

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.06.2024 17:39:25  
Уникальный программный ключ:  
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82473

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт химических технологий и промышленной экологии  
Кафедра Энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Процессы и аппараты химической технологии

Уровень образования	бакалавриат
Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Нанотехнологии полимерных материалов
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма(-ы) обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 9 от 15.03.2024.

Разработчик(и) рабочей программы учебной дисциплины:

1. доцент В.С. Салтыкова
  2. ст. преподаватель Т.А. Новикова
  3. ст. преподаватель М.З. Цинцадзе
- Заведующий кафедрой: О. И. Седяров

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» изучается в пятом и шестом семестрах.

Курсовая работа – предусмотрена в шестом семестре.

- 1.1. Форма промежуточной аттестации: пятый семестр - зачет.  
шестой семестр – зачет с оценкой.

Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к обязательной части.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

- Математика,
- Физическая химия,

Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

- Моделирование химико-технологических процессов.
- Общая химическая технология,
- Системы управления химико-технологическими процессами.

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями изучения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» являются:

- формирование научного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития производственно-технологической деятельности в области химических технологий;
- формирование системы знаний о основных аппаратах и процессах химических технологий при решении профессиональных вопросов;
- изучение и ознакомление с принципом действия типовых аппаратов, тенденциями их совершенствования и создания новых аппаратов;
- обучение методам анализа и расчета основных процессов химической технологии;
- приобретение интереса к истории развития и достижениям в области процессов и аппаратов химических технологий;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей обучающихся в процессе изучения дисциплины; приобретение современных научных взглядов, идей в ходе работы с различными источниками информации;
- использование при выполнении практических заданий по процессам и аппаратам химической технологии методов сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно-следственных связей, формулирование выводов для изучения различных сторон технологических процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере.
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине;

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p>	<p>ИД-ОПК-4.1 Анализ основных процессов химических производств и принципов действия аппаратов для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>ИД-ОПК-4.2 Использование технических средств измерения для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции химических производств</p> <p>ИД-ОПК-4.4 Управление параметрами технологического процесса при изменении свойств сырья</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Употребляет общие понятия и законы в областях основных процессов химической технологии.</li> <li>– Использует классификацию основных типов оборудования, агрегатов, установок, используемых в химической технологии.</li> <li>– Применяет методы измерения характеристик основных параметров химико-технологических процессов.</li> <li>– Использует методы технического контроля и готовой продукции в процессе производства продукции для химических производств.</li> <li>– Осуществляет контроль за ведением технологического процесса, качеством сырья и продукции.</li> <li>– Имеет практический опыт обоснованного выбора приборов и оборудования для измерения параметров процессов химической технологии.</li> <li>– Применяет навыки общей оценки параметров химико-технологического процесса и принимает решения по безопасному управлению технологическими процессами с целью обеспечения качества продукции.</li> </ul>

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	6	з.е.	192	час.
---------------------------	---	------	-----	------

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

Структура и объем дисциплины									
Объем дисциплины по семестрам	Форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час		
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/ курсовой проект	самостоятельная работа обучающегося, час	промежуточная аттестация, час
5 семестр	зачет	64	16		32			16	
6 семестр	Зачет с оценкой, Курсовая работа	128	34	16	16			62	
Всего:	зачет с оценкой, курсовая работа	192	50	16	48			78	

## 3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
<b>Пятый семестр</b>							
ОПК-4: ИД-ОПК-4.1 ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4	<b>Раздел I. Основы гидрогазодинамики. Гидростатика и гидродинамика.</b>	х	х	х	х	8	Формы текущего контроля по разделу I: 1. контрольные работы. 2. защита лабораторных работ. 3. индивидуальное домашнее задание.
Тема 1.1 Свойства жидкостей и газов. Методы определения и расчета. Таблицы, номограммы. Свойства смесей.	1				х		
Тема 1.2 Гидростатическое давление размерность, приборы для замера давлений. Основное уравнение гидростатики. Практическое применение уравнения гидростатики.	2				х		
Тема 1.3. Основные понятия: скорость движения, расход жидкости (газа). Уравнение неразрывности потока. Режимы движения. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.	2				х		
Тема 1.4. Уравнение Бернулли для реальной жидкости (газа). Уравнение энергетического баланса потока.	1				х		
Тема 1.5. Потерянный напор. Приборы для замера скоростей, расходов жидкости, (газа). Расчет трубопровода.	2				х		
Тема 1.6. Гидромашины. Классификация насосов, компрессоров. Параметры работы гидромашин. Схемы и принцип действия гидромашин.	2				х		
Лабораторная работа № 1.1			2		х		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Определение плотности смесей жидкостей экспериментально и аналитически.						
	Лабораторная работа № 1.2 Определение гидростатического давления.			4		x	
	Лабораторная работа № 1.3 Определение режима движения жидкости.			4		x	
	Лабораторная работа № 1.4 Определение потерь напора в трубопроводе.			4		x	
	Лабораторная работа № 1.5 Изучение работы струйного насоса.			4		x	
	Лабораторная работа № 1.6 Определение коэффициента расхода при истечении жидкости через насадки			4		x	
ОПК-4: ИД-ОПК-4.1 ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4	<b>Раздел II. Разделение неоднородных систем</b>	x	x	x	x	4	Формы текущего контроля по разделу II: 1. контрольная работа 2. защита лабораторных работ.
	Тема 2.1	2				x	
	Тема 2.2	2				x	
	Лабораторная работа № 2.1 Разделение сточных вод. Аппаратурное оформление процесса (макет)			4		x	
	Лабораторная работа № 2.2 Разделение газовых выбросов. Аппаратурное оформление процесса (макет)			2		x	
	<b>Раздел III. Гидродинамика зернистого слоя материала</b>	x	x	x	x	4	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Тема 3.1. Взаимодействие потока газа (жидкости) со слоем зернистого материала. Критические скорости. Диаграмма псевдооживления.	2				х	по разделу III: 1. защита лабораторных работ.
	Лабораторная работа № 3.1 Изучение гидродинамики зернистого слоя материала.			4		х	
	Зачет	х	х	х	х	х	
	<b>ИТОГО за пятый семестр</b>	16	х	32	х	16	Устный опрос по билетам
	<b>Шестой семестр</b>						
ОПК-4: ИД-ОПК-4.1 ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4	<b>Раздел IV. Тепломассообменные процессы. Выпаривание.</b>	х	х	х	х	22	Формы текущего контроля по разделу IV: 1. контрольные работы.
	Тема 4.1 Теплообмен. Типы теплообменных процессов. Движущая сила теплообмена. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности и факторы, влияющие на его значение.	2				х	
	Тема 4.2 Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана. Коэффициент излучения и факторы, влияющие на его значение.	1				х	
	Тема 4.3 Теплоотдача. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи и факторы, влияющие на его значение. Методы определения коэффициента.	1				х	
	Тема 4.4	2				х	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Сложный вид теплообмена. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи и факторы, влияющие на его значение.						
	Тема 4.5 Теплообменная аппаратура.	2				x	
	Тема 4.6 Выпаривание. Уравнение материального баланса процесса. Аппаратурное оформление.	2				x	
	Практическое занятие 4.1 Расчет рекуперативного теплообменника.		2				
	Практическое занятие 4.2 Расчет выпарного аппарата.		2				
ОПК-4: ИД-ОПК-4.1 ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4	<b>Раздел V. Массообменные процессы.</b>	x	x	x	x	22	Формы текущего контроля по разделу V: 1. контрольные работы 2. защита лабораторных работ.
	Тема 5.1 Массообмен. Движущая сила массопереноса. Законы молекулярной и конвективной диффузии. Массопроводность. Уравнение процесса.	2					
	Тема 5.2 Массопередача. Схема процесса и уравнение процесса. Коэффициент массопередачи теплопередачи и факторы, влияющие на его значение.	2					
	Тема 5.3 Перегонка. Способы перегонки. Дистилляция, схема установок.	2					
	Тема 5.4	2					



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Ректификация. Уравнение Рауля. Материальный баланс процесса. построение рабочей линии.						
	Тема 5.5 Расчет габаритных размеров колонны. Аппаратурное оформление процесса.	2					
	Тема 5.6 Абсорбция. Уравнение Генри. Равновесная и рабочая линии процесса.	2					
	Тема 5.7 Определение габаритных размеров абсорбера. Аппаратурное оформление процесса.	2					
	Тема 5.8 Сушка материалов. Влажность материалов. Уравнение материального баланса процесса. Движущая сила. Статика и динамика процесса сушки.	2					
	Тема 5.9 Скорость процесса и факторы, влияющие на ее значение. Кривые сушки и скорости сушки.	2					
	Тема 5.10 Сушильные варианты. Графический метод расчета теоретического и действительного процессов сушки. Аппаратурное оформление процесса.	2					
	Тема 5.11 Адсорбция. Теории процесса адсорбции. Изотерма сорбции. Аппаратурное оформление процесса.	2					
	Тема 5.12	2					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Рекуперация. Схема и принцип работы рекуперационной установки.						
	Лабораторная работа 5.1 Изучение работы ректификационной установки.			4			
	Лабораторная работа 5.2 Изучение устройства и принципы работы абсорберов (макеты).			4			
	Лабораторная работа 5.3 Изучение процесса конвективной сушки. Аппаратурное оформление процесса (макеты).			4			
	Лабораторная работа 5.4 Изучение устройства и принципа работы адсорберов.			4			
	Практическое занятие 5.1 Расчет ректификационной колонны.		4				
	Практическое занятие 5.2 Расчет барботажных абсорберов.		2				
	Практическое занятие 5.3 Расчет теплового процесса сушки.		2				
	Практическое занятие 5.4 Расчет барабанной сушилки.		2				
	Практическое занятие 5.5 Расчет скорости осаждения частиц.		2				
	Выполнение курсовой работы	х	х	х	х	18	Защита курсовой работы
	Зачет с оценкой	х	х	х	х	х	Устный опрос по билетам
	<b>ИТОГО за 6 семестр</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	х	<b>62</b>	
	<b>ИТОГО за весь период</b>	<b>50</b>	<b>16</b>	<b>48</b>	х	<b>78</b>	

## 3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
<b>Раздел I</b>	<b>Основы гидрогазодинамики. Гидростатика и гидродинамика.</b>	
Тема 1.1	Свойства жидкостей и газов. Методы определения и расчета. Таблицы, номограммы. Свойства смесей.	Плотность и удельный вес. Вязкость. Кинематический коэффициент вязкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Поверхностное натяжение. Чистые вещества и смеси. Прочность, пластичность смесей.
Тема 1.2	Гидростатическое давление размерность, приборы для замера давлений. Основное уравнение гидростатики. Практическое применение уравнения гидростатики.	Понятие гидростатического давления. Свойства давления. Сила давления. Абсолютное, вакуумметрическое, абсолютное давление. Абсолютный и относительный покой. Силы, действующие на жидкость (массовые и поверхностные). Закон Паскаля. Гидростатический парадокс. Система сообщающихся сосудов.
Тема 1.3	Основные понятия: скорость движения, расход жидкости (газа). Уравнение неразрывности потока. Режимы движения. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.	Понятие средней (осредненной) скорости. Массовый объемный расход. Смоченный периметр, живое сечение. Напорное и безнапорное движение, примеры. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Значения чисел Рейнольдса. Физический смысл критерия. Понятие идеальной жидкости. Удельная энергия жидкости (потенциальная и кинетическая). Пьезометрический и статический напор.
Тема 1.4	Уравнение Бернулли для реальной жидкости (газа). Уравнение энергетического баланса потока.	Понятие реальной жидкости. Практическое применение уравнения Бернулли. Закон сохранения энергии и его связь с уравнением Бернулли. Потери напора на трение. Местные сопротивления.
Тема 1.5	Потерянный напор. Приборы для замера скоростей, расходов жидкости, (газа). Расчет трубопровода.	Простые и сложные трубопроводы. Расчет простого трубопровода постоянного сечения. Расчет сложного трубопровода. Расчет трубопроводов для газов.
Тема 1.6	Гидромашины. Классификация насосов, компрессоров. Параметры работы гидромашин. Схемы и принцип действия гидромашин.	Основные параметры работы насосов (производительность, напор, кпд). Высота всасывания. Типы поршневых насосов. Характеристики поршневых насосов (производительность). Неравномерность подачи и воздушные колпаки. Регулирование и обслуживание поршневых насосов. Центробежные, поршневые турбокомпрессоры, схемы и принцип действия. Поршневые, ротационные, струйные вакуумные насосы, схемы, принцип действия.
<b>Раздел II</b>	<b>Разделение неоднородных систем</b>	
Тема 2.1	Разделение неоднородных смесей. Классификация смесей.	Суспензии, Эмульсии, Пены, пыли, туманы, определения, классификация.
Тема 2.2	Способы разделения неоднородных смесей. Аппаратурное оформление процесса.	Методы разделения: осаждение, фильтрование, мокрое разделение. Устройство отстойников, теория фильтрования, устройство центрифуг.
<b>Раздел III</b>	<b>Гидродинамика зернистого слоя материала</b>	
Тема 3.1	Взаимодействие потока газа (жидкости) со слоем	Гидродинамика неподвижного слоя. Зависимость высоты слоя от скорости сплошной фазы. Гидродинамика

	зернистого материала. Критические скорости. Диаграмма псевдооживления.	кипящего (псевдооживленного) слоя. Конструкции аппаратов с псевдооживленным слоем. Колонный экстрактор с псевдооживленным слоем
<b>Раздел IV</b>	<b>Тепломассообменные процессы. Выпаривание.</b>	
Тема 4.1	Теплообмен. Типы теплообменных процессов. Движущая сила теплообмена. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности и факторы, влияющие на его значение.	Основы теплопередачи. Уравнение теплового баланса. Определение тепловой нагрузки при нагревании и охлаждении без изменения агрегатного состояния. Уравнения передачи тепла. Передача тепла через стенку.
Тема 4.2	Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана. Коэффициент излучения и факторы, влияющие на его значение.	Лучеиспускание, общие сведения. Понятия абсолютно черного, белого и прозрачного тела. Закон Кирхгофа. Лучеиспускание газов. Закон Вина.
Тема 4.3	Теплоотдача. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи и факторы, влияющие на его значение. Методы определения коэффициента.	Дифференциальное уравнение теплоотдачи. Критерий Нуссельт. Коэффициент теплоотдачи и его связь с коэффициентом теплопередачи. Конвективный теплообмен. Естественная конвекция.
Тема 4.4	Сложный вид теплообмена. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи и факторы, влияющие на его значение.	Температурное поле. Тепловой поток. Передача теплоты через плоскую стенку. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.
Тема 4.5	Теплообменная аппаратура.	Устройство теплообменных аппаратов. Классификация по способу передачи тепла (поверхностные, регенеративные, смешительные). Типы поверхностных теплообменников. Определение тепловой нагрузки и расхода нагревающих или охлаждающих агентов. Определение среднего температурного напора. Определение сечений для прохода теплоносителей, поверхности теплообмена и основных размеров теплообменников. Определение коэффициента теплопередачи.
Тема 4.6	Выпаривание. Уравнение материального баланса процесса. Аппаратурное оформление.	Способы выпаривания. Устройство и эксплуатация выпарных аппаратов. Многокорпусные выпарные установки. Выпарные установки с тепловым насосом.
<b>Раздел V</b>	<b>Массообменные процессы</b>	
Тема 5.1	Массообмен. Движущая сила массопереноса. Законы молекулярной и конвективной диффузии. Массопроводность. Уравнение процесса.	Общие сведения о массообменных процессах (абсорбция, ректификация, адсорбция и сушка). Способы выражения состава фаз. Равновесие между фазами. Материальный баланс процессов массообмена.
Тема 5.2	Массопередача. Схема процесса и уравнение процесса. Коэффициент	Уравнение массопередачи. Конвективная диффузия. Подобие процессов массопередачи. Средняя движущая

	массопередачи теплопередачи и факторы, влияющие на его значение.	сила и методы расчета процессов массопередачи. Определение числа единиц переноса.
Тема 5.3	Перегонка. Способы перегонки. Дистилляция, схема установок.	Простая перегонка (с дефлегмацией и без дефлегмации). Специальные виды перегонки (перегонка с водяным паром, экстрактивная и азеотропная, молекулярная).
Тема 5.4	Ректификация. Уравнение Рауля. Материальный баланс процесса. Построение рабочей линии.	Основные свойства смесей жидкостей и их паров. Идеальные смеси. Диаграмма р-х для идеальной смеси. Смеси жидкостей, нерастворимых друг в друге. Минимальное и рабочее флегмовое число.
Тема 5.5	Расчет габаритных размеров колонны. Аппаратурное оформление процесса ректификации.	Схемы ректификационных установок (периодического и непрерывного действия). Непрерывная ректификация. Устройство ректификационных аппаратов.
Тема 5.6	Абсорбция. Уравнение Генри. Равновесная и рабочая линии процесса.	Общие сведения о процессе абсорбции. Физические основы процесса абсорбции.
Тема 5.7	Определение габаритных размеров абсорбера. Аппаратурное оформление процесса.	Схемы абсорбционных установок (с рециркуляцией поглотителя, с последовательным соединением). Определение основных размеров насадочных абсорберов.
Тема 5.8	Сушка материалов. Влажность материалов. Уравнение материального баланса процесса. Движущая сила. Статика и динамика процесса сушки.	Конвективная и контактная сушка. Кривые равновесной влажности. Статика сушки. Абсолютная и относительная влажность. Влагосодержание.
Тема 5.9	Скорость процесса и факторы, влияющие на ее значение. Кривые сушки и скорости сушки.	Кинетика сушки. Период постоянной скорости, период падающей скорости.
Тема 5.10	Сушильные варианты. Графический метод расчета теоретического и действительного процессов сушки. Аппаратурное оформление процесса сушки.	Конвективные сушилки (барабанные , ленточные, петлевые). Распылительные сушилки, сушилки с кипящим слоем. Контактные сушилки (вакуум-сушильные шкафы, вальцовые сушилки и т.д.). Расчет барабанных, распылительных сушилок. Специальные способы сушки (радиационная, ТВЧ).
Тема 5.11	Адсорбция. Теории процесса адсорбции. Изотерма сорбции. Аппаратурное оформление процесса.	Основные положения. Равновесие между фазами. Материальный баланс процесса адсорбции. Типы адсорберов (с неподвижным зернистым адсорбентом, с движущимся зернистым адсорбентом, с кипящим слоем). Расчет адсорберов.
Тема 5.12	Рекуперация. Схема и принцип работы рекуперационной установки.	Виды рекуператоров (пластинчатый, роторный).

### 3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лекциям, лабораторным занятиям, зачету;
- изучение учебных пособий;
- изучение разделов/тем, невыносимых на лекции самостоятельно;
- подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним;
- изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;
- подготовка к контрольной работе,
- выполнение курсовой работы;
- подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра;
- создание презентаций по изучаемым темам.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение консультаций перед зачетом по необходимости;
- консультации по организации самостоятельного изучения отдельных разделов/тем, базовых понятий учебных дисциплин профильного/родственного бакалавриата, которые формировали ОПК и ПК, в целях обеспечения преемственности образования.

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

№ пп	Наименование раздела /темы дисциплины, выносимые на самостоятельное изучение	Задания для самостоятельной работы	Виды и формы контрольных мероприятий (учитываются при проведении текущего контроля)	Трудоемкость, час
<b>5 семестр</b>				
<b>Раздел I</b>	<b>Основы гидрогазодинамики. Гидростатика и гидродинамика.</b>			
Тема 1.1	Свойства жидкостей и газов. Методы определения и расчета. Таблицы, номограммы. Свойства смесей.	Составить графики, диаграммы	устное собеседование по результатам выполненной работы	2
Тема 1.2	Гидростатическое давление размерность, приборы для замера давлений. Основное уравнение гидростатики. Практическое применение уравнения гидростатики.	Конспект первоисточника, подготовить информационное сообщение	устное собеседование по результатам выполненной работы	2

Тема 1.3	Основные понятия: скорость движения, расход жидкости (газа). Уравнение неразрывности потока. Режимы движения. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.	Конспект первоисточника, подготовить информационное сообщение	устное собеседование по результатам выполненной работы	2
Тема 1.5	Потерянный напор. Приборы для замера скоростей, расходов жидкости, (газа). Расчет трубопровода.	Конспект первоисточника, выполнение индивидуального домашнего задания	устное собеседование по результатам выполненной работы, контроль выполненных работ в текущей аттестации	1
Тема 1.6	Гидромашины. Классификация насосов, компрессоров. Параметры работы гидромашин. Схемы и принцип действия гидромашин.	Подготовить информационное сообщение; составить схемы, иллюстрации (рисунков).	устное собеседование по результатам выполненной работы	1
<b>Раздел II</b>	<b>Разделение неоднородных систем</b>			
Тема 2.1	Разделение неоднородных смесей. Классификация смесей.	Подготовить информационное сообщение; составить схемы. Решение задач.	устное собеседование по результатам выполненной работы	2
Тема 2.2	Способы разделения неоднородных смесей. Аппаратурное оформление процесса.	Подготовить информационное сообщение; составить схемы, иллюстрации (рисунков).	устное собеседование по результатам выполненной работы	2
<b>Раздел III</b>	<b>Гидродинамика зернистого слоя материала</b>			
Тема 3.2	Взаимодействие потока газа (жидкости) со слоем зернистого материала. Критические скорости. Диаграмма псевдооживления.	Изучение графиков, диаграмм.	устное собеседование по результатам выполненной работы	4
	<b>6 семестр</b>			
<b>Раздел IV</b>	<b>Тепломассообменные процессы. Выпаривание.</b>			
Тема 4.5	Теплообменная аппаратура. Расчет теплообменника.	Подготовить информационное сообщение; составить схемы, иллюстрации (рисунков). Решение задач.	устное собеседование по результатам выполненной	11

			работы, контроль выполненных работ в текущей аттестации	
Тема 4.6	Выпаривание. Уравнение материального баланса процесса. Аппаратурное оформление. Расчет выпарного аппарата.	Подготовить информационное сообщение; составить схемы, иллюстрации (рисунков). Решение задач.	устное собеседование по результатам выполненной работы, контроль выполненных работ в текущей аттестации	11
<b>Раздел V</b>	<b>Массообменные процессы</b>			
Тема 5.3	Перегонка. Способы перегонки. Дистилляция, схема установок.	Подготовить информационное сообщение; составить схемы, иллюстрации (рисунков).	устное собеседование по результатам выполненной работы	4
Тема 5.5	Расчет габаритных размеров колонны. Аппаратурное оформление процесса ректификации.	Подготовить информационное сообщение; составить схемы, иллюстрации (рисунков). Решение задач.	устное собеседование по результатам выполненной работы, контроль выполненных работ в текущей аттестации	4
Тема 5.9	Скорость процесса и факторы, влияющие на ее значение. Кривые сушки и скорости сушки.	Изучение графиков, диаграмм.	устное собеседование по результатам выполненной работы	4
Тема 5.10	Сушильные варианты. Графический метод расчета теоретического и действительного процессов сушки. Аппаратурное оформление процесса сушки.	Подготовить информационное сообщение; составить схемы, иллюстрации (рисунков).	устное собеседование по результатам выполненной работы	5
Тема 5.11	Адсорбция. Теории процесса адсорбции. Изотерма сорбции. Аппаратурное оформление процесса.	Подготовить информационное сообщение; составить схемы, иллюстрации (рисунков).	устное собеседование по результатам выполненной работы	5



### 3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины/учебного модуля электронное обучение и дистанционные образовательные технологии не применяются.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

##### 4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции(й).

Уровни сформированности компетенции(-й)	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности		
			универсальной(-ых) компетенции(-й)	общепрофессиональной(-ых) компетенций	профессиональной(-ых) компетенции(-й)
				ОПК-4: ИД-ОПК-4.1 ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4	
высокий	85 – 100	зачтено (отлично)		<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения;</li> <li>– показывает аналитические способности в понимании, изложении и практическом использовании основных законов химической технологии;</li> <li>– дополняет теоретическую информацию сведениями исследовательского характера;</li> <li>– свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе;</li> </ul>	

				дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные.	
повышенный	65 – 84	зачтено (хорошо)		<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает основные понятия химической технологии;</li> <li>– анализирует изученный материал с незначительными пробелами;</li> <li>– допускает единичные негрубые ошибки;</li> <li>– достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе;</li> <li>– правильно применяет теоретические положения при решении практических задач движения жидкостей и газов, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами;</li> </ul> <p>ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей.</p>	
базовый	41 – 64	зачтено (удовлетворительно)		<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП;</li> </ul>	

				<ul style="list-style-type: none"> <li>– с неточностями излагает принятые в химико-технологических процессах формулировки;</li> <li>– демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по химической технологии и аппаратурному оформлению;</li> <li>– ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.</li> </ul>	
низкий	0 – 40	не зачтено (неудовлетворительно)	Обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материала по основным процессам химической технологии, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации;</li> <li>– испытывает серьезные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приемами;</li> <li>– не способен использовать основные положения технологии при решении частных вопросов инженерной практики;</li> <li>– не владеет основными положениями учения о равновесии и движении жидкостей и газов;</li> <li>– выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя;</li> <li>– ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.</li> </ul>		

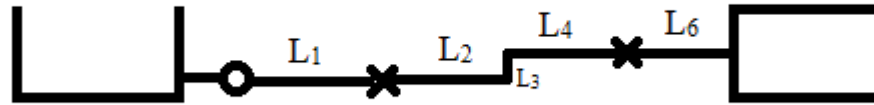
## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

### 5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
1	<p><b>5 семестр</b></p> <p><b>Вопросы для защиты лабораторных работ</b> по разделам «Основы гидрогазодинамики. Гидростатика и гидродинамика», «Разделение неоднородных систем», «Гидродинамика зернистого слоя материала»</p>	<p><b>Определение плотности смесей жидкостей экспериментально и методом расчета</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Плотность, размерность.</li> <li>2. Факторы, влияющие на значение плотности.</li> <li>3. Экспериментальные методы определения плотности жидкости.</li> <li>4. Аналитический метод определения плотности жидкости и их смесей.</li> <li>5. Расчет плотности газов.</li> </ol> <p><b>Определение потерь напора в трубопроводе</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называется идеальной жидкостью.</li> <li>2. Что называется реальной жидкостью.</li> <li>3. Массовая скорость, определение и размерность.</li> <li>4. Уравнение неразрывности потока.</li> <li>5. Объемный расход жидкости, уравнение расхода.</li> </ol> <p><b>Изучение работы струйного насоса</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принцип работы струйного насоса.</li> <li>2. Достоинства и недостатки струйных насосов.</li> <li>3. Область применения струйных насосов.</li> <li>4. Что такое эжекция и инжекция.</li> <li>5. Характеристики струйного насоса: производительность, высотавсасывания, высота нагнетания, коэффициент инжекции и к.п. д.</li> </ol> <p><b>Разделение сточных вод аппаратурное оформление процесса (Макеты)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Неоднородные системы, типы систем</li> </ol>	<p>ОПК-4 ИД-ОПК-4.1 ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Что такое осаждение, отстаивание.</li> <li>3. Схема работы отстойника непрерывного действия с гребковой мешалкой, его достоинства и недостатки.</li> <li>4. Что такое фильтрование и какова схема процесса фильтрования .</li> <li>5. Схема работы фильтр-прессов, их достоинства и недостатки.</li> </ol> <p><b>Определение коэффициентов расхода при истечении жидкости из насадков</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что принимается за отверстие.</li> <li>2. Особенности при истечении жидкости через отверстие.</li> <li>3. Теоретическая скорость истечения, расчет.</li> <li>4. Коэффициент скорости, сжатия струи, расхода.</li> <li>5. Действительный расход жидкости при истечении через отверстие.</li> </ol> <p><b>Изучение гидродинамики зернистого слоя материала</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое кипящий (псевдооживленный зернистый слой).</li> <li>2. Объяснить кривую псевдооживления.</li> <li>3. Что такое скорость псевдооживления и скорость уноса.</li> <li>4. От чего зависит значение скорости псевдооживления и уноса.</li> <li>5. Что такое порозность слоя? В каких пределах изменяется порозность взвешенного слоя.</li> </ol>	
2	<p><b>Индивидуальное домашнее задание по теме « Потерянный напор. Приборы для замера скоростей, расходов жидкости, (газа). Расчет трубопровода»</b></p>	<p>Рассчитать полный напор для трубопровода, состоящего из четырех горизонтальных и одного вертикального участков.  Давление в источнике 1 атм., в приемнике 1,8+0,1N атм.  Длина <math>L_1 = L_2 = 80 + 2N</math> м, <math>L_4 = L_6 = 63 + N</math> м, <math>L_3 = 8</math> м.  Производительность трубопровода: 5100+10N кг/ч. По трубопроводу движется жидкость - вода.  Температура воды <math>t = 27 + 2N</math> °С.  Коэффициент входа = 0,5  Коэффициент выхода = 1  Коэффициент крана = 2  Коэффициент поворота = 1,6  Диаметр трубы 38x2,5 мм</p>	<p>ОПК-4  ИД-ОПК-4.1  ИД-ОПК-4.2  ИД-ОПК-4.4</p>



Напор выразить в метрах воды при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

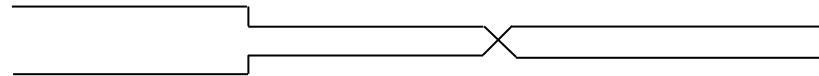
3

**Контрольные работы по разделам «Основы гидродинамики Гидростатика и гидродинамика», «Разделение неоднородных систем»**

**Контрольная работа «Динамика»**

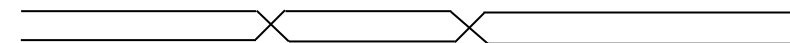
**№1**

1. Коэффициент трения, как определяется и от чего зависит.
2. Определить диаметр и потери за счет сил трения. Длина трубопровода 250 м. Расход воды  $36\text{ м}^3/\text{ч}$ . Скорость движения  $1,1\text{ м/с}$ , плотность воды  $1000\text{ кг/м}^3$ , вязкость  $1,005 \cdot 10^{-3}\text{ Па}\cdot\text{с}$ .
3. Построить диаграмму Бернулли по потерям (схематически). Размеры каналов в соответствии со схемой



**№2**

1. Потери напора за счет местных сопротивлений. Что относится к местным сопротивлениям. Расчет
2. Рассчитать расход воды в трубопроводе диаметром  $38 \times 2,5\text{ мм}$ , скорость движения  $0,5\text{ м/с}$ . Длина трубопровода 300 м. Определить потери напора за счет сил трения. Плотность воды  $1000\text{ кг/м}^3$ , вязкость  $1,005\text{ Па}\cdot\text{с} \cdot 10^{-3}$ .
3. Построить диаграмму Бернулли по потерям (схематически). Размеры каналов в соответствии со схемой

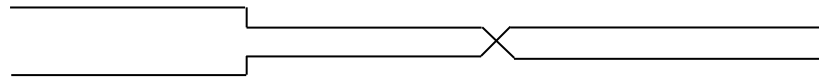


**№3**

1. Гидравлическое сопротивление. Составные части.

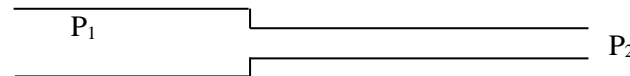
ОПК-4  
ИД-ОПК-4.1  
ИД-ОПК-4.2  
ИД-ОПК-4.4

2. Рассчитать потерянный напор для трубопровода длиной 50 м, диаметром 50мм. Скорость движения 0,8 м/с. Расход воды 7,2 м<sup>3</sup>/ч. Плотность воды 1000 кг/м<sup>3</sup>, вязкость  $1 \cdot 10^{-3}$  Па\*с. На трубопроводе имеются местные сопротивления: вход  $\xi_{\text{вх}} = 0,5$ ; 2 поворота  $\xi_{\text{п}} = 0,5$ ; Вентиль  $\xi_{\text{в}} = 7$ ; выход  $\xi_{\text{вых}} = 1$ .
3. Построить диаграмму Бернулли по потерям (схематически). Размеры каналов в соответствии со схемой



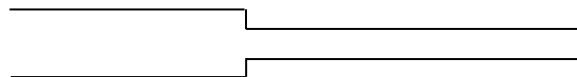
№4

1. Полный гидродинамический напор. Расчет. Формулировка.
2. Рассчитать потерянный напор за счет сил трения в труба диаметром 43х2,5 мм. Длина трубы 32м, скорость движения 1 м/с. Температура воды 60°С. Плотность воды 983 кг/м<sup>3</sup>, вязкость  $0,469 \cdot 10^{-3}$  Па\*с. Потери выразить в Па и  $\mu \text{H}_2\text{O}$ .
3. Построить диаграмму Бернулли по потерям (схематически). Размеры каналов в соответствии со схемой  $P_2 > P_1$



№5

1. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. (формулировка)
2. По трубе диаметром 76х3 мм исходит газ под атмосферным давлением. Можно ли по этой трубе транспортировать тот же газ, но под давлением 5 ат. Скорость газа не меняется, массовый расход тоже. Плотность воздуха 1,2 кг/м<sup>3</sup>.
3. Построить диаграмму Бернулли по потерям (схематически). Размеры каналов в соответствии со схемой



№6

1. Что такое диаграмма Бернулли?



		<p>2. Определить режим движения жидкости в межтрубном пространстве аппарата труба в трубе. Диаметр внутренней трубы 25х2 мм, наружный 51х2,5 мм. Массовый расход жидкости 1150 кг/м<sup>3</sup>, вязкость 1,2*10<sup>-3</sup> Па*с.</p> <p>3. Построить диаграмму Бернулли по потерям (схематически). Размеры каналов в соответствии со схемой</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px;"> <math>\rho=1000 \text{ кг/м}^3</math>  <math>\mu=1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}</math> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px;"> <math>\rho=1126 \text{ кг/м}^3</math>  <math>\mu=6,05 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}</math> </div> </div> <p style="text-align: center;"><b>Контрольная работа «Разделение неоднородных смесей».</b></p> <p style="text-align: center;">1</p> <p>1. Неоднородные системы, их вида.  2. Схема полного скруббера. Принцип работы.</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p>1. Способы разделения неоднородных систем.  2. Скруббер с насадкой. Роль насадки. Степень разделения.</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p>1. Отстаивание. Движущая сила процесса.  2. Пылеосадительная камера. Схемы, принцип действия. Достоинства и недостатки.</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p>1. Отстаивание. Факторы, влияющие на скорость процесса.  2. Сухой циклон. Схема, принцип действия. Достоинства и недостатки.</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p>1. Фильтрование. Движущая сила процесса.  2. Рукавный фильтр. Схема, принцип действия. Достоинства и недостатки.</p>	
	<b>6 семестр</b>		
1.	<b>Вопросы для защиты лабораторных работ по разделу</b>	<p><b>Изучение работы ректификационной установки</b></p> <p>1. Что такое перегонка и перечислить способы перегонки?  2. Диаграмма равновесия x-y для реальных смесей.</p>	<p>ОПК-4  ИД-ОПК-4.1  ИД-ОПК-4.2</p>

<p>«Массообменные процессы»</p>	<p>3. Устройство и работа ректификационной колонны периодического действия.  4. Что такое флегмовое число? Рабочее и минимальное флегмовые числа.  5. Перечислить основные допущения, принятые при рассмотрении работы ректификационной колонны.</p> <p><b>Изучение процесса конвективной сушки материала. Аппаратурное оформление процесса (макеты).</b></p> <p>1. Дать определение процесса сушки.  2. Дать краткую характеристику конвективной сушки. Достоинства и недостатки конвективной сушки.  3. Абсолютная и относительная влажность материала.  4. Виды связи влаги с материалом.  5. Скорость сушки. Скорость сушки первого и второго периодов.</p> <p><b>Изучение устройства и принцип работы абсорберов (макеты).</b></p> <p>1. Что такое абсорбция? Факторы, влияющие на процесс абсорбции.  2. Абсорберы и их классификация. Материальный баланс и уравнение рабочей линии.  3. Назначение насадок. Типы насадок.  4. Требования предъявляемые к насадкам.  5. Что такое барботаж, режимы барботажа</p> <p><b>Изучение устройства и принцип работы адсорберов (макеты).</b></p> <p>1. Дать определение процесса адсорбции. Факторы, влияющие на процесс адсорбции.  2. Перечислить виды адсорбентов и их характеристики.  3. Равновесие в процессе адсорбции. Изотерма сорбции.  4. Дать общие положения теорий адсорбции.  Составить уравнение материального баланса адсорбера периодического действия.</p>	<p>ИД-ОПК-4.4</p>
<p>2. <b>Контрольные работы по разделам</b>  «Теплообменные процессы»</p>	<p><b>Контрольная работа «Ректификация»</b></p> <p>1</p> <p>1. Система ацетон – Н<sub>2</sub>О X<sub>ф</sub>=80%. Что это?  2. Построение рабочей линии процесса непрерывной ректификации.  3. Насадки для чего их используют. Свойства насадок.</p> <p>2</p>	<p>ОПК-4  ИД-ОПК-4.1  ИД-ОПК-4.2  ИД-ОПК-4.4</p>

<p>Выпаривание», «Массообменные процессы»</p>	<p>1. Что означает <math>X_d = 83\%</math> для системы вода – уксусная кислота.  2. Гидравлическое сопротивление колпачковой колонны.  3. Диаграмма равновесия. Изобразить равновесные кривые на одном графике для систем: ацетон – вода, этанол – вода. Давление в колонне <math>P = \text{const}</math>.</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p>1. Что означает <math>X_1 = 12\%</math> для системы вода – уксусная кислота.  2. Способы определения числа тарелок для барботажных колонн.  3. Закон Рауля с объяснением.</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p>1. Что означает <math>X_1 = 8\%</math> для системы ацетон – вода.  2. Равновесие в системе пар-жидкость. Диаграмма равновесия.  3. Дать определение процессу «перегонка». Чем отличается ректификация от дистилляции.</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p>1. Что означает <math>y_f = 7\%</math> для системы ацетон-этанол.  2. Построение рабочей линии процесса непрерывной ректификации.  3. Факторы, влияющие на процесс ректификации.</p> <p style="text-align: center;"><b>Контрольная работа «Сушка»</b></p> <p style="text-align: center;">1</p> <p>1. Что такое процесс сушки?  2. Расчет расхода удаляемой влаги.  3. Удельные тепловые потери на нагрев материала. Расчет.</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p>1. Типы связи влаги с материалом. Какая влага удаляется в процессе сушки.  2. Материальный баланс сушильной камеры.  3. Удельные тепловые потери на нагрев транспортных устройств. Расчет.</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p>1. Виды сушки по способу подвода теплоты. Достоинства, недостатки.  2. Влажность материала. Расчет влажности.  3. Удельные тепловые потери через стенки сушильной камеры.</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p>1. Классификация связей влаги с материалом. Какая влага удаляется в процессе сушки.  2. Основной вариант сушки. Расчет удельного и полного расхода сушильного агента (теоретическая сушка). Диаграмма влажного воздуха.</p> <p style="text-align: center;">5</p>	
---	--	--

1. Контактный способ сушки. Достоинства и недостатки.
2. Удельные тепловые потери (расчет). Каким они могут быть.
3. Условия для теоретического и действительного способа сушки (процесс сушки).

#### **Контрольная работа «Адсорбция»**

1

1. Адсорбция. Определение процесса. Примеры процесса.
2. Основные характеристики адсорбертов.

2

1. Область использования процесса адсорбции.
2. Активность адсорбента. Размерность, типы активности.

3

1. Что такое адсорбат и адсорбент. Привести примеры.
2. Способы проведения процесса.

4

1. Факторы, влияющие на процесс адсорбции. Как?
2. Кольцевой адсорбер. Схема аппарата. Принцип действия.

5

1. Изобразить изотерму адсорбции. Что означает.
2. Процесс адсорбции. Дать определение процессу.

#### **Контрольная работа «Массообмен. Абсорбция»**

1

1. Молекулярная диффузия. Уравнение процесса. Факторы, влияющие на количество переносимого вещества.
2. Область использования процесса абсорбции. Определение процесса абсорбции. привести пример процесса.

2

1. Дать определение массообменному процессу. Общее уравнение массообмена.
2. Гидравлическое сопротивление тарелки колонны (расчет).

3

1. Коэффициент диффузии. Размерность. Физический смысл коэффициента. От чего зависит его значение.

	<p>2. Изобразить схему распылительного абсорбера. Принцип работы. 4</p> <p>1. Конвективная диффузия. Уравнение процесса. Привести пример процесса. 2. Типы барботажных колонн. Привести схемы тарелок. 5.</p> <p>1. Коэффициент конвективной диффузии. Размерность. Физический смысл коэффициента. От чего зависит. Уравнение процесса. 2. Типы колпачков барботажных колонн. Изобразить схемы тарелок.</p>	
--	---	--

#### 5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Защита лабораторной работы (5 и 6 семестры)	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить причинно-следственные связи. Обучающийся демонстрирует глубокие и прочные знания материала по заданным вопросам лабораторной работы, исчерпывающе и последовательно, грамотно и логически стройно его излагает	5 баллов	5
	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения дисциплины; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Обучающийся твердо знает материал по заданным вопросам, грамотно и последовательно его излагает, но допускает несущественные неточности в определениях.	3-4 баллов	4

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос (вопросы), но при этом показано умение выделить причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Обучающийся владеет знаниями только по основному материалу, но не знает отдельных деталей и особенностей, допускает неточности и испытывает затруднения с формулировкой определений.	2 балла	3
	Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы лабораторной работы.	1 балл	2
	Не получены ответы по вопросам лабораторной работы.	0 баллов	2
	Не принимал участия в защите лабораторных работ.	0 баллов	2
Контрольная работа (5 и 6 семестры)	Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов и формул для решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках);	7-8 баллов	5
	Продемонстрировано использование правильных методов и формул при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них;	5-6 баллов	4
	Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют;	3-4 баллов	3
	Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы.	0-2 баллов	2
Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) (5 семестр)	Задание выполнено полностью. Нет ошибок в расчетах. Возможно наличие одной неточности или опiski, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике.	5-6 баллов	5

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	Задание выполнено полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета.	3-4 баллов	4
	Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов.	2 балла	3
	Задание выполнено не полностью. Допущены грубые ошибки в вычислениях.	1 балл	2
	Задание не выполнено.	0 баллов	

## 5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:	Формируемая компетенция
5 семестр Зачет: в устной форме по билетам	<p style="text-align: center;"><b>Билет № 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каким параметром определяется режим движения жидкости или газа?</li> <li>2. Давление, типы давлений. Размерности. Приборы для замера давлений.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Билет № 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Использование псевдоожиненного состояния зернистого материала в промышленности.</li> <li>2. Скорость, расход массовый и объемный. Уравнение неразрывности потока.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Билет № 3</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полный гидродинамический напор.</li> <li>2. Режимы движения жидкости (газа).</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Билет № 4</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Давление жидкости на дно сосуда (уравнение с объяснением).</li> <li>2. На какие явления оказывает влияние характер движения жидкости?</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Билет № 5</b></p>	ОПК-4 ИД-ОПК-4.1 ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Давление жидкости на дно сосуда (уравнение с объяснением).</li> <li>2. Струйные насосы, их типы. Показатели работы струйного насоса.</li> </ol>	
6 семестр Зачет с оценкой: в устной форме по билетам	<p style="text-align: center;"><b>Билет № 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая характеристика процесса адсорбции.</li> <li>2. Уравнение материального баланса адсорбера периодического действия.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Билет № 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сорбенты. Основные их характеристики.</li> <li>2. Теории процесса адсорбции.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Билет № 3</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что используется в качестве адсорбентов.</li> <li>2. Схема горизонтального адсорбера. Схема аппарата, принцип действия по двухфазному методу.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Билет № 4</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорость процесса сушки, кривые скорости.</li> <li>2. Расчет ректификационной колонны.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Билет № 5</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диаграмма равновесия в системе пар-жидкость</li> <li>2. Законы простых теплообменных процессов.</li> </ol>	ОПК-4 ИД-ОПК-4.1 ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Зачет (5 семестр), зачет с оценкой (6 семестр): в устной форме по билетам. Распределение баллов по вопросам билета: 1-й вопрос: 0 – 15 баллов	Обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует знания отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные;</li> <li>– свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в дискуссию;</li> </ul>	24-30 баллов	5



Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
2-й вопрос: 0 – 15 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, направлений по вопросу билета;</li> <li>– логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете;</li> </ul> <p>Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.</p>		
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу;</li> <li>– недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета;</li> <li>– недостаточно логично построено изложение вопроса;</li> </ul> <p>В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.</p>	12 – 23 баллов	4
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки;</li> <li>– не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые.</li> </ul> <p>Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер.</p>	6 – 11 баллов	3
	<p>Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы.</p>	0 – 5 баллов	2

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Наименование оценочного средства	На большую часть дополнительных вопросов по содержанию билета затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.		

### 5.5. Примерные темы курсовой работы:

1. Определить размеры ректификационной колонны для разделения смеси заданного состава.
2. Рассчитать поверхность нагрева греющей камеры выпарного аппарата 2-х корпусной установки.
3. Рассчитать расход теплоты и сушильного агента для сушки.

### 5.6. Критерии, шкалы оценивания курсовой работы:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
защита курсовой работы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– работа выполнена самостоятельно;</li> <li>– собран, обобщен и проанализирован достаточный объем литературных источников;</li> <li>– при написании и защите работы продемонстрированы: высокий уровень сформированности профессиональных компетенций, теоретические знания и наличие практических навыков;</li> <li>– работа правильно оформлена и своевременно представлена на кафедру, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ;</li> <li>– на защите освещены все вопросы исследования, ответы на вопросы профессиональные, грамотные, исчерпывающие, результаты исследования подкреплены статистическими критериями.</li> </ul>	14-18 баллов	5
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– тема работы раскрыта, однако, есть неточности при расчетах;</li> <li>– собран, обобщен и проанализирован необходимый объем профессиональной литературы, но не по всем аспектам исследуемой темы сделаны выводы;</li> </ul>	9-13 баллов	4

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– при написании и защите работы продемонстрирован: средний уровень сформированности профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков;</li> <li>– работа своевременно представлена на кафедру, есть отдельные недостатки в ее оформлении;</li> <li>– в процессе защиты работы были даны неполные ответы на вопросы.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– тема работы раскрыта частично, присутствуют более 3 ошибок в расчетах;</li> <li>– в работе недостаточно полно была использована профессиональная литература, выводы и практические рекомендации не отражали в достаточной степени содержание работы;</li> <li>– при написании и защите работы продемонстрирован удовлетворительный уровень сформированности профессиональных компетенций, поверхностный уровень теоретических знаний и практических навыков;</li> <li>– работа своевременно представлена на кафедру, однако не в полном объеме по содержанию и оформлению соответствует предъявляемым требованиям;</li> <li>– в процессе защиты недостаточно полно изложены основные положения работы, ответы на вопросы даны неполные.</li> </ul>	4-8 баллов	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– при написании и защите работы продемонстрирован неудовлетворительный уровень сформированности профессиональных компетенций;</li> <li>– работа несвоевременно представлена на кафедру, не в полном объеме по содержанию и оформлению соответствует предъявляемым требованиям;</li> <li>– на защите показаны поверхностные знания по исследуемой теме, отсутствие представлений об актуальных проблемах по теме работы, даны неверные ответы на вопросы.</li> </ul>	0-3 баллов	2

### 5.7. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

Форма контроля	100-балльная система	Пятибалльная система
Текущий контроль 5 семестр:		
- защита лабораторных работ (темы 1.1, 1.2)	0 - 5 баллов	2 – 5
- защита лабораторной работы (тема 1.3)	0 - 5 баллов	2 – 5
- защита лабораторной работы (тема 1.4)	0 - 5 баллов	2 – 5
- защита лабораторной работы (тема 1.5)	0 - 5 баллов	2 – 5
- защита лабораторной работы (тема 1.6)	0 - 5 баллов	2 – 5
- защита лабораторной работы (тема 2.1)	0 - 5 баллов	2 – 5
- защита лабораторной работы (тема 2.2)	0 - 5 баллов	2 – 5
- защита лабораторной работы (тема 3.1)	0 - 5 баллов	2 – 5
- контрольная работа (раздел I)	0 - 8 баллов	2 – 5
- контрольная работа (раздел I)	0 - 8 баллов	2 – 5
- контрольная работа (раздел II)	0 - 8 баллов	2 – 5
- индивидуальное домашнее задание (тема 1.5)	0 - 6 баллов	2 – 5
Промежуточная аттестация зачет	0 - 30 баллов	зачтено не зачтено
<b>Итого за 5 семестр</b> (Процессы и аппарат химической технологии)	0 - 100 баллов	
- защита лабораторной работы (тема 5.1)	0 - 5 баллов	2 – 5
- защита лабораторной работы (тема 5.2)	0 - 5 баллов	2 – 5
- защита лабораторной работы (тема 5.3)	0 - 5 баллов	2 – 5
- защита лабораторной работы (тема 5.4)	0 - 5 баллов	2 – 5
- контрольная работа (раздел IV)	0 - 8 баллов	2 – 5
- контрольная работа (раздел V)	0 - 8 баллов	2 – 5
- контрольная работа (раздел V)	0 - 8 баллов	2 – 5
- контрольная работа (раздел V)	0 - 8 баллов	2 – 5
- защита курсовой работы	0 - 18 баллов	2 – 5
Промежуточная аттестация зачет с оценкой	0 - 30 баллов	отлично хорошо
<b>Итого за 6 семестр</b> (Процессы и аппарат химической технологии)	0 - 100 баллов	удовлетворительно неудовлетворительно

Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

100-балльная система	пятибалльная система	
	зачет (5 семестр)	зачет с оценкой (6 семестр)
85 – 100баллов	зачтено	зачтено (отлично)
65 – 84баллов		зачтено (хорошо)
41–64 баллов		зачтено (удовлетворительно)
0 – 40баллов	не зачтено	не зачтено (неудовлетворительно)

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проблемная лекция;
- разбор конкретных ситуаций;
- преподавание дисциплины в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учётом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей;
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- просмотр учебных фильмов с их последующим анализом;
- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа).

## 7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Проводятся отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

## 8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При

необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
<b>119071, г. Москва, Донская улица, дом 39, строение 4</b>	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран, – маркерная доска
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук, – проектор, – маркерная доска, – наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180x180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33 Оборудования (стенды), макеты для проведения лабораторных работ по Процессам и аппаратам химической технологии
<b>119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6</b>	
Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект учебной мебели, маркерная доска, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: экран, проектор, колонки.

<b>Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</b>	<b>Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</b>
<b>Помещения для самостоятельной работы обучающихся</b>	<b>Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся</b>
<b><i>119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6</i></b>	
читальный зал библиотеки:	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
	Ветошкин А.Г.	Процессы и аппараты защиты окружающей среды	УП	Высшая школа	2008		10 экз.
	Захарова А.А., Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Салтыкова В.С.	Процессы и аппараты химической технологии	УП	Академия	2006		85 экз. 60 экз.
	Павлов К.Ф. и др.	Примеры и задачи по курсу ПАХТ.	УП	Альянс	2006 1987		2 экз. 60 экз.
	Касаткин А.Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии	Учебник	Альянс	2005		2 экз.
	Разинов А.И., Клинов А.В., Дьяконов Г.С.	Процессы и аппараты химической технологии	УП	Казань Изд. КНИТУ	2017		2 экз. кафедра
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1.	Чесунов В.М., Захарова А.А.	Основные химико-технологические процессы и аппараты легкой промышленности	УП	Легпром бытиздат	1989		20 экз.
2.	Шейнак А.Л.	Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа.	УП	Стереотип	2005		2 экз.
10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины авторов РГУ им. А. Н. Косыгина)							



1.	Захарова А.А., Салтыкова В.С.	Массообменные процессы	МУ	РИО, МГУДТ	2015		4 экз. библ. 15 экз. кафедра
2.	Салтыкова В.С., Захарова А.А., Папин А.В.	Механика жидкости и газов	МУ	М.: РИО МГУДТ	2015		5 экз. библ. 19 экз. кафедра
3.	Салтыкова В.С., Бахшиева Л.Т., Захарова А.А., Александров. В.И.	Гидрогазодинамика	МУ	М.: РИО МГУДТ	2013		5 экз. библ. 23 экз. кафедра
4.	Захарова А.А., Бахшиева Л.Т., Салтыкова В.С.	Расчет абсорбционной установки	МП	М.: РИО МГУДТ	2013		5 экз. библ. 21 экз. кафедра
5.	Поторжинский И.В., Захарова А.А. и др.	Масообменные процессы: абсорбция и адсорбция	МП	ИИЦ МГУДТ	2011		4 экз. библ. 19 экз. кафедра
6.	Захарова А.А., Бахшиева Л.Т., Салтыкова В.С.	ПАХТ, ОПАХТ, ТОЗОС, «Адсорбция»	МП	ИИЦ МГУДТ	2010		4 экз. библ. 17 экз. каф.
7.	Бахшиева Л.Т., Захарова А.А., Поторжинский И.В.	ПАХТ, ОПАХТ, ТОЗОС, «Теплообменные аппараты»	МУ	ИИЦ МГУДТ	2009		4 экз. библ. 10 экз. каф.
8.	Бахшиева Л.Т., Захарова А.А., Поторжинский И.В., Салтыкова В.С.	Процессы и аппараты химической технологии. Гидравлика и гидропневмопривод	МП	ИИЦ МГУДТ	2007		3 экз. библ. 15 экз. кафедра
9.	Поторжинский И.В., Захарова А.А., Бахшива Л.Т.	ПАХТ, ОПАХТ «Аппараты массообменных процессов»	МУ	ИИЦ МГУДТ	2007		4 экз. библ. 17 экз. кафедра

10.	Салтыкова В.С., Бахшиева Л.Т., Захарова А.А.	ПАХТ, ОПАХТ, ПАЗОС «Тепловые процессы»	МУ	ИИЦ МГУДТ	2006		5 экз. библ. 27 экз. кафедра
11.	Поторжинский И.В., Захарова А.А.	Аппаратура гидромеханических процессов	МУ	ИИЦ МГУДТ	2005		5 экз. библ. 12 экз. кафедра

## 11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
2.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
3.	ООО «ИВИС» <a href="https://dlib.eastview.com">https://dlib.eastview.com</a> (электронные версии периодических изданий ООО «ИВИС»)
4.	Web of Science <a href="http://webofknowledge.com/">http://webofknowledge.com/</a> (обширная международная универсальная реферативная база данных)
5.	Scopus <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a> (международная универсальная реферативная база данных, индексирующая более 21 тыс. наименований научно-технических, гуманитарных и медицинских журналов, материалов конференций примерно 5000 международных издательств)
6.	Springer Nature <a href="http://www.springernature.com/gp/librarians">http://www.springernature.com/gp/librarians</a> (международная издательская компания, специализирующаяся на издании академических журналов и книг по естественнонаучным направлениям)
7.	«ЭБС ЮРАЙТ» <a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a>
8.	О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс eLibrary.ru) <a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>
9.	ЭБС «Лань» <a href="http://www.e.lanbook.com/">http://www.e.lanbook.com/</a>
10.	ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> Договор № 101/НЭБ/0486 – пот 21.09.2018 г.
11.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <a href="http://www.elibrary.ru/">http://www.elibrary.ru/</a> Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г.
12.	НЭИКОН <a href="http://www.neicon.ru/">http://www.neicon.ru/</a> Соглашение №ДС-884-2013 от 18.10.2013 г
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	«Polpred.com Обзор СМИ» <a href="http://www.polpred.com">http://www.polpred.com</a> Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г.
2.	Web of Science <a href="http://webofknowledge.com/">http://webofknowledge.com/</a> Сублицензионный договор № wos/917 на безвозмездное оказание услуг от 02.04.2018 г.
3.	Scopus <a href="http://www.Scopus.com/">http://www.Scopus.com/</a> Сублицензионный Договор № Scopus /917 от 09.01.2018 г.
4.	«SpringerNature» <a href="http://www.springernature.com/gp/librarians">http://www.springernature.com/gp/librarians</a> Платформа Springer Link: <a href="https://rd.springer.com/">https://rd.springer.com/</a> Платформа Nature: <a href="https://www.nature.com/">https://www.nature.com/</a> Баз данных Springer Materials: <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> Баз данных Springer Protocols: <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a> База данных zbMath: <a href="https://zbmath.org/">https://zbmath.org/</a> База данных Nano: <a href="http://nano.nature.com/">http://nano.nature.com/</a> Сублицензионный договор № Springer/41 от 25 декабря 2017 г.
5.	<a href="http://arxiv.org">http://arxiv.org</a> — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по физике, математике, информатике
6.	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> - Справочно-правовая система (СПС) «Гарант», комплексная правовая поддержка пользователей по законодательству Российской Федерации
7.	<a href="http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat.ru/statistics/databases/">http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat.ru/statistics/databases/</a> -базы данных на Едином Интернет-портале Росстата

## 11.2. Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	NeuroSolutions	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
5.	WolframMathematica	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
6.	Microsoft VisualStudio	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
7.	CorelDRAWGraphicsSuite 2018	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
8.	Mathcad	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
9.	Matlab+Simulink	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019.
10.	Adobe Creative Cloud2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic,Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Museидр.)	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
11.	SolidWorks	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
12.	Rhinoceros	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
13.	Simplify 3D	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
14.	FontLab VI Academic	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
15.	PinnacleStudio 18 Ultimate	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
16.	КОМПАС-3d-V 18	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
17.	ProjectExpert 7 Standart	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
18.	Альт-Финансы	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
19.	Альт-Инвест	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
20.	Программа для подготовки тестов Indigo	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
21.	Autodesk Auto CAD 2021 для учебных заведений, подписка к бессрочной лицензии	Договор #110003456652 от 18 февр. 2021 г. Распространяется свободно для аккредитованных учебных заведений
22.	LibreOffice GNU Lesser General Public License	Свободно распространяемое
23.	ScilabCeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2)	Свободно распространяемое
24.	Linux Ubuntu GNU GPL	Свободно распространяемое
25.	FDS-SMV free and open-source software	Свободно распространяемое
26.	AnyLogic Personal Learning Edition	Свободно распространяемое
27.	Helyx-OS GNU General Public License	Свободно распространяемое
28.	OpenFoam v.4.0 GNU General Public License	Свободно распространяемое
29.	DraftSight 2018 SP3 Автономная бесплатная лицензия	Свободно распространяемое
30.	GNU Octave GNU General Public License	Свободно распространяемое

**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

В рабочую программу учебной дисциплины внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

<b>№ пп</b>	<b>год обновления РПД</b>	<b>характер изменений/обновлений с указанием раздела</b>	<b>номер протокола и дата заседания кафедры</b>