

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра химии и химической технологии

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Процессы и аппараты химической технологии

Образовательная программа: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль: Основные процессы химических производств и химическая кибернетика

Курс: 3, семестр : 5

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	6
2	Всего часов	216
3	Всего занятий в контактной форме, час.	139
4	Лекции, час.	72
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	36
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	11
10	Самостоятельная работа, час.	77
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КР контр.
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

ФГОС введен в действие приказом №227 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ХХТ, протокол заседания кафедры №2/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Жуков В. И.

Заведующий кафедрой:

д.х.н. Уваров Н. Ф.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Апарнев А. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы; в части следующих результатов обучения:	
34. знает действие опасных и вредных факторов, вредных веществ на человека и среду обитания	
Компетенция ФГОС: ПК.14 способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе; в части следующих результатов обучения:	
35. знает методы расчета высокоэффективных тепло- и массообменных аппаратов	
36. знает основные модели структуры потоков, теплообменных и массообменных процессов, методы идентификации параметров модели и установления адекватности модели	
Компетенция ФГОС: ПК.15 способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты; в части следующих результатов обучения:	
33. знать технологические схемы установок и основные конструкции аппаратов для осуществления теплообменных процессов химической технологии	
у13. умеет применять методы анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определение технологических и экономических показателей работы аппаратов	
Компетенция ФГОС: ПК.16 способность моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности; в части следующих результатов обучения:	
36. знать математические модели процессов, протекающих в аппаратах химической технологии для определения и оптимизации основных параметров технологического оборудования	
37. знать принципы физического моделирования химико-технологических процессов	
у10. умеет физически и математически моделировать массообменные процессы	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Процессы и аппараты химической технологии</i>	
ОПК.3.34 знает действие опасных и вредных факторов, вредных веществ на человека и среду обитания	
1.Знать действие опасных и вредных факторов, вредных веществ на человека и среду обитания	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.16.36 знать математические модели процессов, протекающих в аппаратах химической технологии для определения и оптимизации основных параметров технологического оборудования	
2.Математические модели процессов, протекающих в аппаратах химической технологии, для определения и оптимизации основных параметров проектируемого технологического оборудования, а также расширения технологических возможностей действующего оборудования	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.14.36 знает основные модели структуры потоков, теплообменных и массообменных процессов, методы идентификации параметров модели и установления адекватности модели	
3.Основные методы расчета гидравлических сопротивлений типовых аппаратов для проведения процессов химической технологии	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.15.33 знать технологические схемы установок и основные конструкции аппаратов для осуществления теплообменных процессов химической технологии	
4.Основные конструкции аппаратов для перемещения жидкостей, разделения неоднородных систем и перемешивания жидких сред при проведении процессов химической технологии	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.16.у10 умеет физически и математически моделировать массообменные процессы	

5. Физически и математически моделировать технологические процессы, протекающих в энергетических установках и аппаратах химической технологии	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.15.y13 умеет применять методы анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определение технологических и экономических показателей работы аппаратов	
6. Проводить гидравлический и тепловой расчет современного технологического оборудования	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.14.35 знает методы расчета высокоэффективных тепло- и массообменных аппаратов	
7. Выполнять расчеты типовых технологических массообменных процессов с использованием ЭВМ	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.16.37 знает принципы физического моделирования химико-технологических процессов	
8. Знать принципы физического моделирования химико-технологических процессов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Теории физического и математического моделирования процессов химической технологии;				
1. Классификация процессов по кинетическим закономерностям, протеканию во времени и организационно-технологическому признаку. Уравнение Хагена-Пуазейля. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и	0	8	1, 2, 3, 5, 8	
2. Пленочное течение жидкостей. Гидродинамика барботаж Диспергирование жидкостей. Принципы и устройства. Перемешивание жидких сред. Принципы и устройства. Расход энергии на перемешивание. Модели	0	8	1, 2, 3, 4, 7, 8	
Дидактическая единица: Гидродинамика и гидродинамические процессы: основные уравнения движения жидкостей, гидродинамическая структура потоков				
3. Разделение неоднородных систем. Типы неоднородных систем. Осаждение. Типы отстойников и принципы их действия. Осаждение под действием центробежных сил. Циклоны и отстойные центрифуги. Очистка газ	0	10	3, 4, 7, 8	

Дидактическая единица: Тепловые процессы и аппараты: основы теории передачи теплоты				
4. Основы теории теплопередачи. Три механизма переноса теплоты. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнение стационарной теплопроводности, его решение. Теплопроводность через многослойные плоские и цилиндрические стенки. Термическое сопротивление тел различной конфигурации. Отвод теплоты по ребрам и стержням. Общие сведения о нестационарной теплопроводности в изотропных средах.	0	8	2, 5, 6, 8	
5. Конвективный теплообмен. Механизм переноса тепла. Закон теплоотдачи. Основное уравнение теплопередачи. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена, его решение методами теории подобия. Критерии теплового подобия. Обобщенное критериальное уравнение конвективного теплообмена.	0	8	2, 5, 6, 8	
6. Теплоотдача при движении однофазных потоков. Теплоотдача при кипении жидкостей, при конденсации паров. Влияние геометрии поверхности на теплоотдачу. Теплообмен с зернистыми материалами и насадками.	0	8	2, 5, 6, 8	
7. Тепловое излучение. Лучеиспускательная способность тел. Закон Стефана-Больцмана. Соотношение между лучеиспускательной и поглощательной способностями тел (закон Кирхгофа). Интенсивность излучения (закон Ламберта). Лучистый теплообмен. Действие экранов. Тепловое излучение газов. Излучение запыленных потоков и светящихся пламен.	0	8	2, 5, 6, 8	
Дидактическая единица: Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре				

8. Теплообменные аппараты. Оценка эффективности теплообменников. Схемы движения теплоносителей в теплообменниках. Расчет средней разности температур. Выбор теплоносителей. Способы экономии тепловой энергии. Применение котлов-утилизаторов. Термосифоны. Тепловые насосы.	0	8	2, 5, 6, 8	
9. Теплоотдача при непосредственном контакте теплоносителей. Конструктивные особенности теплообменных аппаратов. Гидравлический расчет и испытания.	0	6	2, 5, 6, 8	

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Гидродинамика и гидродинамические процессы: основные уравнения движения жидкостей, гидродинамическая структура потоков				
1. Изучение гидравлического сопротивления трубопровода	0	4	3, 7, 8	На экспериментальной установке студент изучает влияние изменения нивелирного напора на гидравлическое сопротивление трубопровода сложной формы с различными скоростями жидкости на входе. Результаты измерений обрабатываются на ЭВМ
2. Изучение осаждения частиц в гравитационном поле	0	4	2, 7, 8	На лабораторной установке, состоящей из пробирки с вязкой жидкостью, набором шариков различного диаметра, изготовленных из разного материала, определяет установившиеся скорости падения шариков в жидкости. Результаты экспериментов обрабатываются на ЭВМ.
7. Изучение работы барабанного вакуум-фильтра	0	4	4, 5, 7, 8	Используя программу MathCad, рассчитывает производительность барабанного вакуум - фильтра в зависимости от параметров разделяемой среды
Дидактическая единица: Тепловые процессы и аппараты: основы теории передачи теплоты				

3. Тепловые потери здания	0	6	6, 7, 8	Используя программу MathCad, рассчитывает реальные тепловые потери здания. Параметры здания и температурные условия задаются студентом.
4. Расчет поверхностного конденсатора	0	4	5, 6, 7, 8	Используя программу MathCad, рассчитывает тепломассообмен в кожухотрубном конденсаторе поверхностного типа. Анализируется необходимость использования в расчетных методиках начального участка.
Дидактическая единица: Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре				
5. Изучение работы теплообменного аппарата типа труба в трубе без фазовых переходов.	0	6	5, 6, 7, 8	На экспериментальной установке студент изучает работу теплообменного аппарата. Вычисляет среднелогарифмическую разность температур, тепловые потоки и коэффициент теплопередачи для режимов прямотока и противотока.
6. Изучение работы теплообменного аппарата с фазовыми переходами	0	8	2, 5, 6, 7, 8	На экспериментальной установке студент изучает работу теплообменного аппарата. Измеряет коэффициент теплопередачи методом Вильсона.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Теории физического и математического моделирования процессов химической технологии;				
1. Размерности физических величин. Расчет физико-химических констант индивидуальных веществ и их смесей. Расчеты термодинамических параметров паров и газов	2	2	1, 2, 5, 8	Расчёт задач по теме
6. Гидромеханика. Расчет скорости осаждения твердой фазы. Седиментационный анализ. Расчет циклонов. Определение параметров осадительной центрифуги.	2	2	2, 4, 5, 7, 8	Расчёт задач по теме

9. Гидродинамика псевдооживленных слоев	2	2	3, 4, 7, 8	На экспериментальной установке студент получает кривую псевдооживления. Используя программу MathCad, рассчитывает основные гидродинамические параметры псевдооживленного слоя
Дидактическая единица: Гидродинамика и гидродинамические процессы: основные уравнения движения жидкостей, гидродинамическая структура потоков				
2. Расчет с применением основного уравнения гидростатики. Сообщающиеся сосуды. Измерение давления. Микроманометры. Давление на плоские стенки и на цилиндрические поверхности.	2	2	2, 3, 4, 6, 8	Расчёт задач по теме
3. Расчет параметров потока: расход, средняя скорость, гидравлический радиус, эквивалентный диаметр. Определение режимов течения. Практическое приложение уравнения Бернулли. Статический и динамический напор.	2	2	2, 3, 5, 6, 8	Расчёт задач по теме
4. Гидравлическое сопротивление. Потери напора в трубопроводной сети. Коэффициент трения. Местные сопротивления. Построение характеристики сети.	2	2	2, 3, 5, 6, 8	Расчёт задач по теме
Дидактическая единица: Тепловые процессы и аппараты: основы теории передачи теплоты				
7. Расчет теплоотдачи при поперечном и продольном обтекании труб, теплоотдача при кипении жидкостей и при конденсации паров.	2	2	2, 4, 5, 6, 8	Расчёт задач по теме
Дидактическая единица: Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре				
5. Расчеты производительности и высоты всасывания поршневых насосов. Определение мощности. Расчеты центробежных насосов, построение напорно-расходной характеристики, определение рабочих точек.	2	2	2, 3, 4, 6, 8	Расчёт задач по теме
8. Расчеты с использованием основного уравнения теплопередачи. Расчеты кожухотрубных теплообменников.	2	2	2, 4, 5, 6, 8	Расчёт задач по теме

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
---	-----------------------------	-------------------------------	--------------------	----------------------

Семестр: 5				
1	Контрольные работы	1, 5, 7	8	0
: Расчет гидравлического сопротивления трубопровода : лабораторная работа по курсу "Гидромеханические процессы и аппараты" для 3 курса (специальность 170500, 170600) дневного отделения МТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Г. Кувшинов, В. И. Жуков]. - Новосибирск, 1999. - 19 с. : ил.				
2	Курсовая работа	2, 8	30	10
: Расчет барботажного абсорбера : методические указания к выполнению курсовых проектов по дисциплине "Процессы и аппараты химической технологии" для 3 курса МТФ (специальности 240801, 240802 и др. / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. Л. Крутский]. - Новосибирск, 2006. - 27, [4] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/krut.rar				
3	Подготовка к занятиям	1, 2, 3	12	0
, подробная информация приведена в приложении №1 : Жуков В. И. Массообменные процессы и аппараты. Ч. 1 : учебное пособие / В. И. Жуков, Г. Г. Кувшинов, С. И. Лежнин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 122 с. : ил.				
4	Дополнительная учебная деятельность	1, 4	12	0
: Изучение процесса экстракции в системе твердое тело-жидкость : лабораторная работа по курсу "Массообменные процессы и аппараты" для специальностей 170500, 170600, 271200, 270300, 210200 дневной и заоч. форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Жуков]. - Новосибирск, 2000. - 15 с. : ил.				
5	Подготовка к аттестации	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	15	1
: Теплотехнический расчет компрессионного теплового насоса : методические указания к расчетно-графической работе для 3 курса МТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. И. Гогонин, В. А. Мухин]. - Новосибирск, 2000. - 30 с. Расчет барботажного абсорбера : методические указания к выполнению курсовых проектов по дисциплине "Процессы и аппараты химической технологии" для 3 курса МТФ (специальности 240801, 240802 и др. / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. Л. Крутский]. - Новосибирск, 2006. - 27, [4] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/krut.rar Жуков В. И. Массообменные процессы и аппараты. Ч. 1 : учебное пособие / В. И. Жуков, Г. Г. Кувшинов, С. И. Лежнин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 122 с. : ил. Изучение процесса экстракции в системе твердое тело-жидкость : лабораторная работа по курсу "Массообменные процессы и аппараты" для специальностей 170500, 170600, 271200, 270300, 210200 дневной и заоч. форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Жуков]. - Новосибирск, 2000. - 15 с. : ил.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ
Контроль	e-mail

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл

Семестр: 5		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	
<i>Дополнительная учебная деятельность:</i>	0	
<i>Лабораторная:</i>	14	28
Контролирующие материалы - список вопросов		
<i>Практические занятия:</i>	0	
<i>Контрольные работы:</i>	6	12
<i>Курсовая работа:</i>	0	20
<i>Экзамен:</i>	20	40
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля			
		Защита Л/Р	Контр. раб.	Защита КП/КР	Экзамен
ОПК.3	34. знает действие опасных и вредных факторов, вредных веществ на человека и среду обитания				+
ПК.14	35. знает методы расчета высокоэффективных тепло- и массообменных аппаратов	+	+	+	+
	36. знает основные модели структуры потоков, теплообменных и массообменных процессов, методы идентификации параметров модели и установления адекватности модели	+	+	+	+
ПК.15	33. знать технологические схемы установок и основные конструкции аппаратов для осуществления теплообменных процессов химической технологии	+	+	+	+
	у13. умеет применять методы анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определение технологических и экономических показателей работы аппаратов	+	+	+	+
ПК.16	36. знать математические модели процессов, протекающих в аппаратах химической технологии для определения и оптимизации основных параметров технологического оборудования	+	+	+	+
	37. знать принципы физического моделирования химико-технологических процессов	+	+	+	+
	у10. умеет физически и математически моделировать массообменные процессы	+	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс [Электронный ресурс] : в 2 кн. / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; Под ред. В. Г. Айнштейна. - 5-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 1758 с.: ил. - ISBN 978-5-9963-2214-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=501614> - Загл. с экрана.
2. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Кн. 1 : учебник для вузов по химико-технологическим направлениям и специальностям / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под ред. В. Г. Айнштейна. - М., 2006. - 887, [1] ; XXII с. : ил.

3. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Кн. 2 : учебник для вузов по химико-технологическим направлениям и специальностям / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под ред. В. Г. Айнштейна. - М., 2006. - 1757, [1] с. : ил.
4. Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию : [учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов] / [Г. С. Борисов и др.] ; под ред. Ю. И. Дытнерского. - М., 2007. - 493 с. : ил.. - Перепечатка с изд. 1991 г..
5. Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - М., 2007. - 575 с. : ил., табл.
6. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие для вузов / [А. А. Захарова, Л. Т. Бахшиева, Б. П. Кондауров и др.] ; под ред. А. А. Захаровой. - М., 2006. - 521, [1] с. : ил., табл.

Дополнительная литература

1. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии. В 2 кн. Ч. 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты : учебник для химико-технологических специальностей вузов. - М., 2002. - 400 с. : ил.
2. Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учебник для теплоэнергетических специальностей вузов / В. М. Черкасский. - М., 1984. - 414, [1] с. : ил.
3. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии. В 2 кн. Ч. 2. Массообменные процессы и аппараты : учебник для химико-технологических специальностей вузов. - М., 2002. - 368 с. : ил.
4. Сугак А. В. Процессы и аппараты химической технологии : [учебное пособие] / А. В. Сугак, В. К. Леонтьев, В. В. Туркин. - М., 2005. - 223, [1] с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Жуков В. И. Массообменные процессы и аппараты. Ч. 1 : учебное пособие / В. И. Жуков, Г. Г. Кувшинов, С. И. Лежнин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 122 с. : ил.
2. Лежнин С. И. Массообменные процессы и аппараты. Ч. 2 : учебное пособие / С. И. Лежнин, В. И. Жуков, Г. Г. Кувшинов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 122, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2005/leshn.rar>
3. Расчет гидравлического сопротивления трубопровода : лабораторная работа по курсу "Гидромеханические процессы и аппараты" для 3 курса (специальность 170500, 170600) дневного отд-ния МТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Г. Кувшинов, В. И. Жуков]. - Новосибирск, 1999. - 19 с. : ил.
4. Изучение процесса экстракции в системе твердое тело-жидкость : лабораторная работа по курсу "Массообменные процессы и аппараты" для специальностей 170500, 170600, 271200, 270300, 210200 дневной и заоч. форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Жуков]. - Новосибирск, 2000. - 15 с. : ил.

5. Теплотехнический расчет компрессионного теплового насоса : методические указания к расчетно-графической работе для 3 курса МТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. И. Гогонин, В. А. Мухин]. - Новосибирск, 2000. - 30 с.
6. Расчет барботажного абсорбера : методические указания к выполнению курсовых проектов по дисциплине "Процессы и аппараты химической технологии" для 3 курса МТФ (специальности 240801, 240802 и др. / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. Л. Крутский]. - Новосибирск, 2006. - 27, [4] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/krut.rar>
7. Расчет насадочного абсорбера : методические указания к выполнению курсовых проектов по дисциплине "Процессы и аппараты химической технологии" для 3 курса, специальностей 240801, 240802 и других специальностей химико-технологического профиля / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. Л. Крутский]. - Новосибирск, 2006. - 38, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/3156.rar>

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office
- 3 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Лабораторная установка для испытания различных типов теплообменников - ЛабТест-ТО	Применяется для проведения лабораторных работ
2	Лабораторная установка по изучению режимов механического перемешивания - ЛабМикс-М1	Применяется для проведения лабораторных работ
3	Лаб.установка для изучения теплообмена при кипении, конденсации и естественной конвекции в закрытом объеме-ЛабТО-Комб	Применяется для проведения лабораторных работ
4	Лаб.установка для исследования комбинированного теплообмена при естественной конвекции - ЛабТО-ЕК	Применяется для проведения лабораторных работ
5	Лаб.установка для изучения гидродинамики и теплообмена в псевдооживленном слое - ЛабКС-200/400	Применяется для проведения лабораторных работ

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	СМ Компьютер 20"/DRAMM 2 Gb	Применяется для проведения лекций

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра химии и химической технологии

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н., доцент В.В. Янпольский
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты химической технологии

Образовательная программа: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль: Основные процессы химических производств и химическая кибернетика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Процессы и аппараты химической технологии приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.3 способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы	34. знает действие опасных и вредных факторов, вредных веществ на человека и среду обитания	Классификация процессов по кинетическим закономерностям, протеканию во времени и организационно-технологическому признаку. Уравнение Хагена-Пуазейля. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и Размерности физических величин. Расчет физико-химических констант индивидуальных веществ и их смесей. Расчеты термодинамических параметров паров и газов	Контрольная работа. Лабораторная 1, 6. Курсовая работа	Экзамен вопросы теста 1, 17
ПК.14/НИ способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе	35. знает методы расчета высокоэффективных тепло- и массообменных аппаратов	Гидродинамика псевдоожиженных слоев Гидромеханика. Расчет скорости осаждения твердой фазы. Седиментационный анализ. Расчет циклонов. Определение параметров осадительной центрифуги. Изучение гидравлического сопротивления трубопровода Изучение осаждения частиц в гравитационном поле Изучение работы барабанного вакуум-фильтра Изучение работы теплообменного аппарата с фазовыми переходами Изучение работы теплообменного аппарата типа труба в трубе без фазовых переходов. Пленочное течение жидкостей. Гидродинамика барботажа Диспергирование жидкостей. Принципы и устройства. Перемешивание жидких сред. Принципы и устройства. Расход энергии на перемешивание. Модели Разделение неоднородных систем. Типы неоднородных систем. Осаждение. Типы отстойников и принципы их действия. Осаждение под действием центробежных сил. Циклоны и отстойные центрифуги. Очистка газ Расчет поверхностного конденсатора Тепловые потери здания	Курсовая работа. Отчет по лабораторной работе 1,2, 7. Контрольная работа	Экзамен вопросы теста 2, 3, 20

ПК.14/НИ	36. знает основные модели структуры потоков, теплообменных и массообменных процессов, методы идентификации параметров модели и установления адекватности модели	Гидравлическое сопротивление. Потери напора в трубопроводной сети. Коэффициент трения. Местные сопротивления. Построение характеристики сети. Гидродинамика псевдооживленных слоев. Изучение гидравлического сопротивления трубопровода. Классификация процессов по кинетическим закономерностям, протеканию во времени и организационно-технологическому признаку. Уравнение Хагена-Пуазейля. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и Пленочное течение жидкостей. Гидродинамика барботаж. Диспергирование жидкостей. Принципы и устройства. Перемешивание жидких сред. Принципы и устройства. Расход энергии на перемешивание. Модели. Разделение неоднородных систем. Типы неоднородных систем. Осаждение. Типы отстойников и принципы их действия. Осаждение под действием центробежных сил. Циклоны и отстойные центрифуги. Очистка газ. Расчет параметров потока: расход, средняя скорость, гидравлический радиус, эквивалентный диаметр. Определение режимов течения. Практическое приложение уравнения Бернулли. Статический и динамический напор. Расчет с применением основного уравнения гидростатики. Сообщающиеся сосуды. Измерение давления. Микроманометры. Давление на плоские стенки и на цилиндрические поверхности. Расчеты производительности и высоты всасывания поршневых насосов. Определение мощности. Расчеты центробежных насосов, построение напорно-расходной характеристики, определение рабочих точек.	Курсовая работа. Отчет по лабораторной работе 3,8. Контрольная работа	Экзамен вопросы теста 4, 5
ПК.15/НИ способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты	33. знать технологические схемы установок и основные конструкции аппаратов для осуществления теплообменных процессов химической	Гидродинамика псевдооживленных слоев. Гидромеханика. Расчет скорости осаждения твердой фазы. Седиментационный анализ. Расчет циклонов. Определение параметров осадительной центрифуги. Изучение работы барабанного вакуум-фильтра. Пленочное	Курсовая работа, Отчет по лабораторной работе 1,2,6. Контрольная работа	Экзамен вопросы теста 6-9

	технологии	течение жидкостей. Гидродинамика барботажа Диспергирование жидкостей. Принципы и устройства. Перемешивание жидких сред. Принципы и устройства. Расход энергии на перемешивание. Модели Разделение неоднородных систем. Типы неоднородных систем. Осаждение. Типы отстойников и принципы их действия. Осаждение под действием центробежных сил. Циклоны и отстойные центрифуги. Очистка газ Расчет с применением основного уравнения гидростатики. Сообщающиеся сосуды. Измерение давления. Микроманометры. Давление на плоские стенки и на цилиндрические поверхности. Расчет теплоотдачи при поперечном и продольном обтекании труб, теплоотдача при кипении жидкостей и при конденсации паров. Расчеты производительности и высоты всасывания поршневых насосов. Определение мощности. Расчеты центробежных насосов, построение напорно-расходной характеристики, определение рабочих точек. Расчеты с использованием основного уравнения теплопередачи. Расчеты кожухотрубных теплообменников.		
ПК.15/НИ	у13. умеет применять методы анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определение технологических и экономических показателей работы аппаратов	Гидравлическое сопротивление. Потери напора в трубопроводной сети. Коэффициент трения. Местные сопротивления. Построение характеристики сети. Изучение работы теплообменного аппарата с фазовыми переходами Изучение работы теплообменного аппарата типа труба в трубе без фазовых переходов. Конвективный теплообмен. Механизм переноса тепла. Закон теплоотдачи. Основное уравнение теплопередачи. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена, его решение методами теории подобия. Критерии теплового подобия. Обобщенное критериальное уравнение конвективного теплообмена. Основы теории теплопередачи. Три механизма переноса теплоты.	Курсовая работа. Отчет по лабораторной работе 4,5. Контрольная работа	Экзамен вопросы теста 10-12

		Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнение стационарной теплопроводности, его решение. Теплопроводность через многослойные плоские и цилиндрические стенки. Термическое сопротивление тел различной конфигурации. Отвод теплоты по ребрам и стержням. Общие сведения о нестационарной теплопроводности в изотропных средах. Расчет параметров потока: расход, средняя скорость, гидравлический радиус, эквивалентный диаметр. Определение режимов течения. Практическое приложение уравнения Бернулли. Статический и динамический напор. Расчет поверхностного конденсатора. Расчет с применением основного уравнения гидростатики. Сообщающиеся сосуды. Измерение давления. Микроманометры. Давление на плоские стенки и на цилиндрические поверхности. Расчет теплоотдачи при поперечном и продольном обтекании труб, теплоотдача при кипении жидкостей и при конденсации паров. Расчеты производительности и высоты всасывания поршневых насосов. Определение мощности. Расчеты центробежных насосов, построение напорно-расходной характеристики, определение рабочих точек. Расчеты с использованием основного уравнения теплопередачи. Расчеты кожухотрубных теплообменников. Тепловое излучение. Лучеиспускательная способность тел. Закон Стефана-Больцмана. Соотношение между лучеиспускательной и поглощательной способностями тел (закон Кирхгофа). Интенсивность излучения (закон Ламберта). Лучистый теплообмен. Действие экранов. Тепловое излучение газов. Излучение запыленных потоков и светящихся пламен. Тепловые потери здания Теплообменные аппараты. Оценка эффективности		
--	--	--	--	--

		теплообменников. Схемы движения теплоносителей в теплообменниках. Расчет средней разности температур. Выбор теплоносителей. Способы экономии тепловой энергии. Применение котлов-утилизаторов. Термосифоны. Тепловые насосы. Теплоотдача при движении однофазных потоков. Теплоотдача при кипении жидкостей, при конденсации паров. Влияние геометрии поверхности на теплоотдачу. Теплообмен с зернистыми материалами и насадками. Теплоотдача при непосредственном контакте теплоносителей. Конструктивные особенности теплообменных аппаратов. Гидравлический расчет и испытания.		
ПК.16/НИ способность осуществлять моделирование процессов в области профессиональной деятельности	зб. знать математические модели процессов, протекающих в аппаратах химической технологии для определения и оптимизации основных параметров технологического оборудования	Гидравлическое сопротивление. Потери напора в трубопроводной сети. Коэффициент трения. Местные сопротивления. Построение характеристики сети. Гидромеханика. Расчет скорости осаждения твердой фазы. Седиментационный анализ. Расчет циклонов. Определение параметров осадительной центрифуги. Изучение осаждения частиц в гравитационном поле. Изучение работы теплообменного аппарата с фазовыми переходами. Классификация процессов по кинетическим закономерностям, протеканию во времени и организационно-технологическому признаку. Уравнение Хагена-Пуазейля. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и Конвективный теплообмен. Механизм переноса тепла. Закон теплоотдачи. Основное уравнение теплопередачи. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена, его решение методами теории подобия. Критерии теплового подобия. Обобщенное критериальное уравнение конвективного теплообмена. Основы теории теплопередачи. Три механизма переноса теплоты. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнение стационарной теплопроводности, его	Курсовая работа. Отчет по лабораторной работе 5,7. Контрольная работа.	Экзамен вопросы теста 11-13

		решение. Теплопроводность через многослойные плоские и цилиндрические стенки. Термическое сопротивление тел различной конфигурации. Отвод теплоты по ребрам и стержням. Общие сведения о нестационарной теплопроводности в изотропных средах. Пленочное течение жидкостей. Гидродинамика барботажа Диспергирование жидкостей. Принципы и устройства. Перемешивание жидких сред. Принципы и устройства. Расход энергии на перемешивание. Модели Размерности физических величин. Расчет физико-химических констант индивидуальных веществ и их смесей. Расчеты термодинамических параметров паров и газов Расчет параметров потока: расход, средняя скорость, гидравлический радиус, эквивалентный диаметр. Определение режимов течения. Практическое приложение уравнения Бернулли. Статический и динамический напор. Расчет с применением основного уравнения гидростатики. Сообщающиеся сосуды. Измерение давления. Микроманометры. Давление на плоские стенки и на цилиндрические поверхности. Расчет теплоотдачи при поперечном и продольном обтекании труб, теплоотдача при кипении жидкостей и при конденсации паров. Расчеты производительности и высоты всасывания поршневых насосов. Определение мощности. Расчеты центробежных насосов, построение напорно-расходной характеристики, определение рабочих точек. Расчеты с использованием основного уравнения теплопередачи. Расчеты кожухотрубных теплообменников. Тепловое излучение. Лучеиспускательная способность тел. Закон Стефана-Больцмана. Соотношение между лучеиспускательной и поглощательной способностями тел (закон Кирхгофа). Интенсивность		
--	--	---	--	--

		излучения (закон Ламберта). Лучистый теплообмен. Действие экранов. Тепловое излучение газов. Излучение запыленных потоков и светящихся пламен. Теплообменные аппараты. Оценка эффективности теплообменников. Схемы движения теплоносителей в теплообменниках. Расчет средней разности температур. Выбор теплоносителей. Способы экономии тепловой энергии. Применение котлов-утилизаторов. Термосифоны. Тепловые насосы. Теплоотдача при движении однофазных потоков. Теплоотдача при кипении жидкостей, при конденсации паров. Влияние геометрии поверхности на теплоотдачу. Теплообмен с зернистыми материалами и насадками. Теплоотдача при непосредственном контакте теплоносителей. Конструктивные особенности теплообменных аппаратов. Гидравлический расчет и испытания.		
ПК.16/НИ	37. знать принципы физического моделирования химико-технологических процессов	Гидравлическое сопротивление. Потери напора в трубопроводной сети. Коэффициент трения. Местные сопротивления. Построение характеристики сети. Гидродинамика псевдооживленных слоев Гидромеханика. Расчет скорости осаждения твердой фазы. Седиментационный анализ. Расчет циклонов. Определение параметров осадительной центрифуги. Изучение гидравлического сопротивления трубопровода Изучение осаждения частиц в гравитационном поле Изучение работы барабанного вакуум-фильтра Изучение работы теплообменного аппарата с фазовыми переходами Изучение работы теплообменного аппарата типа труба в трубе без фазовых переходов. Классификация процессов по кинетическим закономерностям, протеканию во времени и организационно-технологическому признаку. Уравнение Хагена-Пуазейля. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и Конвективный теплообмен. Механизм переноса тепла. Закон теплоотдачи. Основное	Курсовая работа. Отчет по лабораторной работе 2,7. Контрольная работа	Экзамен вопросы теста 13, 17

		уравнение теплопередачи. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена, его решение методами теории подобия. Критерии теплового подобия. Обобщенное критериальное уравнение конвективного теплообмена. Основы теории теплопередачи. Три механизма переноса теплоты. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнение стационарной теплопроводности, его решение. Теплопроводность через многослойные плоские и цилиндрические стенки. Термическое сопротивление тел различной конфигурации. Отвод теплоты по ребрам и стержням. Общие сведения о нестационарной теплопроводности в изотропных средах. Пленочное течение жидкостей. Гидродинамика барботажа Диспергирование жидкостей. Принципы и устройства. Перемешивание жидких сред. Принципы и устройства. Расход энергии на перемешивание. Модели Разделение неоднородных систем. Типы неоднородных систем. Осаждение. Типы отстойников и принципы их действия. Осаждение под действием центробежных сил. Циклоны и отстойные центрифуги. Очистка газ Размерности физических величин. Расчет физико-химических констант индивидуальных веществ и их смесей. Расчеты термодинамических параметров паров и газов Расчет параметров потока: расход, средняя скорость, гидравлический радиус, эквивалентный диаметр. Определение режимов течения. Практическое приложение уравнения Бернулли. Статический и динамический напор. Расчет поверхностного конденсатора Расчет с применением основного уравнения гидростатики. Сообщающиеся сосуды. Измерение давления. Микроманометры. Давление на плоские стенки и на цилиндрические поверхности. Расчет теплоотдачи при поперечном и продольном		
--	--	--	--	--

		обтекании труб, теплоотдача при кипении жидкостей и при конденсации паров. Расчеты производительности и высоты всасывания поршневых насосов. Определение мощности. Расчеты центробежных насосов, построение напорно-расходной характеристики, определение рабочих точек. Расчеты с использованием основного уравнения теплопередачи. Расчеты кожухотрубных теплообменников. Тепловое излучение. Лучеиспускательная способность тел. Закон Стефана-Больцмана. Соотношение между лучеиспускательной и поглощательной способностями тел (закон Кирхгофа). Интенсивность излучения (закон Ламберта). Лучистый теплообмен. Действие экранов. Тепловое излучение газов. Излучение запыленных потоков и светящихся пламен. Тепловые потери здания Теплообменные аппараты. Оценка эффективности теплообменников. Схемы движения теплоносителей в теплообменниках. Расчет средней разности температур. Выбор теплоносителей. Способы экономии тепловой энергии. Применение котлов-утилизаторов. Термосифоны. Тепловые насосы. Теплоотдача при движении однофазных потоков. Теплоотдача при кипении жидкостей, при конденсации паров. Влияние геометрии поверхности на теплоотдачу. Теплообмен с зернистыми материалами и насадками. Теплоотдача при непосредственном контакте теплоносителей. Конструктивные особенности теплообменных аппаратов. Гидравлический расчет и испытания.		
ПК.16/НИ	у10. умеет физически и математически моделировать массообменные процессы	Гидравлическое сопротивление. Потери напора в трубопроводной сети. Коэффициент трения. Местные сопротивления. Построение характеристики сети. Гидромеханика. Расчет скорости осаждения твердой фазы. Седиментационный анализ. Расчет циклонов.	Курсовая работа. Отчет по лабораторной работе 3,7. Контрольная работа.	Экзамен вопросы теста 15–18

		Определение параметров осадительной центрифуги. Изучение работы барабанного вакуум-фильтра Изучение работы теплообменного аппарата с фазовыми переходами Изучение работы теплообменного аппарата типа труба в трубе без фазовых переходов. Классификация процессов по кинетическим закономерностям, протеканию во времени и организационно-технологическому признаку. Уравнение Хагена-Пуазейля. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и Конвективный теплообмен. Механизм переноса тепла. Закон теплоотдачи. Основное уравнение теплопередачи. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена, его решение методами теории подобия. Критерии теплового подобия. Обобщенное критериальное уравнение конвективного теплообмена. Основы теории теплопередачи. Три механизма переноса теплоты. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнение стационарной теплопроводности, его решение. Теплопроводность через многослойные плоские и цилиндрические стенки. Термическое сопротивление тел различной конфигурации. Отвод теплоты по ребрам и стержням. Общие сведения о нестационарной теплопроводности в изотропных средах. Размерности физических величин. Расчет физико-химических констант индивидуальных веществ и их смесей. Расчеты термодинамических параметров паров и газов Расчет параметров потока: расход, средняя скорость, гидравлический радиус, эквивалентный диаметр. Определение режимов течения. Практическое приложение уравнения Бернулли. Статический и динамический напор. Расчет поверхностного конденсатора Расчет теплоотдачи при поперечном и продольном обтекании труб, теплоотдача при кипении жидкостей и при конденсации паров. Расчеты с		
--	--	--	--	--

		использованием основного уравнения теплопередачи. Расчеты кожухотрубных теплообменников. Тепловое излучение. Лучеиспускательная способность тел. Закон Стефана-Больцмана. Соотношение между лучеиспускательной и поглощательной способностями тел (закон Кирхгофа). Интенсивность излучения (закон Ламберта). Лучистый теплообмен. Действие экранов. Тепловое излучение газов. Излучение запыленных потоков и светящихся пламен. Теплообменные аппараты. Оценка эффективности теплообменников. Схемы движения теплоносителей в теплообменниках. Расчет средней разности температур. Выбор теплоносителей. Способы экономии тепловой энергии. Применение котлов-утилизаторов. Термосифоны. Тепловые насосы. Теплоотдача при движении однофазных потоков. Теплоотдача при кипении жидкостей, при конденсации паров. Влияние геометрии поверхности на теплоотдачу. Теплообмен с зернистыми материалами и насадками. Теплоотдача при непосредственном контакте теплоносителей. Конструктивные особенности теплообменных аппаратов. Гидравлический расчет и испытания.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3, ПК.14/НИ, ПК.15/НИ, ПК.16/НИ.

Экзамен проводится по тестам. Пример теста приведен в паспорте на экзамен.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1. Материалы к проведению мероприятий приводятся ниже:

Вопросы к лабораторным работам

по дисциплине Процессы и аппараты химической технологии.
(наименование дисциплины)

Задание 1. Из чего складывается потерянный напор при движении жидкости в трубопроводе. Дать определение, записать расчетные уравнения.

Задание 2. Какое влияние оказывает скорость жидкости на потерянный напор.

Задание 3. Для какого режима осаждения справедлива формула Стокса?

Задание 4. Интенсификация процесса осаждения. Методы, применяемые на практике.

Задание 5. Назовите основные характеристики зернистых материалов.

Задание 6. Как зависит перепад давления жидкости от скорости при движении через зернистый материал.

Задание 7. Назовите механизмы переноса тепла от стенки дома в окружающую среду

Задание 8. Назовите критерии подобия, которые используются для расчета коэффициентов теплоотдачи от стенки дома к воздуху, когда воздух неподвижен и когда движется

Задание 9. Как влияют неконденсируемые примеси на коэффициент теплоотдачи при конденсации?

Задание 10. Какие режимы конденсации известны в поверхностных конденсаторах?

Задание 11. В чем преимущество противоточных теплообменных аппаратов перед прямоточными?

Задание 12. Сущность интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах.

Задание 13. Какой механизм переноса тепла внутри стенки трубы испарителя теплообменного аппарата

Задание 14. Как вычислить движущую силу процесса теплопередачи от воды к фреону в испарителе теплообменного аппарата?

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются контрольная работа, курсовая работа. Требования к выполнению контрольной работы, курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы, курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.3, ПК.14/НИ, ПК.15/НИ, ПК.16/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые

виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по тестам в электронной форме на платформе <http://dispase.edu.nstu.ru/ditest/>. Тестовые задания включают следующие типы вопросов: одиночный, множественный, соответствие, числовой. Тест включает в себя задания по темам: теории физического и математического моделирования процессов химической технологии; гидродинамика и гидродинамические процессы: основные уравнения движения жидкостей, гидродинамическая структура потоков; тепловые процессы и аппараты: основы теории передачи теплоты; промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре. На выполнение тестовых заданий отводится 90 минут. Каждое задание оценивается в 2 балла.

Пример теста для экзамена

Задание 1. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости...

а) $z + \frac{p}{\rho g} + \frac{u^2}{2g} = const$

б) $z + \frac{p}{\rho g} = const$

в) $z = \frac{p}{\rho g} + \frac{u^2}{2g}$

г) $z - \frac{p}{\rho g} - \frac{u^2}{2g} = const$

Задание 2. Несколько трубопроводов разного диаметра соединены последовательно. В них имеют равную величину...

1. потери давления на трение
2. перепад давления на концах трубопроводов
3. расход жидкости
4. среднерасходная скорость
5. скоростной напор

Задание 3. Явление псевдооживления заключается в ...

1. расплавлении твердых продуктов.
2. уравнивании веса сыпучих частиц лобовым сопротивлением течению жидкости через их слой.
3. смешивании сыпучих продуктов с жидкостью.
4. фильтровании жидкости сквозь слой зернистого материала.

Задание 4. Критерий Эйлера при перемешивании применяют для определения...

1. пусковой мощности смесителя.
2. глубины воронки в центре мешалки.
3. мощности затрачиваемой на перемешивание.
4. скорости движения лопастей мешалки.

Задание 5. Основное достоинство поршневого насоса — ...

1. тихоходность

2. независимость подачи от напора
3. установка клапанов и поршневых колец
4. наличие кривошипно-шатунного механизма
5. равномерная подача

Задание 6. Параметры, влияющие на высоту всасывания жидкости насосом из водоема ...

1. вакуум, создаваемый насосом на его входе
2. температура жидкости
3. диаметр трубопровода всасывания
4. глубина водоема
5. барометрическое давление

Задание 7. Размер частиц, которые могут быть выделены из газовых потоков под действием гравитационных сил ...

1. менее 5 мкм
2. менее 20 мкм
3. более 20 мкм
4. более 100 мкм

Задание 8. Причина увеличения производительности центрифугирования по сравнению с производительностью осаждения в поле силы тяжести ...

1. увеличение массовой силы, действующей на осаждающиеся частицы
2. замена поступательного движения частиц на вращательное
3. увеличение времени действия центробежных сил на частицы

Задание 9. Уравнение фильтрования...

1. $\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{R_{OC} + R_{\phi}}$	2. $\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{OC} + R_{\phi})}$
3. $\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(t_0 x_0 \frac{V}{S} + R_{\phi})}$	4. $\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu R_{OC}}$

Задание 10. Отличие фильтрующей центрифуги от осадительной ...

1. различная частота вращения ротора
2. наличие перфорации рабочего цилиндра и фильтрующей перегородки, накладываемой на перфорацию
3. различие технологических операций удаления разделенных продуктов
4. различное направления оси вращения барабана центрифуги и силы тяжести

Задание 11. Перенос тепла теплопроводностью осуществляется в _____ среде.

Задание 12. Установить соответствие.

- А. первый кризис кипения
- Б. второй кризис кипения пленочному

1. переход от конвекции к пузырьковому
2. переход от пузырькового кипения к
3. схлопывание пузырьков на поверхности нагрева.
4. переход от пленочного кипения к пузырьковому

Ответ: А- , Б- .

Задание 13. При ламинарной пленочной конденсации коэффициент теплоотдачи при увеличении температурного напора _____.

Задание 14. Плотность потока результирующего излучения между двумя телами при использовании n экранов уменьшается в _____ раз, при условии, что коэффициенты поглощения тел и экранов одинаковы.

Задание 15. Конвективный перенос тепла осуществляется в _____ среде.

Задание 16. Уравнения для расчета коэффициента теплопередачи через плоскую стенку:

$$1. \quad \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

$$2. \quad k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$3. \quad k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\lambda}{\delta} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$4. \quad \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\lambda}{\delta} + \frac{1}{\alpha_2}$$

Задание 17. Противоток в теплообменном аппарате предпочтительнее прямотока, потому что ...

1. нет зависимости между конечными температурами теплоносителя и раствора
2. уменьшается теплообменная поверхность при равных условиях
3. меньше затрат тепла на проведение процесса теплопередачи
4. увеличивается коэффициент теплопередачи
5. происходит умеренный нагрев раствора

Задание 18. Коэффициент теплопроводности показывает ...

1. количество теплоты, передающееся от горячего теплоносителя к холодному за одну секунду через 1 м^2 стенки при разности температур между теплоносителями равной 1 градусу.
2. количество теплоты проходящее за одну секунду через 1 м^2 стенки при падении температуры на 1 градус на единицу длины нормали к изотермической поверхности.
3. количество теплоты, передающееся от теплоносителя за одну секунду к 1 м^2 стенки при разности температур между теплоносителем и стенкой равной 1 градусу.
4. отношение поверхностной плотности потока собственного интегрального излучения к его величине для абсолютно черного тела при той же температуре.

Задание 19. Теплоносители – это вещества, участвующие в переносе тепла, температура которых _____ температуры _____ среды.

Задание 20. Теплопроводность – это...

1. перенос тепла вследствие беспорядочного движения микрочастиц, непосредственно соприкасающихся друг с другом.
2. перенос тепла вследствие движения и перемешивания микроскопических объемов газа и жидкости.
3. процесс распространения тепла от более нагретого тела к менее нагретому телу через стенку.
4. процесс распространения электромагнитных колебаний с различной длиной волн, обусловленный движением атомов или молекул излучающего тела.

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный тест считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при ответе на вопросы допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *0-20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы знает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений. При ответе на вопросы теста набирает *20-28 баллов*.
- Ответ на экзаменационный тест билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы знает формулировку основных понятий, законы, дает характеристику процессов, явлений, может представить качественные характеристики процессов. При ответе на вопросы теста набирает *29-35 баллов*.
- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы способен представить количественные характеристики определенных процессов, способен обосновать выбор ответов на вопросы. При ответе на вопросы теста набирает *36-40 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»

1. Основное уравнение гидростатики.
2. Следствия и приложения основного уравнения гидростатики.
3. Уравнение Бернулли.
4. Уравнение Хагена-Пуазейля.
5. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов.
6. Обтекание жидкостью твердых тел.
7. Движение жидкости через слои зернистых материалов.
8. Гидродинамика псевдооживленных слоев.
9. Диспергирование жидкостей. Принципы и устройства.
10. Перемешивание жидких сред. Принципы и устройства
11. Расход энергии на перемешивание.
12. Гидродинамика барботажа.
13. Насосы. Классификация насосов.
14. Основные параметры насосов. Схема насосной установки.
15. Поршневые насосы. Устройство, принцип действия.
16. Центробежные насосы. Принцип действия.
17. Основное уравнение центробежного насоса.
18. Характеристики ЦБ насосов.
19. Совместная характеристика насоса и сети и выбор рабочих точек.
20. Достоинства и недостатки насосов разного типа.
21. Разделение неоднородных систем. Типы неоднородных систем. Способы разделения.
22. Осаждение. Отстаивание.
23. Типы отстойников и принципы их действия.
24. Осаждение под действием центробежных сил.
25. Циклоны и отстойные центрифуги.

26. Очистка газов в электрическом поле сил.
27. Фильтрование. Вакуум- фильтры и фильтрующие центрифуги.
28. Рукавные фильтры для фильтрации газов.
29. Мокрая очистка газов. Принципы мокрой очистки и основные аппараты.
30. Выбор аппаратов для разделения неоднородных систем.
31. Механизм передачи тепла в твердом теле, жидкости и газе.
32. Температурное поле и температурный градиент. Закон Фурье.
33. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности и граничные условия.
34. Распространение теплоты теплопроводностью в плоской однослойной и многослойной стенке.
35. Распространение теплоты теплопроводностью в цилиндрической стенке.
36. Теплопередача через плоскую стенку. Теплопередача через ребристую поверхность.
37. Теплопередача через цилиндрическую стенку.
38. Уравнение Ньютона, движения, энергии, сплошности. Динамический и тепловой пограничный слой. Условия однозначности и граничные условия.
39. Критериальные уравнения конвективного теплообмена
40. Теория пленочной конденсации Нуссельта.
41. Теплообмен при конденсации движущегося пара на пакете горизонтальных труб.
42. Диффузионные процессы при конденсации парогазовых смесей.
43. Теплообмен при кипении. Кривая Нукияма.
44. Критический тепловой поток при кипении. Формула Кутателадзе для определения 1-го критического теплового потока.
45. Критический тепловой поток при кипении недогретой жидкости.
46. Механизм теплообмена при пузырьковом режиме кипения. Критериальная зависимость Лабунцова.
47. Влияние скорости жидкости на интенсивность теплообмена при кипении.
48. Способы интенсификации теплообмена при кипении.
49. Основные понятия теории теплового излучения. Интегральное излучение.
50. Законы теплового излучения (Планка, Стефана-Больцмана, Кирхгофа).
51. Теплообмен при излучении между телами, разделенными прозрачной средой.
52. Теплообмен излучением при наличии экранов.
53. Теплоотдача при непосредственном контакте теплоносителей. Конструктивные особенности теплообменных аппаратов.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии», 5 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам: гидромеханические процессы и аппараты, теплообменные процессы и аппараты, включает 4 задания. Выполняется письменно и каждое задание оценивается в 3 балла.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если не выполнены все 4 задания. Оценка составляет **0** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если выполнено 2 задания. Оценка составляет **6** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если выполнены 3 задания. Оценка составляет **7-9** баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если выполнены 4 задания. Оценка составляет 10-12 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

- 1 На малый поршень диаметром 40 мм гидравлического пресса действует сила 589 Н. Пренебрегая потерями, определить силу, с которой действует больший поршень на прессуемое тело, если его диаметр равен 300 мм.
- 2 Определить потери давления на трение при протекании воды температурой 50 °С по латунной трубке с внутренним диаметром 15 мм, длиной 10м. Скорость течения воды 2 м/с, вязкость воды при температуре 50 °С, $\mu=551 \cdot 10^{-6}$ Па с.
- 3 Найти коэффициент теплопроводности плоской стенки площадью 1м², если при толщине стенки $\delta=36$ мм за 1час проходит количество теплоты $Q=450$ КДж при перепаде температур $\Delta t=30$ °С.
- 4 Найти коэффициент теплоотдачи при конденсации насыщенного водяного пара на стенке горизонтальной трубы диаметром $d=40$ мм при атмосферном давлении, если средняя температура поверхности $t=70$ °С, $\nu=0,296 \cdot 10^{-6}$ м²/с; $r=2260$ КДж/кг; $c_p=4230$ Дж/кг К. $Pr=1,76$; $\lambda=0,682$ Вт/м К.

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии», 5семестр

1. Методика оценки.

Задание: Вычислить параметры экологически чистой вытяжной парогазовой трубы, либо параметры наклонного конденсатора. Вариант выдается преподавателем.

Структура и правила оформления:

Расчётно-пояснительная записка(объёмом не менее 20 страниц формата А4) оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 – 2001 «Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и состоит из следующих разделов:

1. Введение.
2. Аналитический обзор (в аналитическом обзоре приводятся сведения о теоретических основах процесса, об общем устройстве и принципе действия заданного аппарата).
3. Расчётная часть (материальный, конструктивный, гидравлический и механический расчёты).
4. Выводы.
5. Библиографический список.

Этапы выполнения и защиты:

1. Курсовая работа (10 – 20 баллов). Начисление баллов за срок выполнения приведено в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Этапы выполнения	Срок выполнения, недели семестра			
	До 7-ой недели	С 7-ой по 13-ую недели	С 13-ой по 16-ую недели	После 16-ой недели
I часть Определение основных габаритов аппарата	5	4	3	2
II часть Гидравлический расчет аппарата		5	4	3
III часть Тепловые расчеты основных узлов аппарата			5	4

Начисление баллов за защиту курсовой работы приведено в таблице 1.2

Таблица 1.2

Защита (при ответах на 3 вопроса)	Срок защиты	
	В течение семестра	После 16-ой недели
3 подробных ответа	5	4
2 подробных ответа и 1 неполный	4	3

1 подробный ответ и 2 неполных	3	2
3 неполных ответа	2	1

Примечание. Курсовая работа не будет защищена, если хотя бы на 1 вопрос нет ответа.

2. Критерии оценки.

- работа считается **не выполненной**, если есть грубые ошибки в расчетах, работа выполнена после 16 недели, при защите работы студент не знает как исправить ошибки в расчетах, оценка составляет 0 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если при выполнении этапы выполнены не в срок, допущены ошибки в расчетах, при защите студент не знает как исправить ошибки, дает неполные ответы на некоторые вопросы, оценка составляет 10-13 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если есть ошибки в расчетах, в процессе защиты студент исправляет ошибки, оценка составляет 14-16 баллов.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если выполнены правильно (с некоторыми недочетами) и в срок все расчеты и работа защищена до 16-й недели, оценка составляет 17-20 баллов.

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем курсовой работы.

Задание 1. Определение параметров экологически чистой вытяжной парогазовой трубы (по вариантам).

Таблица 4.1

№ варианта	Параметры вытяжной трубы				G 10 ³ , м ³ /час	Сод.возд уха в паровоздушн ой смеси, % масс.	t _{пг} , °С	Темпер. воздуха внутри цеха, °С	Темпер атура наружн ого воздух а, °С	Скорос ть воздух а на улице, м/с
	D, м	δ ₂ , мм	L ₁ , м	L ₂ , м						
1	0,6	6	5	45	8	2	90	10	-5	5
2	0,6	5	6	50	9	3	85	15	-10	10
3	0,6	6	5	55	10	4	95	10	-15	15
4	0,6	5	6	45	11	5	90	15	-20	5
5	0,7	6	5	55	11	6	85	10	-5	10
6	0,7	5	6	50	13	7	95	15	-10	15
7	0,7	6	5	45	14	8	90	10	-15	5
8	0,7	5	6	50	15	9	85	15	-20	10
9	0,8	6	5	55	15	10	95	10	-5	15
10	0,8	5	6	45	17	2	85	15	-10	5
11	0,8	6	5	50	19	3	95	10	-15	10
12	0,8	5	6	55	21	4	90	15	-20	15
13	0,9	6	5	45	20	5	95	10	-5	5
14	0,9	5	6	55	23	6	90	15	-10	10
15	0,9	6	5	50	26	7	100	10	-15	15
16	1,0	5	6	45	22	8	110	15	-20	5
17	1,0	6	5	50	24	9	115	10	-5	10

Примечание: D – наружный диаметр трубы; δ_2 –толщина стенки трубы; L_1 – высота трубы над кровлей; L_2 – высота трубы под кровлей; G - расход паровоздушной смеси при температуре процесса; $t_{пт}$ – температура парогазовой (паровоздушной смеси).

Задание 2. Расчет конденсатора наклонного типа (по вариантам)

Таблица 4.2

№ варианта.	Параметры конденсатора				
	Скорость охл. воды в трубах, u_v , м/с	Темп.охл. воды на входе в конденсатор, θ , °C	Диаметр трубок конденсатора, мм.	материал трубок	Длина трубок, м
1	0,5	5	16x1,5	нерж. сталь	1,5
2	0,6	10	20x1,5	–/–/–	2,0
3	0,7	15	25x2	–/–/–	2,5
4	0,8	20	30x2	–/–/–	3,0
5	0,9	5	32x2	–/–/–	1,5
6	1,0	10	16x1,5	–/–/–	2,0
7	0,5	15	20x1,5	–/–/–	2,5
8	0,6	20	25x2	–/–/–	3,0
9	0,7	5	30x2	мельхиор	1,5
10	0,8	10	32x2	–/–/–	2,0
11	0,9	15	16x1,5	–/–/–	2,5
12	1,0	20	20x1,5	–/–/–	3,0
13	0,5	5	25x2	–/–/–	1,5
14	0,6	10	30x2	–/–/–	2,0
15	0,7	15	30x2	–/–/–	2,5
16	0,8	20	16x1,5	–/–/–	3,0
17	0,9	5	20x1,5	–/–/–	1,5

5. Перечень вопросов к защите курсовой работы.

1. Какие режимы течения тонких пленок жидкости вы знаете?
2. Как определить режим течения пленки конденсата внутри парогазовой трубы?
3. Как определить режим течения парогазовой смеси в трубе?
4. Что такое температурный напор?
5. Почему используется наклонный конденсатор?