

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

Образовательно-научный институт  
физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.Од.14 Процессы и аппараты производства изделий электронной**  
**техники**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

## **Направленность: «Технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники»**

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

### Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: НиБ

Кафедра-разработчик НиБ

Объем дисциплины: 144/4

## Промежуточная аттестация: экзамен

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Мочалов Георгий Михайлович, д.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 19 сентября 2017 г. № 927 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ  
протокол от 25.05.2023 г. № 22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 11.05.2023 г № 7.

Зав. кафедрой: к.х.н., доцент Калинина А.А.

---

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ, протокол от 16.05.2023 г № 9.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 11.03.04-н-38

Начальник МО

---

/Н.Р. Булдакова/

(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

---

/Н.И. Кабанина/

(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	10
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	26
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	30
7. Информационное обеспечение дисциплины .....	31
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	33
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	33
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	36
11.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	39

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**1.1. Целью освоения дисциплины «Процессы и аппараты производства изделий электронной техники»** является овладение теоретическими основами технологических процессов, общими закономерностями их протекания в химической аппаратуре, освоение обобщенных методов моделирования и расчета процессов, изучение наиболее распространенных конструкций химических аппаратов и методов их инженерного расчета.

**1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- формирование фундаментальных знаний о процессах и аппаратах химической технологии, их конструктивных особенностях и методах расчета;
- формирование навыков применения полученных знаний для решения конкретных задач переработки веществ и материалов химических технологий;
- развить самостоятельность в приобретении научных знаний и опыта экспериментальной работы.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**2.1. Учебная дисциплина «Процессы и аппараты производства изделий электронной техники»** включена в обязательный перечень дисциплин вариативной части образовательной программы «Технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина основывается на базовых знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Физические основы электроники», «Схемотехника», «Основы проектирования электронной компонентной базы», «Квантовая и оптическая электроника», «Общая химическая технология», «Моделирование химико-технологических процессов» и другие.

Для усвоения дисциплины студент должен

- знать основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории дифференциальных уравнений; законы Ньютона и законы сохранения массы и энергии, элементы механики жидкостей и газов; начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;
- уметь проводить анализ функций, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам, проводить расчеты с использованием экспериментальных и справочных данных; работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач, работать с программными средствами;
- владеть методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов, методами проведения физико-химических измерений и методами корректной оценки погрешностей при их проведении.

Знания, умения и навыки, полученные учащимся при изучении дисциплины – «Процессы и аппараты производства изделий электронной техники» необходимы для

освоения последующих курсов профессионального цикла дисциплин: «Вакуумно-плазменные процессы и технологии», «Основы технологии компонентной базы», «Технология печатных плат» и др., при прохождении практик, а также при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

В содержании дисциплины сбалансировано соотношение между различными видами учебной работы: объем лекций достаточен для бакалавров данного профиля, для получения практических навыков, ознакомления с компонентами современной электронной техники, их характеристиками и применением.

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты производства изделий электронной техники» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Процессы и аппараты производства изделий электронной техники» направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»:

а) профессиональных (ПК): ПК-4, 5.

**Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами**

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>							
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
<b>ПК-4</b>								
Моделирование химико-технологических процессов (Б1.В.ОД.8)						✓		
Оборудование и производство электронной техники (Б1.В.ОД.9)								✓
Общая химическая технология (Б1.В.ОД.10)					✓			
Процессы и аппараты производства изделий электронной техники (Б1.В.ОД.14)							✓	
Технология летучих высокочистых веществ для производства изделий электронной техники (Б1.В.ОД.16)								✓
Практика по получению						✓		

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>							
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Б2.П.2)								
Преддипломная практика (Б2.П.3)								✓
<b><i>ПК-5</i></b>								
Метрология, стандартизация и технические измерения (Б1.В.ОД.7)								✓
<b>Процессы и аппараты производства изделий электронной техники (Б1.В.ОД.14)</b>							✓	
Технология летучих высокочистых веществ для производства изделий электронной техники (Б1.В.ОД.16)								✓
Технология печатных плат (Б1.В.ОД.17)								✓
Технология тонких пленок и покрытий (Б1.В.ОД.18)							✓	
Физико-химические технологии производства материалов и изделий электроники и наноэлектроники (Б1.В.ОД.20)						✓	✓	
Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Б2.П.2)						✓		
Преддипломная практика (Б2.П.3)								✓

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С  
ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

**Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
<b>ПК-4. Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства материалов и компонентов электронной техники</b>	<b>Тип профессиональной деятельности: производственно-технологический, проектно-конструкторский</b> Трудовая функция: А/02.5 (ПС 40.058) Контроль соблюдения режимов технологических операций процессов производства радиоэлектронных средств					
	<i>ИПК-4.1. Знает технологическое оборудование для производства материалов и изделий электронной техники и наноэлектроники и правила его эксплуатации</i>	<b>ЗНАТЬ:</b> – методы конструкционного расчета основного оборудования	<b>УМЕТЬ:</b> – определять характер движения жидкостей и газов	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> – информацией о современных процессах и аппаратах, фирмах поставщиков ведущего оборудования	- Задания к контрольным работам по разделам	Вопросы для устного зачета с оценкой
	<b>Тип профессиональной деятельности: производственно-технологический, проектно-конструкторский</b> Трудовая функция: В/02.6 (ПС 40.058) Разработка единичных технологических процессов изготовления радиоэлектронных средств					

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
			Текущего контроля	Промежуточной аттестации		
	<i>ИПК-4.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства материалов и изделий электронной техники и наноэлектроники</i>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теории переноса импульса, тепла и массы;</li> <li>- принципы физического моделирования процессов;</li> <li>- основные уравнения движения жидкостей;</li> <li>- основы теории теплопередачи;</li> <li>- основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей фаз</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить химико-технологический расчет аппарата и химико-технологического процесса в этом аппарате электронной техники;</li> <li>- основные характеристики процессов тепло- и массопереноса;</li> <li>- рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;</li> <li>- навыками проектирования типовых аппаратов производства материалов и изделий электронной техники и наноэлектроники</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Задания к контрольным работам по разделам</li> </ul>		Вопросы для устного зачета с оценкой	
	<i>ИПК-4.3. Владеет основами проектирования технологической линии производства материалов и изделий электронной техники и наноэлектроники</i>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Задания к контрольным работам по разделам</li> </ul>		Вопросы для устного зачета с оценкой	
ПК-5. Способен решать типовые задачи технологических процессах производства материалов и компонентов электронной техники	в <i>ИПК-5.3. Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом</i>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типовые процессы химической технологии;</li> <li>- основные технологические операции</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формировать технологический процесс в виде технологических карт</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- информацией об основные технологические операции и процессов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Задания к контрольным работам по разделам</li> </ul>		Вопросы для устного зачета с оценкой	

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

*Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам*

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего часов	в т.ч. по семестрам
		7 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа (Л)	<b>34</b>	<b>34</b>
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)	<b>34</b>	<b>34</b>
лабораторные работы (ЛР)		
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	<b>4</b>	<b>4</b>
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>		

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

*Таблица 4 -Содержание дисциплины, структурированное по темам*

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
<b>7 СЕМЕСТР</b>													
ПК-4: ИПК-4.1 ИПК-4.2 ИПК-4.3 ПК-5: ИПК-5.3	Раздел 1 Основные понятия и закономерности курса процессов и аппаратов. Гидравлика и гидравлические машины	Тема 1.1 Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Общие принципы расчета процессов и аппаратов. Материальный и энергетический балансы. Движущая сила, скорость и интенсивность процесса. Основное уравнение процесса.	2			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Тема 1.2 Гидростатика. Гидростатическое давление и его основные свойства. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Некоторые частные приложения основного уравнения гидростатики. Гидродинамика. Понятие вязкости жидкости, мгновенной и средней скорости, расхода жидкости. Уравнение расхода и неразрывности потока в интегральной форме. Опыт Рейнольдса. Характеристика режимов движения жидкостей. Критерий Рейнольдса и его физический смысл.	2			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Тема 1.3 Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Режимы трения жидкостей. Местные сопротивления. Основы теории подобия. Физическое и математическое моделирование. Условия и теоремы подобия. Обработка дифференциального уравнения движения Навье-Стокса методами теории подобия. Основные критерии гидродинамического подобия и их физический смысл. Гидравлические машины для перемещения жидкостей, сжатия и перемещения газов. Насосы. Основные параметры насосов. Конструкции насосов. Кавитация. Компрессорные машины. Устройство вентиляторов и компрессоров. Параллельное и последовательное соединение гидромашин	2			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Практическое занятие 1.1</b> Диаграмма уравнения Бернулли. Построение для трубы Вентури по экспериментальным данным диаграммы уравнения Бернулли, демонстрирующей закон сохранения энергии в потоке вязкой жидкости и представляющей собой графики перераспределения потенциальной и кинетической энергии, а также потерь напора (удельной механической энергии). Определение опытным путем слагаемых уравнения Бернулли			3	5	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						
	<b>Практическое занятие 1.2</b> Методы измерения гидростатического давления. Измерение гидростатического давления жидкостными приборами. Определение давления путём измерения разности уровней сообщающихся сосудов и переведение показания приборов в абсолютные давления			3	5	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Практическое занятие 1.3 Истечение жидкостей.</b> Экспериментальное определение коэффициентов истечения жидкости из отверстий и насадок различной формы. По измеренным координатам построить траекторию полета струи для заданного отверстия и насадки.			3	5	подготовка к занятию [6.2.1.1 – 6.2.1.5]	обучение на основе опыта						
	<b>Практическое занятие 1.4</b> Опыт Рейнольдса. Изучение качественной картины движения жидкости при ламинарном и турбулентном режимах. Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости.			3	5	подготовка к занятию [6.2.1.1 – 6.2.1.5]	обучение на основе опыта						
	<b>Практическое занятие 1.5</b> Основное уравнение гидростатики. Получить экспериментальное подтверждение основного уравнения гидростатики. Определить гидростатический напор во всех точках жидкости.			3	5	подготовка к занятию [6.2.1.1 – 6.2.1.5]	обучение на основе опыта						
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>6</b>		<b>15</b>	<b>31</b>								
ПК-4: ИПК-4.1	<b>Раздел 2 Гидромеханические процессы и аппараты</b>												

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
ИПК-4.2 ИПК-4.3 ПК-5: ИПК-5.3	Тема 2.1 Понятие неоднородной системы. Физические основы разделения неоднородных систем под действием силы тяжести. Скорость осаждения в установленном режиме. Закон Стокса. Метод Лященко. Стесненное осаждение. Материальный баланс процесса разделения. Конструкции отстойников. Физические основы мокрой очистки газов. Конструкции аппаратов для мокрой очистки	2			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						
	Тема 2.2 Физические основы фильтрования. Движущая сила фильтрования. Дифференциальное уравнение фильтрования. Конструкции фильтров. Физические основы процесса разделения неоднородных систем под действием центробежной силы. Принцип действия отстойных и фильтрующих центрифуг, сепараторов. Фактор разделения и индекс производительности. Конструкции циклонов и центрифуг.	3			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Тема 2.3 Физические основы перемешивания в жидких средах. Способы перемешивания. Конструкции механических мешалок. Характеристика режимов перемешивания. Понятие рабочей и пусковой мощности. Гидродинамика зернистых материалов. Гидродинамическая картина псевдоожижения. Основные параметры кипящего слоя. Аппараты кипящего слоя. Физические основы электроосаждения. Расчет скорости электроосаждения. Конструкции электрофильтров	3			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Практическое занятие 2.1</b> Изучение конструкции центробежных насосов и схем соединения. Получить экспериментальные характеристики центробежного насоса в виде графиков зависимостей напора Н, затраченной мощности Nз и коэффициента полезного действия η от подачи при постоянном числе оборотов n. Построение экспериментальной характеристики насосной установки			2	4	подготовка к занятию [6.2.1.1 – 6.2.1.5]	обучение на основе опыта						
	<b>Итого по 2 разделу</b>	8		2	10								
ПК-4:	<b>Раздел 3 Тепловые процессы и аппараты</b>												

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
ИПК-4.1 ИПК-4.2 ИПК-4.3 ПК-5: ИПК-5.3	<b>Тема 3.1</b> Тепловые процессы. Понятие температурного поля и температурного градиента. Физические основы переноса теплоты простейшими способами: теплопроводностью, конвекцией, тепловым излучением. Тепловой закон Фурье. Физические основы конвективного теплообмена. Теплоотдача. Движущая сила и уравнение теплоотдачи. Уравнение конвективного теплообмена в движущейся среде. Основные критерии теплового подобия. Теплоотдача при вынужденном и естественном движении теплоносителя, конденсации и кипении.	3			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Тема 3.2 Физические основы теплопередачи. Движущая сила и уравнение теплопередачи. Схемы движения теплоносителей. Тепловые балансы. Характеристика основных способов нагревания. Конструкции теплообменных аппаратов. Физические основы выпаривания. Сущность однокорпусного и многокорпусного выпаривания. Материальный и тепловой балансы однокорпусного выпаривания. Схемы многокорпусного выпаривания. Температурные потери при выпаривании. Полезная разность температур, определение оптимального числа корпусов многокорпусной установки. Конструкции аппаратов.	3			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Практическое занятие 3.1</b> Определение полезной мощности насоса и коэффициента полезного действия насосной установки. Произвести анализ полезной мощности насоса и коэффициента полезного действия насосной установки. Построить график мощности насосной установки.			4	4	подготовка к занятию [6.2.1.1 – 6.2.1.5]	обучение на основе опыта						
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>6</b>		<b>4</b>	<b>8</b>								
ПК-4: ИПК-4.1	<b>Раздел 4 Массообменные процессы и аппараты</b>												

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
ИПК-4.2 ИПК-4.3 ПК-5: ИПК-5.3	<b>Тема 4.1</b> Классификация основных массообменных процессов. Физические основы массопередачи: основные понятия и определения. Способы выражения концентраций фаз. Основные законы статики массопередачи. Диаграммы равновесия. Основные законы кинетики массопередачи, материальный баланс. Движущая сила массопередачи и ее расчет. Уравнение массопередачи, аддитивность фазовых сопротивлений. Диффузионное подобие. Определение основных размеров массообменных аппаратов. Физические основы перегонки. Схемы простой перегонки и перегонки с водяным паром, материальный баланс и определение расхода пара на перегонку.	2			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Тема 4.2</b> Непрерывная и периодическая ректификация. Механизм взаимодействия флегмы и пара на контактных устройствах колонн. Материальный баланс, построение рабочих линий, определение теоретического и действительного числа тарелок. Влияние флегмового числа на работу колонн	3			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						
	<b>Тема 4.3</b> Физические основы абсорбции. Материальный и тепловой балансы насадочного абсорбера. Влияние удельного расхода абсорбента на габаритные размеры аппарата. Конструкции ректификационных и абсорбционных колонн.	3			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						
	<b>Тема 4.4</b> Физические основы адсорбции. Основные виды промышленных адсорбентов и их характеристика. Статика и динамика адсорбции. Конструкции адсорберов: с неподвижным и псевдоожиженным слоем сорбента.	3			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Тема 4.5</b> Физические основы сушки. Свойства влажного воздуха, основные параметры J-X диаграммы. Материальный и тепловой балансы конвективной сушки. Кинетика, движущая сила и механизм сушки. Изображение процессов сушки на J-x диаграмме, определение необходимого количества воздуха и теплоты	3			2	подготовка к лекциям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						
	<b>Практическое занятие 4.1</b> Потери напора по длине в круглой трубе. Исследование зависимости гидравлического коэффициента трения от числа Рейнольдса турбулентном режиме. Определить теоретическое значение коэффициента местного сопротивления			4	5	подготовка к занятию [6.2.1.1 – 6.2.1.5]	обучение на основе опыта						
	<b>Практическое занятие 4.2</b> Потери напора при внезапном сужении трубы. Экспериментально определить потери напора и распределения статических давлений (пьезометрических напоров) вдоль рабочего участка с внезапным сужением трубопровода, определить коэффициент местного сопротивления.			3	4	подготовка к занятию [6.2.1.1 – 6.2.1.5]	обучение на основе опыта						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Практическое занятие 4.3 Потери напора при внезапном расширении трубы. Определить опытным путем потери при внезапном расширении трубы, сравнив со значением потерь, вычисленным по теоретической формуле Борда. Расчет местной потери напора при внезапном расширении трубы.			3	4	подготовка к занятию [6.2.1.1 – 6.2.1.5]	обучение на основе опыта						
	<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>14</b>		<b>10</b>	<b>23</b>								
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>34</b>		<b>34</b>	<b>72</b>								

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, контрольные работы.

### **5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Вопросы, индивидуальные задания, задачи и тесты представлены в методических указаниях к практическим занятиям, представленных в п. 6.3.

### **5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

При промежуточном контроле (зачет с оценкой) успеваемость студентов оценивается по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

**Таблица 6 –Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ПК-4.</b> Способен выбирать оборудование и технологические параметры процесса для производства материалов и компонентов электронной	<i>ИПК-4.1. Знает технологическое оборудование для производства материалов и изделий электронной техники и наноэлектроники и правила его эксплуатации</i>	Не знает методы конструкционного расчета основного оборудования. Не умеет определять характер движения жидкостей и газов. Не владеет информацией о современных процессах и аппаратах, фирмах поставщиков ведущего оборудования.	Частично знает методы конструкционного расчета основного оборудования. Умеет определять характер движения жидкостей и газов. Частично владеет информацией о современный процессах и аппаратах, фирмах поставщиков ведущего оборудования.	Хорошо знает методы конструкционного расчета основного оборудования. Умеет определять характер движения жидкостей и газов. Хорошо владеет информацией о современных процессах и аппаратах, фирмах поставщиков ведущего оборудования.	Знает в совершенстве методы конструкционного расчета основного оборудования. Уверенно умеет определять характер движения жидкостей и газов. Уверенно владеет информацией о современных процессах и аппаратах, фирмах поставщиков ведущего оборудования е.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не засчитено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
техники	ИПК-4.2. Умеет подбирать технологические параметры процесса производства материалов и изделий электронной техники и наноэлектроники	<p>Не знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей фаз.</p> <p>Не умеет проводить химико-технологический расчет аппарата и химико-технологического процесса в этом аппарате электронной техники; основные характеристики процессов тепло- и массопереноса; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса. Не владеет методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; навыками проектирования типовых аппаратов производства материалов и изделий электронной техники и наноэлектроники.</p>	<p>Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей фаз. Частично умеет проводить химико-технологический расчет аппарата и химико-технологического процесса в этом аппарате электронной техники; основные характеристики процессов тепло- и массопереноса; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса. Частично владеет методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; навыками проектирования типовых аппаратов производства материалов и изделий электронной техники и наноэлектроники.</p>	<p>Хорошо знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей фаз. Достаточно хорошо умеет проводить химико-технологический расчет аппарата и химико-технологического процесса в этом аппарате электронной техники; основные характеристики процессов тепло- и массопереноса; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса. Хорошо владеет методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; навыками проектирования типовых аппаратов производства материалов и изделий электронной техники и наноэлектроники.</p>	<p>Отлично основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей фаз. Уверенно умеет проводить химико-технологический расчет аппарата и химико-технологического процесса в этом аппарате электронной техники; основные характеристики процессов тепло- и массопереноса; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса. Отлично владеет методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; навыками проектирования типовых аппаратов производства материалов и изделий электронной техники и наноэлектроники.</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
	<i>ИПК-4.3. Владеет основами проектирования технологической линии производства материалов и изделий электронной техники и наноэлектроники</i>	Не знает методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов. Не умеет рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему. Не владеет методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.	Имеет представление о методах построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов. Умеет, но с ошибками рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему. Частично владеет методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.	Хорошо знает методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов. Достаточно хорошо умеет рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему. Хорошо владеет методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.	Отлично знает методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов. Уверенно умеет рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему. Отлично владеет методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.
<b>ПК-5. Способен решать типовые задачи в технологических процессах производства материалов и компонентов электронной техники</b>	<i>ИПК-5.3. Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом</i>	Не знает типовые процессы химической технологии; основные технологические операции. Не умеет формировать технологический процесс в виде технологических карт. Не владеет информацией об основные технологические операции и процессов.	Имеет представление о типовых процессах химической технологии; основных технологических операциях. Умеет, но с ошибками формировать технологический процесс в виде технологических карт. Частично владеет информацией об основные технологические операции и процессов.	Хорошо знает типовые процессы химической технологии; основные технологические операции. Достаточно хорошо умеет формировать технологический процесс в виде технологических карт. Хорошо владеет информацией об основные технологические операции и процессов.	Отлично знает типовые процессы химической технологии; основные технологические операции. Уверенно умеет формировать технологический процесс в виде технологических карт. Отлично владеет информацией об основные технологические операции и процессов.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

1.1 Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. для вузов / А. Г. Касаткин. - Изд. 10-е, стер., дораб. - М.: Альянс, 2004. – 750 с. (электронное издание)

1.2 Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию: учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов / под ред. Ю. И. Дытнерского. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Химия, 1991. - 493 с. (электронное издание)

1.3 Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - М.: [ООО ТИД "Альянс"], 2005. - 575 с. (электронное издание)

### **6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению практических учебных занятий по дисциплине «Компоненты электронной техники»:

#### **6.2.1 Методические указания:**

6.2.1.1 Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине "Процессы и аппараты химической технологии" (раздел "Гидравлика и гидравлические машины") / М-во образования и науки Рос. Федерации, Иван. гос. хим.-технол. ун-т; сост.: А. С. Кувшинова, А. В. Шибашов, А. Г. Липин. - Иваново: ИГХТУ, 2013. - 39 с. - Библиогр.: с. 3

6.2.1.2 Липин, А. Г. Расчет адсорбционных установок: учеб. пособие для курса проектирования / А. Г. Липин, А. А. Липин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Иван. гос. хим.- технол. ун-т. - Иваново: ИГХТУ, 2014. - 60 с. - Библиогр.: с. 49.

6.2.1.3 Барулин, Е. П. Расчеты теплоиспользующего оборудования: учеб. пособие / Е. П. Барулин, В. Н. Исаев, А. И. Сокольский ; Федер. агентство по образованию, ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново : ИГХТУ, 2009. - 100 с. - Библиогр. : с. 68.

6.2.1.4. Барулин, Е. П. Абсорбция и ректификация: учеб. пособие по проектированию / Е. П. Барулин, В. Н. Исаев; под ред. А.Г.Липина; Иван. Гос. хим. – технол. ун-т. – Иваново, 2010. – 114 с.

6.2.1.5. Барулин, Е. П. Тепловые и диффузионные процессы: учеб. пособие / Е. П. Барулин, В. Н. Исаев, А. И. Сокольский Федер. агентство по образованию, ГОУ ВПО "Иван. гос. хим.- технол. ун-т". - Иваново: ИГХТУ, 2008. - 104 с. - Библиогр.: с. 104.

#### **6.2.2 Методические указания, разработанные НГТУ**

6.2.2.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokum\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokum_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20).

Дата обращения 24.04.2023.

6.2.2.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/umy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samoct\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/umy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20).

Дата обращения 24.04.2023.

6.2.2.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/umy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatiij-s-primeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/umy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatiij-s-primeneniem-interakt.pdf). Дата обращения 24.04.2023.

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elib.tolgas.ru/) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
9. Компоненты и технологии журнал об электронных компонентах, датчиках, микросхемах, микроконтроллерах, светодиодах, DSPs <https://kite.ru/>

### 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

*Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем*

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой
---	------------------	--------------------

		<b>осуществляется доступ к ЭБС</b>
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

**Таблица 8 - Перечень программного обеспечения**

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

**Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>
3	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
<b>4</b>	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
<b>5</b>	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
<b>6</b>	Информационно-справочная система «Техсперт»	доступ из локальной сети

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В табл. 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

**Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

**Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	<b>1342</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 22 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021)
2	<b>1221</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 50 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021)
3	<b>1334-4</b> Мультимедийная аудитория (компьютерный класс для проведения виртуального лабораторного практикума по процессам и аппаратам) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Рабочие столы, оснащенные компьютером (10 посадочных мест); 2. Рабочие столы (22 посадочных места); 3. Рабочее место преподавателя; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран 5. Стенд образовательный «Интегральные микросхемы. Печатные платы»	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021)
4	<b>1334-3</b> Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Лабораторные столы (6 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - хроматографический комплекс; - исследовательская лаборатория моделирования вакуумных процессов; - спектрофотометр; - плита электрическая; - вытяжной шкаф; - магнитная мешалка; - водяная баня; - цифровой биологический микроскоп; - прибор для измерения удельной поверхности дисперсных пористых материалов. 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750мл, колбы	

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
		Эрленмейера (100-500мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки	
5	<p style="text-align: center;"><b>1334-1</b></p> <p>Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)</p>	<p>1. Лабораторные столы (6 посадочных мест);</p> <p>2. Лабораторное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- лабораторные аналитические весы;</li> <li>- высокочастотный генератор СЭЛТ-ВЧИ-2,0/40;</li> <li>- высокочастотный дуговой плазмотрон;</li> <li>- плита электрическая;</li> <li>- шкаф сушильный;</li> <li>- магнитная мешалка;</li> <li>- источник водорода с оборудованием для приготовления специальной воды;</li> <li>- спектрофотометр;</li> <li>- поляриметр.</li> </ul> <p>3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750 мл, колбы Эрленмейера (100-500 мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл,250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки</p>	
6	<p style="text-align: center;"><b>1330-1</b></p> <p>Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)</p>	<p>1. Лабораторные столы (10 посадочных мест);</p> <p>2. Лабораторное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вискозиметр – плотномер Штабингера SVL3001;</li> <li>- хромато-масс-спектрометр;</li> <li>- планетарная мельница PM100;</li> <li>- комплекс автоматический Porometer metcats plus;</li> <li>- вытяжной шкаф;</li> <li>- магнитная мешалка;</li> <li>- водяная баня;</li> <li>- комплекс хроматографический газовый «Хромос ГХ-1000»;</li> <li>- спектрофотометр ИК-Фурье.</li> </ul> <p>3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750мл, колбы Эрленмейера (100-500 мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл,250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки</p>	

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина «Процессы и аппараты производства изделий электронной техники» состоит из четырех связанных между собой разделов, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Процессы и аппараты производства изделий электронной техники» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим занятиям, доклады с презентациями, индивидуальная консультация с преподавателем).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому лабораторному занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10- 15 минут).

2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10-15 минут).

3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в электронной библиотечной системе (по 1 часу).

4. При подготовке к лабораторному занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, – предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1-2 задачи.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (экзамен).

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен

анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить, как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гаранцией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план; - уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций; -

связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;

- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;

- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;

- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;

- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и незнакомое, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;

- записывать надо сжато;

- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием курсовой работы, участием в лабораторных работах, подготовкой и сдачей зачета/экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

### **10.3. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к лабораторному занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Лабораторное занятие – это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть

предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе (рубежной аттестации) обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, лабораторных занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

### **11.1.1. Примерные типовые вопросы (задания) к практическим занятиям**

Тема 2. Методы измерения гидростатического давления

1. Что понимают под гидростатическим давлением?
2. Каковы единицы измерения гидростатического давления в международной СИ?
3. Каков закон распределения гидростатического давления по глубине?
4. Каковы основные виды гидростатического давления?
5. Что понимают под абсолютным давлением?
6. Что понимают под манометрическим давлением?
7. Какое давление называют вакуумметрическим?
8. Какое давление называют барометрическим?
9. Что называют паскалем?
10. Что больше: абсолютное давление, равное 0,16 МПа, или избыточное, равное 0,07 МПа?
11. Что понимают под пьезометрическим напором?
12. Какова связь между давлением и пьезометрической высотой?

13. Каковы достоинства и недостатки жидкостных приборов для измерения давления?

14. Каковы достоинства и недостатки механических приборов для измерения давления в жидкостях?

15. Пьезометр – что это? Чему равен пьезометрический напор (в метрах водяного столба и миллиметрах ртутного столба) для давления, равного двум атмосферам?

### Тема 3. Истечение жидкости

1. Когда поток жидкости в трубе можно считать энергоизолированным?

2. Под действием каких сил поток жидкости ускоряется в плавно сужающейся трубе и тормозится в плавно расширяющейся?

3. Какие преобразования энергии жидкости происходят при движении в энергоизолированных плавно сужающихся и расширяющихся трубах?

4. Почему давление торможения для сечения потока вычисляется по среднеобъемной скорости?

5. Как изменяется давление торможения в поперечном сечении потока жидкости?

6. Как изменяется давление торможения в поперечном сечении потока, если оно вычислено по среднемассовой скорости жидкости?

7. Почему давление торможения жидкости уменьшается вдоль горизонтальной трубы?

8. Как изменяется статическое давление в плавно сужающихся и расширяющихся трубах?

9. Почему давление торможения, измеренное в центре потока, больше давления торможения, вычисленного по среднемассовой скорости?

10. Почему среднемассовая скорость вдоль горизонтальной трубы одинакового диаметра сохраняется постоянной, а статическое давление уменьшается?

11. Когда показания пьезометров для измерения давления на рабочем участке будут одинаковыми?

12. Как изменяется среднеобъемная скорость в плавно сужающихся и расширяющихся трубах?

### Тема 4. Изучение конструкции центробежных насосов и схем соединения

1. Что называется, характеристикой насоса и её виды?

2. Как определяется: полный напор насосной установка?

3. Как определяется полезная, затраченная мощность насосной установки?

4. Что такое коэффициент полезного действия насосной установки?

### Тема 5. Потери напора по длине в круглой трубе

1. Что называют местным сопротивлением?

2. Почему полный напор потока жидкости после местного сопротивления всегда меньше?

3. Объясните причины местных потерь напора.

4. Как влияет вязкость жидкости на величину местных потерь?

5. По какой общей формуле вычисляют местные потери напора?

6. Зависят ли местные потери напора от скорости потока?

7. От чего зависит коэффициент местного сопротивления при внезапном расширении канала?

Тема 6. Потери напора при внезапном сужении трубы

1. Что называют местными сопротивлениями?
2. Как определяют потери давления в местных сопротивлениях?
3. Как рассчитывают коэффициент местного сопротивления диафрагмы?
4. От каких факторов зависит значение коэффициента местного сопротивления при внезапном сужении канала?
5. На какие составляющие раскладывают потери напора при резком сужении канала?

Тема 7. Потери напора при внезапном расширении трубы

1. Что характеризует коэффициент местного сопротивления?
2. Приведите примеры местных сопротивлений.
3. Что вызывает потери напора в местных сопротивлениях?
4. Местные потери напора пропорциональны средней скорости потока в какой степени?
5. Как изменяются местные потери напора при изменении длины участка трубопровода?
6. Как изменяются потери напора на трение при изменении диаметра трубопровода?
7. По какой формуле определяются местные потери напора на трение для ламинарного и турбулентного режимов движения потока? Чем они отличаются друг от друга?

Тема 8. Опыт Рейнольдса

1. Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности.
2. Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит, и укажите, в чем заключается его физический смысл?
3. Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?
4. Поясните, каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и, с какой целью?
5. Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит, и как её определяют?
6. Напишите и поясните аналитические зависимости потерь напора по длине от средней скорости потока при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.
7. Изобразите график зависимости потерь напора по длине от средней скорости (в логарифмических координатах) и дайте пояснения к нему.

Тема 9. Основное уравнение гидростатики

1. Что такое гидростатическое давление и каковы его свойства?
2. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними.

3. Объясните, что понимают под терминами «внешнее давление» и «весовое давление».
4. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики.
5. Сформулируйте закон Паскаля.
6. Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принципы их действия.
7. Поясните, что такое пьезометрическая высота.
8. В чём состояло принципиальное отличие в условиях проведения первого и второго опытов?
9. Для чего нужно знать превышение оси вращения стрелки пружинного манометра над точкой его подключения?
10. Эпюра гидростатического давления. Как ее строят и с какой целью?

Тема 10. Определение полезной мощности насоса и коэффициента полезного действия насосной установки

1. Что такое полезная мощность насоса?
2. Что такое коэффициент полезного действия насоса?
3. Как можно определить КПД насоса?
4. Что влияет на КПД насоса?
5. Чем измеряется мощность насоса?

#### **11.1.2. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса**

##### **ЛЕКЦИЯ (тема 1.2) Диаграмма уравнения Бернулли**

##### **ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ГРУППОВОГО ОБСУЖДЕНИЯ НА ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЯХ:**

1. Поясните геометрический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
2. Поясните энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
3. Как называется коэффициент  $\alpha$ , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает, от чего зависит его величина и каков его физический смысл?
4. Объясните, чем обусловлены потери полного напора, и каков их энергетический смысл?
5. Поясните, что понимают под термином «удельная энергия»?
6. Объясните термины «местная скорость» и «средняя скорость» и укажите, как определяют эти скорости?
7. Поясните, что такое скоростная трубка и трубка Пито-Прандтля?
8. Поясните, что такое линия полного напора и пьезометрическая линия; что будут представлять собой эти линии при равномерном движении реальной жидкости?
9. Что понимают под термином «живое сечение потока жидкости»?

#### **11.1.4 Примерные тестовые задания к практическим занятиям**

1. Какое из перечисленных свойств является плотностью жидкости?
  - 1) относительное изменение объема жидкости (газа) при нагревании или охлаждении на 1 градус;
  - 2) масса  $M$  единицы объема  $V$  тела;
  - 3) вес  $G$  единицы объема  $V$  тела;

- 4) объем  $V$  единицы массы  $M$  тела.
2. Какое из перечисленных свойств является удельным весом жидкости?
- 1) относительное изменение объема жидкости (газа) при нагревании или охлаждении на 1 градус;
  - 2) масса  $M$  единицы объема  $V$  тела;
  - 3) вес  $G$  единицы объема  $V$  тела;
  - 4) объем  $V$  единицы массы  $M$  тела.
3. Какое из перечисленных свойств является удельным объемом жидкости?
- 1) относительное изменение объема жидкости (газа) при нагревании или охлаждении на 1 градус;
  - 2) масса  $M$  единицы объема  $V$  тела;
  - 3) вес  $G$  единицы объема  $V$  тела;
  - 4) объем  $V$  единицы массы  $M$  тела.
4. Какое из перечисленных свойств является коэффициентом объемного расширения жидкости?
- 1) относительное изменение объема жидкости (газа) при нагревании или охлаждении на 1 градус;
  - 2) масса  $M$  единицы объема  $V$  тела;
  - 3) вес  $G$  единицы объема  $V$  тела;
  - 4) объем  $V$  единицы массы  $M$  тела.
5. Что называют избыточным давлением?
- 1) разность между абсолютным давлением и атмосферным;
  - 2) давление в замкнутом пространстве;
  - 3) разность между атмосферным и абсолютным давлениями;
  - 4) отношение силы, действующей на поверхность в жидкости к площади этой поверхности.
6. Что называют величиной вакуума?
- 1) разность между абсолютным давлением и атмосферным;
  - 2) давление в замкнутом пространстве;
  - 3) разность между атмосферным и абсолютным давлениями;
  - 4) отношение силы, действующей на поверхность в жидкости к площади этой поверхности.
7. Что называют абсолютным давлением?
- 1) разность между абсолютным давлением и атмосферным;
  - 2) давление в замкнутом пространстве;
  - 3) разность между атмосферным и абсолютным давлениями;
  - 4) отношение силы, действующей на поверхность в жидкости к площади этой поверхности.

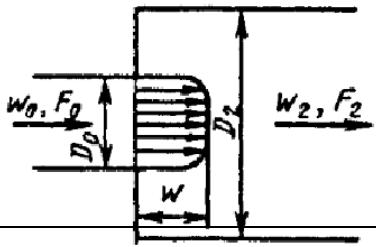
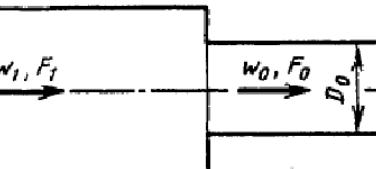
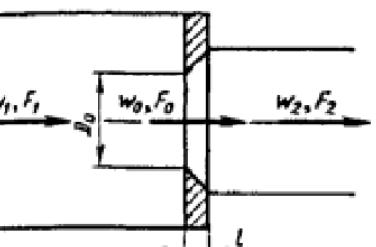
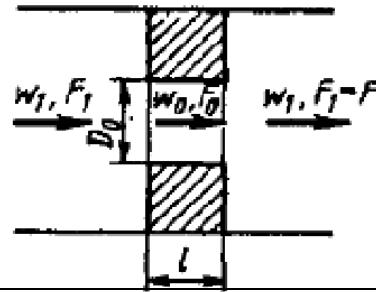
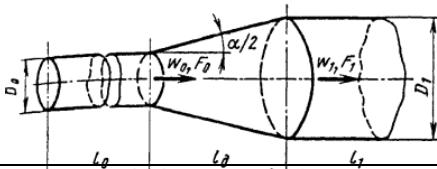
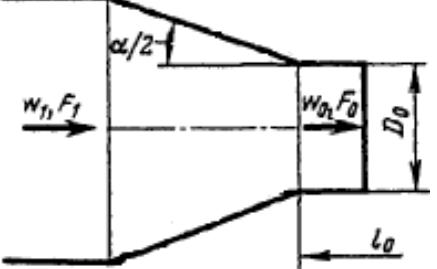
#### **11.1.5 Примерные типовые задачи к контрольной работе**

Индивидуальное задание № 1.

Для заданной геометрии определить зависимость коэффициента местного сопротивления  $\xi$  от числа Рейнольдса  $Re$  в указанном в индивидуальном варианте диапазоне.

Расчетные схемы.

№	Тип элемента	Схема	Диапазон чисел Рейнольдса
---	--------------	-------	---------------------------

1	Внезапное расширение с равномерным распределением скоростей		$3,3 \cdot 10^3 - 10^4$
2	Внезапное сужение		$10^4 - 10^5$
3	Диафрагма с острыми кромками на переходном участке		$10^4 - 10^5$
4	Диафрагма с утолщенными краями в прямой трубе		$10^5 - 5 \cdot 10^5$
5	Диффузор круглого сечения		$0,5 \cdot 10^5 - 4 \cdot 10^5$
6	Конфузор круглого сечения		$10^5 - 5 \cdot 10^5$

Примечание: Недостающие размеры и данные смотри в [1] на страницах, указанных для каждой схемы.

### 11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Зачет с оценкой проводится в устной форме по всему материалу изучаемого курса «Процессы и аппараты производства изделий электронной техники»

**Перечень примерных тематических вопросов для подготовки к зачету с оценкой  
(ПК-4: ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3; ПК-5: ИПК-5.3):**

1. Цель, предмет и задачи курса процессов и аппаратов. Понятие процесса и технологии.
2. Классификация основных процессов химической технологии (в зависимости от определяющих скорость их протекания; по способу организации; в зависимости от изменения параметров во времени).
3. Идеализированные модели структуры потоков. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Материальный и энергетический балансы.
4. Движущая сила, скорость и интенсивность процесса. Основное уравнение процесса.
5. Гидростатика и предмет ее изучения. Понятие идеальной и реальной жидкости, их свойства. Капельные и упругие жидкости. Физические свойства жидкостей.
6. Классификация сил, действующих в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства, единицы измерения в системе СИ.
7. Понятие абсолютного, внешнего (атмосферного), избыточного давления и величины вакуума. Физические и технические атмосфера, соотношения между различными единицами давления.
8. Основное уравнение гидростатики, его геометрическая и энергетическая интерпретация.
9. Уравнение Паскаля. Давление на дно и стенку сосуда.
10. Практические приложения основного уравнения гидростатики: принцип сообщающихся сосудов, пневматический измеритель уровня, работа гидравлического пресса.
11. Гидродинамика и предмет ее изучения. Внутренняя, внешняя и смешанная задачи гидродинамики. Понятие вязкости, мгновенной и средней скорости, расхода жидкости, единицы их измерения в системе СИ. Уравнения расхода.
12. Уравнение неразрывности (сплошности) потока.
13. Опыты Рейнольдса, режимы движения жидкостей и их характеристика, понятие эквивалентного диаметра и его расчет.
14. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Л.Эйлера.
15. Уравнение Д.Бернулли для идеальной жидкости (вывод), геометрический и энергетический смысл членов этого уравнения.
16. Уравнение Д.Бернулли для реальной жидкости, его физическая и геометрическая интерпретации.
17. Использование уравнения Бернулли для расчета процесса истечения жидкости из отверстия при постоянном уровне заполнения.
18. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Понятие местного сопротивления, типы местных сопротивлений, расчет потерь напора и давления на местных сопротивлениях.

19. Режимы трения жидкостей и их характеристика. Понятие абсолютной и относительной шероховатости, гладкости трубопровода. Расчет потерь напора и давления на трение.

20. Основы теории подобия, ее преимущества. Физическое и математическое моделирование. Условия и теоремы подобия.

21. Геометрическое, физическое, временное подобие. Подобие начальных и граничных условий. Понятие коэффициента подобия, инвариантов, симплексов и критериев подобия.

22. Подобие гидродинамических процессов. Обработка уравнения Навье-Стокса методом анализа размерностей. Критерии гидродинамического подобия. Обобщенное критериальное уравнение.

23. Классификация насосов. Основные параметры насоса: подача, напор, потребляемая мощность, КПД.

24. Схема насосной установки и ее описание. Напор, создаваемый насосом для проектируемой и действующей установки. Расчет напора по показаниям манометра и вакуумметра.

25. Расчет предельно допустимой высоты всасывания насоса. Явление кавитации. Выбор насоса.

26. Последовательное и параллельное включение насосов. Способы регулирования подачи насосов.

27. Устройство и принцип действия центробежного насоса, характеристики насоса при постоянном числе оборотов. Определение рабочей точки при работе насоса на трубопровод. Формулы пропорциональности.

28. Осевые, вихревые и шестеренчатые насосы. Устройство и принцип действия. Преимущества и недостатки.

29. Поршневые насосы: классификация, устройство, принцип действия, область применения. График подачи.

30. Перемещение и сжатие газов. Классификация компрессорных машин.

31. Термодинамические основы работы компрессоров.

32. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.

33. Теоретическая удельная работа, затрачиваемая на сжатие газа в компрессорной машине. Подача и мощность поршневого компрессора. Объемный КПД поршневого компрессора. Число ступеней сжатия.

34. Гидромеханические процессы. Понятие неоднородной системы. Классификация неоднородных систем.

35. Цели процесса разделения неоднородных систем. Выбор методов разделения. Классификация методов разделения неоднородных систем.

36. Материальный баланс процесса разделения. Стесненное осаждение.

37. Физические основы разделения неоднородных систем под действием силы тяжести. Режимы осаждения и их характеристика.

38. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Расчет скорости осаждения частиц в любом режиме, недостаток метода. Формула Стокса.

39. Метод Лященко. Диаграмма Лященко. Порядок расчета скорости осаждения по диаграмме Лященко.

40. Сущность процесса отстаивания. Схема процесса отстаивания на примере простого отстойника-сгустителя. Расчет отстойника-сгустителя.
41. Классификация отстойников. Устройство и принцип работы отстойников: с наклонными перегородками, с гребковой мешалкой.
42. Классификация отстойников. Устройство и принцип работы отстойника для разделения эмульсий.
43. Очистка газов. Устройство и принцип работы пылеосадительной камеры. Расчет пылеосадительной камеры.
44. Физическая сущность мокрой очистки газов. Способы осуществления контакта запыленного газа с жидкостью. Устройство и принцип работы скруббера Вентури.
45. Устройство и принцип работы полого и насадочного скрубберов. Расчет аппаратов мокрой очистки газов.
46. Физические основы фильтрования (понятия: фильтрата, осадка; типы фильтрующих перегородок и требования, предъявляемые к ним; типы образующихся осадков; виды фильтрования и их характеристика).
47. Принципиальная схема фильтрования. Классификация фильтров. Движущая сила фильтрования и способы ее создания.
48. Дифференциальное уравнение фильтрования. Физический смысл входящих в него величин.
49. Уравнение фильтрования при постоянной движущей силе процесса (вывод).
50. Уравнение фильтрования при постоянной скорости процесса (вывод). Уравнение фильтрования при постоянном перепаде давления и скорости процесса (вывод).
51. Экспериментальное определение констант сжимаемых осадков. Определение показателя сжимаемости.
52. Классификация конструкций фильтров. Устройство и принцип работы нутч – фильтра, характеристика стадий процесса.
53. Конструкции фильтров для очистки газовых систем. Устройство и принцип работы рукавного фильтра.
54. Расчет фильтров. Расчет периодически действующих фильтров. Устройство и принцип работы вертикального листового фильтра.
55. Расчет непрерывно действующих фильтров. Устройство и принцип работы барабанного вакуум-фильтра.
56. Физические основы электроочистки газов. Сущность метода электроосаждения. Формы электродов для создания неоднородного электрического поля.
57. Скорость электроосаждения. Расчет электрофильтра. Устройство и принцип работы трубчатого электрофильтра.
58. Принцип разделения неоднородных систем в электрофильтрах. Устройство и принцип работы пластинчатого электрофильтра.
59. Разделение неоднородных систем под действием центробежной силы. Скорость осаждения под действием центробежной силы.
60. Определение скорости центробежного осаждения при ламинарном режиме. Фактор разделения. Определение скорости центробежного осаждения по методу Лященко.
61. Конструкции простейшего и батарейного циклонов. Преимущества и недостатки циклонов. Расчет циклонов.

62. Центрифугирование. Классификация центрифуг. Фактор разделения. Принцип работы отстойных центрифуг. Приведите схему и опишите конструкцию подвесной отстойной центрифуги.

63. Центрифугирование. Принцип работы фильтрующих центрифуг. Приведите схему и опишите конструкцию фильтрующей центрифуги с пульсирующим поршнем.

64. Приведите схему и опишите конструкцию центрифуги со шнековым устройством для выгрузки осадка. Расчет центрифуг.

65. Применение процесса центрифugирования для разделения эмульсий. Приведите схему и опишите принцип работы тарельчатого сепаратора.

66. Перемешивание в жидких средах. Цели процесса перемешивания. Способы перемешивания. Интенсивность и эффективность процесса.

67. Механическое перемешивание. Классификация мешалок. Конструкции механических мешалок, их характеристика.

68. Пневматическое и циркуляционное перемешивание. Перемешивание в трубопроводах.

69. Определение мощности, затрачиваемой на перемешивание. Расчет рабочей мощности механической мешалки (с выводом). Расчет пусковой мощности мешалки. Расчет мощности двигателя.

70. Основное критериальное уравнение процесса перемешивания с модифицированными критериями подобия. Режимы перемешивания. Определение констант критериального уравнения.

71. Принцип псевдоожижения. Достоинства и недостатки кипящего слоя. Области применения. Типы зернистых слоев.

72. Разновидности псевдоожженного слоя.

73. Основные характеристики псевдоожженного слоя.

74. Кривые псевдоожижения. Расчет критических и оптимальной рабочей скоростей.

75. Основные конструкции аппаратов с псевдоожженым слоем. Расчет аппаратов с псевдоожженым слоем.