

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)



Проректор
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 01 » 04

2015 г.

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

(наименование дисциплины)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ	18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
Профиль подготовки	Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов
Уровень высшего образования	бакалавриат
Форма обучения	заочная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
6	6 / 216	8		8	173	экзамен (27 час)
Итого	6 / 216	8		8	173	экзамен (27 час)

Владимир 2015

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, оценки 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 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». 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-1);
- общие принципы теории подобия и основные критерии для нахождения параметров химико-технологических процессов (ПК-1);
- основные закономерности гидравлики (ПК-1);
- основы теории теплопередачи (ПК-1);
- основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз (ПК-1);
- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчёта (ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-7).

2) Уметь:

- определять характер движения жидкостей и газов (ПК-1);
- определять основные характеристики процессов тепло- и массопередачи (ПК-1, ПК-2);
- рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса (ПК-5, ПК-7);
- оценивать эффективность работы химико-технологических производств (ПК-2);

3) Владеть:

- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования (ПК-2, ПК-5, ПК-7);
- методами определения технологических показателей процесса (ПК-1, ПК-7).

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

Профессиональных в области производственно-технологической деятельности:

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-2);

- готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду (ПК-5);

- готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в наладивании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств (ПК-7).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 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	6	1-3						24	-	
2	Гидромеханические процессы и аппараты	6	4-8	4		4			54	6/75,0	
3	Теплообменные процессы и аппараты	6	9-13	2					43	2/100,0	
4	Массообменные процессы и аппараты	6	14-18	2		4			52	4/66,7	
Итого за курс:				8		8			173	12/75,0	экзамен (27 час)

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

Раздел 2. Гидромеханические процессы и аппараты

Лекция 1. Гидростатика и гидродинамика. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Основные понятия и определения гидродинамики. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Гидродинамическое подобие.

Лекция 2. Основные гидравлические параметры. Характеристика ламинарного течения. Характеристика турбулентного течения. Уравнение Бернулли. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов.

Раздел 3. Теплообменные процессы и аппараты

Лекция 3. Промышленные способы подвода и отвода тепла. Классификация теплоносителей. Классификация теплообменных аппаратов. Кожухотрубчатые теплообменники. Аппараты с двойными стенками (рубашками).

Раздел 4. Массообменные процессы и аппараты

Лекция 15. Общая характеристика массообменных процессов и аппаратов. Классификация массообменных процессов. Ректификационные установки. Классификация и конструкция ректификационных колонн. Общая классификация сушилок.

4.2. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

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;

Лабораторное занятие 4. Лабораторная работа 3 «Конвективная сушка»;

Лабораторное занятие 5. Защита лабораторной работы 3.

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 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, ориен-

тированных 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 (лабораторных работ).

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, по результатам выполнения и защиты лабораторных работ, а также по результатам выполнения практической работы. 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, а также в подготовке к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

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. Теоретические основы процессов химической технологии

- 1.1. Основные понятия и определения ПАХТ;
- 1.2. Система единиц измерения;
- 1.3. Уравнения и линии равновесия;
- 1.4. Классификация процессов химической технологии;
- 1.5. Условия однозначности и виды подобия;
- 1.6. Инварианты подобия;
- 1.7. Преобразование дифференциальных уравнений методами теории подобия для получения критериев;
- 1.8. Законы сохранения субстанций;
- 1.9. Законы термодинамического равновесия;
- 1.10. Законы переноса субстанций.

Раздел 2. Гидромеханические процессы и аппараты

- 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. Давление жидкости на дно и стенки сосуда;
- 2.6. Уравнения движения Эйлера;
- 2.7. Уравнения движения Навье-Стокса;
- 2.8. Сообщающиеся сосуды;
- 2.9. Истечение жидкости из отверстий и резервуаров, через водослив;
- 2.10. Гидравлические методы измерения расхода жидкостей и газов;
- 2.11. Гидродинамические сопротивления;
- 2.12. Гравитационное осаждение;
- 2.13. Сопротивление слоя зернистого материала;
- 2.14. Режимы движения потока через зернистые материалы;
- 2.15. Гидродинамика псевдооживленных слоев;
- 2.16. Общие сведения о неоднородных системах;
- 2.17. Физическая сущность процесса фильтрования;
- 2.18. Фильтрование суспензий под действием перепада давления;
- 2.19. Центробежное фильтрование суспензий;
- 2.20. Область применения, параметры работы и классификация насосов;

- 2.21. Поршневые насосы;
- 2.22. Шестеренчатые насосы;
- 2.23. Центробежные насосы;
- 2.24. Область применения, параметры работы и классификация компрессоров;
- 2.25. Термодинамика компрессорного процесса;
- 2.26. Поршневые компрессоры;
- 2.27. Винтовые компрессоры;
- 2.28. Центробежные вентиляторы.

Раздел 3. Теплообменные процессы и аппараты

- 3.1. Основные понятия и определения теплообменных процессов;
- 3.2. Основное уравнение теплопередачи;
- 3.3. Средняя движущая сила теплообменных процессов;
- 3.4. Теплопроводность и теплопередача;
- 3.5. Передача тепла конвекцией;
- 3.6. Передача тепла излучением;
- 3.7. Теплопроводность через плоскую стенку;
- 3.8. Теплопроводность через цилиндрическую стенку;
- 3.9. Подобие теплообменных процессов;
- 3.10. Теплоотдача без изменения агрегатного состояния среды;
- 3.11. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния среды;
- 3.12. Определение поверхности нагрева при переменных теплоемкостях и переменных коэффициентах теплопередачи;
- 3.13. Коэффициент теплоотдачи при непосредственном соприкосновении потоков.
- 3.14. Смесительные теплообменники;
- 3.15. Регенеративные теплообменники;
- 3.16. Пластинчатые теплообменники;
- 3.17. Двухтрубные и змеевиковые теплообменники;
- 3.18. Основные понятия и определения процесса выпаривания;
- 3.19. Распределение полезной разности температур по корпусам;
- 3.20. Однокорпусное выпаривание;
- 3.21. Многокорпусное выпаривание.
- 3.22. Выпаривание с тепловым насосом;
- 3.23. Выпарные аппараты с естественной и принудительной циркуляцией;

Раздел 4. Массообменные процессы и аппараты

- 4.1. Основные понятия и определения массообменных процессов;
- 4.2. Равновесие и средняя движущая сила массообменных процессов;

- 4.3. Подобие массообменных процессов;
- 4.4. Дифференциальные уравнения переноса массы;
- 4.5. Модели массопереноса;
- 4.6. Материальный и тепловой балансы массообменных процессов;
- 4.7. Взаимосвязь гидромеханических, тепло- и массообменных процессов;
- 4.8. Основные понятия и определения процессов перегонки и ректификации;
- 4.9. Равновесие в системе «жидкость – пар»;
- 4.10. Простая перегонка;
- 4.11. Определение рабочего флегмового числа и числа теоретических тарелок;
- 4.12. Основные понятия и определения процесса сушки;
- 4.13. Физическая сущность процесса сушки;
- 4.14. Кинетика сушки;
- 4.15. Типы тарелок, применяемые в тарельчатых колоннах.

6.3. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Основные понятия и определения ПАХТ;
2. Классификация процессов химической технологии;
3. Условия однозначности и виды подобия;
4. Инварианты подобия;
5. Законы сохранения субстанций;
6. Законы термодинамического равновесия;
7. Законы переноса субстанций;
8. Основные понятия и определения гидравлики;
9. Массовые (объемные) силы, действующие на жидкость;
10. Поверхностные силы, действующие на жидкость;
11. Физические свойства жидкости;
12. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля;
13. Основные понятия и определения гидродинамики;
14. Уравнение неразрывности (сплошности) потока;
15. Гидродинамическое подобие;
16. Характеристика ламинарного течения;
17. Характеристика турбулентного течения;
18. Уравнение Бернулли;
19. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов;
20. Гидродинамические сопротивления;
21. Гравитационное осаждение;
22. Сопротивление слоя зернистого материала;
23. Режимы движения потока через зернистые материалы;

24. Гидродинамика псевдооживенных слоев;
25. Физическая сущность процесса фильтрования;
26. Фильтрование суспензий под действием перепада давления;
27. Центробежное фильтрование суспензий;
28. Область применения, параметры работы и классификация насосов;
29. Поршневые насосы;
30. Шестеренчатые насосы;
31. Центробежные насосы;
32. Область применения, параметры работы и классификация компрессоров;
33. Поршневые компрессоры;
34. Винтовые компрессоры;
35. Центробежные вентиляторы;
36. Основные понятия и определения теплообменных процессов;
37. Основное уравнение теплопередачи;
38. Средняя движущая сила теплообменных процессов;
39. Теплопроводность и теплопередача;
40. Передача тепла конвекцией;
41. Передача тепла излучением;
42. Подобие теплообменных процессов;
43. Классификация теплоносителей;
44. Классификация теплообменных аппаратов;
45. Кожухотрубчатые теплообменники;
46. Аппараты с двойными стенками (рубашками);
47. Основные понятия и определения выпаривания;
48. Однокорпусное выпаривание;
49. Многокорпусное выпаривание;
50. Основные понятия и определения массообменных процессов;
51. Классификация массообменных процессов;
52. Равновесие и средняя движущая сила массообменных процессов;
53. Подобие массообменных процессов;
54. Основные понятия и определения перегонки;
55. Равновесие в системе «жидкость – пар»;
56. Простая перегонка;
57. Ректификационные установки;
58. Классификация и конструкция ректификационных колонн;
59. Определение рабочего флегмового числа и числа теоретических тарелок;
60. Основные понятия и определения сушки;
61. Физическая сущность процесса сушки;
62. Кинетика сушки;
63. Общая классификация сушилок.

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).

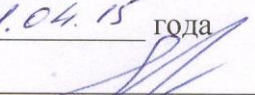
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

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 1.04.15 года
Заведующий кафедрой ХТ, д.т.н., профессор  Ю.Т. Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Протокол № 9 от 1.04.15 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 _____