушки;
35. Физическая сущность процесса сушки;
36. Кинетика сушки;
37. Материальный баланс сушки;
38. Тепловой баланс сушки;
39. Общая классификация сушилок;
40. Способы подвода тепла и классификация сушильных агентов;
41. Основные параметры сушильных агентов и их определение;
42. Туннельные сушилки;
43. Барабанные сушилки;
44. Сушилки с взвешенным слоем материала.

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

а) основная литература:

1. Сайритдинов С.Ш. Основы гидравлики: учебник для вузов – М.: АСВ, 2014. - 386 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300263.html>);

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. Замалеев З.Х., Посохин В.Н., Чефанов В.М. Основы гидравлики и теплотехники: учебное издание, под общей ред. проф. В.Н. Посохина – М.: АСВ, 2014. – 424 с. (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300218.html>);

4. Ягов В.В. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях: учебное пособие для вузов - М.: Издательский дом МЭИ, 2014. - 542 с. (доступ по интернет-ссылке: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI220.html>);

5. Самарин О.Д. Гидравлические расчеты инженерных систем: Справоч. пособие. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014. - 112 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300140.html>).

б) дополнительная литература:

1. 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>);

2. Давыдова М.А. Лекции по гидродинамике. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 216 с. (доступ по интернет-ссылке: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113038.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. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Массообменные процессы химической технологии: Учеб. пособие. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2011. - 440 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081949.html>);

5. Тужилкин А.М. и др. Гидравлика: Учеб. пособие. - М.: Издательство АСВ, 2011. - 272 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938074.html>).

в) периодические издания:

1. Теоретические основы химической технологии, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, г. Москва;

2. Химическая технология, ООО «Наука и технологии», г. Москва;

3. РЖ 19. Химия. 19И. Общие вопросы химической технологии, ООО «НТИ-Компакт», г. Москва;

4. Химия и химическая технология, Ташкентский химико-технологический институт, г. Ташкент;

5. Известия вузов. Химия и химическая технология, Ивановский государственный химико-технологический университет, г. Иваново;

6. Химическая промышленность, ООО «ГЕЗА», г. Санкт-Петербург;
7. Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия Реология, процессы и аппараты химической технологии, г. Волгоград.


в) интернет-ресурсы:

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


**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 18.03.01 «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 № 1 от 5.09.16 года
Заведующий кафедрой ХТ, д.т.н., профессор  Ю.Т. Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 18.03.01 «Химическая технология».

Протокол № 1 от 5.09.16 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 _____