


ТМО<sub>г</sub>/Бак/ТехНП - Б1.В.04.7 - 13/01/2020

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева

Дзержинский политехнический институт (филиал)

Кафедра «Технологическое оборудование и транспортные системы»

УТВЕРЖДАЮ  
ИО Директора института  
  
А.М. Петровский  
(подпись, расшифровка подписи)

« 13 » 01 2020 г.

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

Направление подготовки  
**15.03.02 Технологические машины и оборудование**

Направление (профиль)  
**«Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»**


Уровень образования  
Бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Дзержинск, 2020 г.

Составители рабочей программы

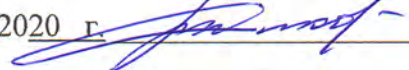
Доцент, к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_/Рузанов С.Р./  
(подпись) (расшифровка подписи)

Рабочая программа принята на заседании кафедры Технологическое оборудование и транспортные системы

« 13 » января 2020 г. Протокол заседания № 4

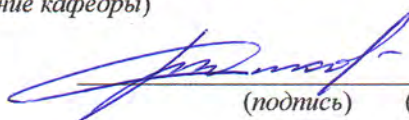
Заведующий кафедрой

« 13 » января 2020 г.  / В.А. Диков /


---

СОГЛАСОВАНО:

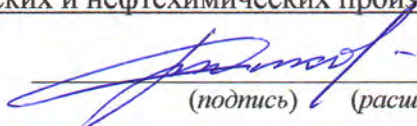
Заведующий выпускающей кафедры  
Технологическое оборудование и транспортные системы  
(наименование кафедры)

  
\_\_\_\_\_/ В.А. Диков  
(подпись) (расшифровка подписи)

Декан инженерно-технологического факультета

  
\_\_\_\_\_/ Г.В. Пастухова  
(подпись) (расшифровка подписи)

Председатель методической комиссии по профилю подготовки  
Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств  
(наименование)

  
\_\_\_\_\_/ В.А. Диков  
(подпись) (расшифровка подписи)

Зам. начальника отдела УМБО

  
\_\_\_\_\_/ Е.Г. Воробьева-Дурнакина  
(подпись) (расшифровка подписи)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины.....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы (бакалавриата, магистратуры).....	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	7
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий.....	8
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	10
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	12
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	22
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	23
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	25
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).....	26
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	26

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Наименование дисциплины

Дисциплина Б1.В.ОД.7 «Процессы и аппараты химической технологии» по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», уровень бакалавриат.

Профильными для данной дисциплины являются виды профессиональной деятельности:

– производственно-технологическая;

– проектно-конструкторская.

Данная дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной деятельности:

– обслуживание технологического оборудования для реализации производственных процессов;

– участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции;

– контроль соблюдения экологической безопасности проведения работ;

– наладка, настройка, регулирование и опытная проверка технологического оборудования и программных средств;

– приемка и освоение вводимого оборудования;

– составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний;

– составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на его ремонт;

– сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования изделий машиностроения и технологий их изготовления;

– расчет и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

– разработка рабочей проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ;

– проведение контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Объектами профессиональной деятельности являются: технологические машины и оборудование различных комплексов; производственные технологические процессы, их разработка и освоение новых технологий; технологическая оснастка и средства механизации и автоматизации технологических процессов, вакуумные и компрессорные машины, гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).

#### 2.1. Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций:

ПСК-2 «способность участвовать в работах по расчетам и проектированию нового и модернизируемого технологического оборудования химических и нефтехимических производств» - на углубленном уровне;

ПСК-3 «способность выполнять расчеты технологического оборудования и обеспечивать оптимальное управление его работой на основе понимания сущности процессов в химико-технологических системах» - на углубленном уровне.

Признаки и уровни освоения компетенций приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1. – Признак и уровни освоения компетенций

Код и содержание компетенций	Формулировка дисциплинарной части компетенции	Уровень, формирования компетенций
ПСК-2- «способностью участвовать в работах по расчетам и проектирова-	способность участвовать в работах по технологическим расчетам оборуду-	Уровень - углубленный. Формируется частично в составе дисциплин

нию нового и модернизируемого технологического оборудования химических и нефтехимических производств»	дования химических и нефтехимических производств	(табл. 3.1). Итоговый контроль сформированности компетенции ПСК-2 осуществляется при подготовке и защите ВКР
ПСК-3- «способностью выполнять расчеты технологического оборудования и обеспечивать оптимальное управление его работой на основе понимания сущности процессов в химико-технологических системах»	способность выполнять расчеты технологического оборудования с учетом оптимальных режимных параметров	Уровень - углубленный. Формируется частично в составе дисциплин (табл.3.1). Итоговый контроль сформированности компетенции ПСК-3 осуществляется при подготовке и защите ВКР

2.2. В результате изучения дисциплины бакалавр должен овладеть следующими знаниями, умениями и навыками в рамках формируемых компетенций (табл. 2.2):

Таблице 2.2.-Планируемые результаты обучения

Уровень освоения компетенции	Описание признаков проявления компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)		
		Владеть	Уметь	Знать
<b>1. Компетенция ПСК-2</b>				
углубленный	реализует работы по расчетам и проектированию нового и модернизируемого технологического оборудования химических и нефтехимических производств	методами расчета и проектирования нового и модернизируемого технологического оборудования химических и нефтехимических производств	проводить работы по расчетам и проектированию нового и модернизируемого технологического оборудования химических и нефтехимических производств	методы расчета и проектирования нового и модернизируемого технологического оборудования химических и нефтехимических производств
<b>1. Компетенция ПСК-3</b>				
углубленный	реализует расчеты технологического оборудования и обеспечивает оптимальное управление его работой на основе понимания сущности процессов в химико-технологических системах	методами расчета технологического оборудования и обеспечения оптимального управления его работой на основе понимания сущности процессов в химико-технологических системах	проводить расчеты технологического оборудования и обеспечивать оптимальное управление его работой на основе понимания сущности процессов в химико-технологических системах	методы расчета технологического оборудования и направления обеспечения оптимального управления его работой на основе понимания сущности процессов в химико-технологических системах

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается особый порядок освоения дисциплины, предусматривающий возможность достижения ими планируемых результатов обучения с учетом состояния здоровья и имеющихся заболеваний.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата

3.1. Дисциплина (модуль) реализуется в рамках вариативной обязательных дисциплин части Блока 1 (Б1.В.ОД.7).

3.2. Дисциплина (модуль) изучается на 3, 4 курсе в 6, 7 семестрах.

3.3. Требования к входным знаниям, умениям и владениям студентов:

Для освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» студент должен:

**Знать:**

- основные законы механики и гидродинамики;
- законы термодинамики и термодинамического равновесия;
- основы математического моделирования и теории подобия.

**Уметь:**

- применять основные законы гидравлики и термодинамики;
- составлять математическое описание процессов переноса;

- выполнять и читать схемы и чертежи.

**Владеть:**

- способностью к освоению новых знаний и умений;
- способностью к выполнению лабораторных работ в составе группы студентов и выполнению заданий с элементами исследования в ходе лабораторного практикума, анализу результатов и формулированию выводов и рекомендаций;
- способностью к подтверждению знаний во время промежуточного контроля знаний в форме тестирования и отчетов по лабораторным и практическим занятиям.

Таблица 3.1 – Дисциплины, участвующие в формировании компетенций ПСК-2 и ПСК-3 (коды компетенций) вместе с дисциплиной «Процессы и аппараты химической технологии»

Код Компетенции	Названия учебных дисциплин, модулей, практик участвующих в формировании компетенций, вместе с данной дисциплиной	Курсы /семестры обучения									
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПСК-2	1. Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли							+			
	2. Процессы и аппараты химической технологии						+	+			
	3. Основы эргономики и дизайна									+	
	4. Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс									+	+
	5. Специальное оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки									+	+
	6. Машины и аппараты предприятий основной химии								+	+	
	7. Машины и аппараты нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств								+	+	
	8. Современные информационные технологии в проектировании									+	
	9. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности								+		
	10. Преддипломная практика										+
	11. Подготовка и защита ВКР										+
ПСК-3	1. Общая химическая технология							+			
	2. Процессы и аппараты химической технологии						+	+			
	3. Системы управления технологическими процессами									+	
	4. Системный анализ процессов химической технологии									+	
	5. Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс									+	+
	6. Специальное оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки									+	+
	7. Преддипломная практика										+
	8. Подготовка и защита ВКР										+

Таблица 3.2 – Этапы формирования компетенций вместе с дисциплиной «Процессы и аппараты химической технологии»

Код	Наименование компетенции	Начальный этап (пороговый уровень)	Основной этап (углубленный уровень)	Завершающий этап (продвинутый уровень)
		Наименования дисциплин		
ПСК-2	способностью участвовать в		1. Конструирование и	1. Основы эргономики и

	работах по расчетам и проектированию нового и модернизируемого технологического оборудования химических и нефтехимических производств		расчет элементов оборудования отрасли 2. Процессы и аппараты химической технологии 3. Современные информационные технологии в проектировании 4. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности 5. Преддипломная практика	дизайна 2. Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс 3. Специальное оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки 4. Машины и аппараты предприятий основной химии 5. Машины и аппараты нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств 6. Подготовка и защита ВКР
ПСК-3	способностью выполнять расчеты технологического оборудования и обеспечивать оптимальное управление его работой на основе понимания сущности процессов в химико-технологических системах		1. Общая химическая технология 2. Процессы и аппараты химической технологии 3. Системы управления технологическими процессами 4. Системный анализ процессов химической технологии 5. Преддипломная практика	1. Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс 2. Специальное оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки 3. Подготовка и защита ВКР 4. Преддипломная практика

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Объем дисциплины (общая трудоемкость) составляет 11 зачетных единиц (з.е), в часах это 396 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 73 часа, самостоятельная работа обучающихся 310 часов.

Таблица 4.1- Структура дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>	<b>73</b>	<b>34</b>	<b>39</b>
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
- лекции (Л)	24	12	12
- лабораторные работы (ЛР)	20	10	10
- практические занятия (ПЗ)	20	10	10
- практикумы (П)	-	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>7</b>
- групповые консультации по дисциплине	4	2	2
- групповые консультации по проматтестации (экзамен)	2	-	2
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата, доклада, эссе	3		3
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	<b>310</b>	<b>142</b>	<b>168</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/зачет*(зачет с оценкой)/экзамен)</b>	Зачет; экзамен/13	Зачет	Экзамен /13
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	<b>396/11 з.е</b>	<b>176/ 5,5 з.е</b>	<b>220/ 5,5 з.е</b>

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий

### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины приведено в табл. 5.1.

Тематическое содержание разделов дисциплины, с перечислением содержащихся в них дидактических единиц, приведено в табл. 5.2.

Темы практических занятий приведены в табл. 5.3, темы лабораторных работ в табл. 5.4, виды самостоятельной работы – в табл. 5.5.

Таблица 5.1 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Номер модуля образовательной программы	Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий и их трудоемкость, часы						Формируемые компетенции ОК, ОПК, ПК, ПСК
			Всего часов (без экзамена)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	КСР	
<b>6 семестр</b>									
	1	Введение	2	0,5	-	-	1,5	-	ПСК-2 ПСК-3
	2	Механические процессы	7	0,5	-	-	6,5	-	
	3	Гидромеханические процессы	56	4	3	4	44	1	
	4	Тепловые процессы	92	6	7	6	72	1	
	5	Умеренное и глубокое охлаждение	19	1	-	-	18	-	
		<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>176</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>142</b>	<b>2</b>	
<b>7 семестр</b>									
	6	Массообменные процессы	207	12	10	10	168	7	ПСК-2 ПСК-3
		<b>Итого за 7 семестр</b>	<b>207</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>168</b>	<b>7</b>	
		<b>Итого</b>	<b>383</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>310</b>	<b>9</b>	

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ раздела	Наименование разделов	Код компетенции	Содержание темы (вначале наименование темы, затем перечисление дидактических единиц)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
1	Введение	ПСК-2 ПСК-3	<u>Тема 1.</u> Общий кинетический закон и принципы анализа и расчета ПАХТ	0,5	Собесед.
2	Механические процессы	ПСК-2 ПСК-3	<u>Тема 2</u> Классификация механических процессов. Характеристики дисперсных систем	0,5	Собесед.
3	Гидромеханические процессы	ПСК-2 ПСК-3	<u>Тема 3</u> Отстаивание	0,5	Задача
			<u>Тема 4</u> Фильтрация	1	Задача
			<u>Тема 5</u> Центрифугирование	1	Собесед.
			<u>Тема 6</u> Перешивание жидких сред	1	Задача
			<u>Тема 7</u> Псевдоожижение	0,5	Собесед.
4	Тепловые процессы	ПСК-2 ПСК-3	<u>Тема 8</u> Основы теории теплопередачи	4	Собесед.
			<u>Тема 9</u> Нагревание и охлаждение	0,5	Задача
			<u>Тема 10</u> Конденсация и кипение	0,5	
			<u>Тема 11</u> Выпаривание	1	Задача
5	Умеренное и глубокое охлаждение	ПСК-2 ПСК-3	<u>Тема 12</u> Основы получения холода. Холодильные машины	1	Собесед.
6	Массообменные процессы	ПСК-2 ПСК-3	<u>Тема 13</u> Основы теории массопередачи	6	Собесед.
			<u>Тема 14</u> Абсорбция	2	Задача
			<u>Тема 15</u> Перегонка жидкостей	2	Задача
			<u>Тема 16</u> Сушка	2	Задача
<b>Итого</b>				<b>24</b>	



Таблица 5.3 – Темы практических занятий

№ раздела	Наименование разделов	Код компетенции	Тема практических занятий	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
3	Гидромеханические процессы	ПСК-2 ПСК-3	Расчет отстойника	1	Задача
			Расчет фильтра	1	Задача
			Расчет перемешивающего устройства	1	Задача
4	Тепловые процессы	ПСК-2 ПСК-3	Расчет теплообменных аппаратов	4	Задача
			Расчет выпарных аппаратов	3	Задача
6	Массообменные процессы	ПСК-2 ПСК-3	Расчет абсорбера	4	Задача
			Расчет ректификационной колонны	4	Задача
			Расчет процесса сушки	2	Задача
<b>Итого</b>				<b>20</b>	

Таблица 5.4 - Тема лабораторных работ

№ раздела	Наименование разделов	Код компетенции	Тема лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
3	Гидромеханические процессы	ПСК-2 ПСК-3	Испытание циклона	4	Отчет, собеседование
			Испытание вакуум-фильтра		
4	Тепловые процессы	ПСК-2 ПСК-3	Испытание теплообменника «труба в трубе»	6	Отчет, собеседование
			Испытание кожухотрубчатого теплообменника		
			Испытание выпарной установки		
6	Массообменные процессы	ПСК-2 ПСК-3	Изучение массоотдачи в газовой фазе	5	Отчет, собеседование
			Изучение процесса сушки	5	
<b>Итого</b>				<b>20</b>	

Таблица 5.5 - Самостоятельная работа студентов

№ раздела	Наименование темы	Код компетенции	Виды самостоятельной работы (детализация – виды самостоятельной работы по каждому разделу)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
1.	<u>Тема 1.</u> Общий кинетический закон и принципы анализа и расчета ПАХТ	ПСК-2 ПСК-3	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу	1,5	Собеседование
2	<u>Тема 2</u> Классификация механических процессов. Характеристики дисперсных систем	ПСК-2 ПСК-3	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - практические задания, РГР	6,5	Собеседование, задача
3	<u>Тема 3</u> Отстаивание		- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу	10	Собеседование
	<u>Тема 4</u> Фильтрование		- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - практические задания, РГР.	10	Собеседование, задача
	<u>Тема 5</u> Центрифугирование		- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - оформление отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию по обозначенным вопросам. - практические задания, РГР	10	Отчет о лабораторной работе, собеседование, задача
	<u>Тема 6</u> Перешивание жидких сред		- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - оформление отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию по обозначенным вопросам. - практические задания	8	Отчет о лабораторной работе, собеседование

	<u>Тема 7</u> Псевдоожигение		- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - практические задания, РГР	6	Собеседование, задача
4	<u>Тема 8</u> Основы теории теплопередачи		- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу	36	Собеседование
	<u>Тема 9</u> Нагревание и охлаждение			12	
	<u>Тема 10</u> Конденсация и кипение			12	
	<u>Тема 11</u> Выпаривание			12	
5	<u>Тема 12</u> Основы получения холода. Холодильные машины	ПСК-2 ПСК-3	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - оформление отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию по обозначенным вопросам; - практические задания, РГР	18	Отчет о лабораторной работе, собеседование, задача
6	<u>Тема 13</u> Основы теории массопередачи	ПСК-2 ПСК-3	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - оформление отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию по обозначенным вопросам	68	Собеседование
	<u>Тема 14</u> Абсорбция	ПСК-2 ПСК-3	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу	30	Собеседование, задача
	<u>Тема 15</u> Перегонка жидкостей	ПСК-2 ПСК-3	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - оформление отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию по обозначенным вопросам	40	Отчет о лабораторной работе, собеседование, задача
	<u>Тема 16</u> Сушка	ПСК-2 ПСК-3	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - практические занятия, РГР	30	Собеседование, задача
<b>Итого</b>				<b>310</b>	

5.2. Примерная тематика рефератов (докладов, эссе) Рефераты, доклады и эссе не предусмотрены.

5.3. Примерная тематика курсовых проектов «Процессы и аппараты химической технологии»

- Расчет и проектирование теплообменника (\*).
- Расчет и проектирование выпарной установки (\*).
- Расчет и проектирование абсорбера.
- Расчет и проектирование ректификационной колонны (\*).
- Расчет и проектирование экстрактора.
- Расчет и проектирование адсорбера.
- Расчет и проектирование сушилки.
- Расчет и проектирование установки обратного осмоса.
- Расчет и проектирование установки ультрафильтрации.

(\* ) – с применением ЭВМ.

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»**

6.1. Темы и содержание учебных занятий в форме самостоятельной работы представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1. - Темы и содержание учебных занятий в форме самостоятельной работы

Раздел	Тема	Содержание занятий	Трудоем- кость, часов часов
1	Тема 1. Общий кинетический закон и принципы анализа и расчета ПАХТ	1. Чтение основной литературы: 1.1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - Л.: Химия, 2009. – с. 13-19. 2. Работа с основными понятиями. 3. Работа с вопросами для самоконтроля.	1,5
	Тема 2 Классификация механических процессов. Характеристики дисперсных систем	1. Чтение основной литературы: 1.1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - Л.: Химия, 2009. – с. 721-724. 2. Работа с основными понятиями. 3. Работа с вопросами для самоконтроля. 4. Решение РГР*.	6,5
3	Тема 3 Отстаивание	1. Чтение основной литературы: 1.1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - Л.: Химия, 2009. – с. 183-273.	10
	Тема 4 Фильтрование	1.2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л., Химия, 2007. – с. 93-131.	10
	Тема 5 Центрифугирование	2. Чтение дополнительной литературы: 2.1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2-х книгах.- Л.: Химия, 1995. – с. 93-161.	10
	Тема 6 Перешивание жидких сред	4. Работа с основными понятиями. 5. Работа с вопросами для самоконтроля. 6. Оформление отчета о лабораторной работе по теме *. 7. Работа с вопросами для подготовки к собеседованию *. 8. Решение РГР*.	8
	Тема 7 Псевдооживление	2.1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2-х книгах.- Л.: Химия, 1995. – с. 93-161. 4. Работа с основными понятиями. 5. Работа с вопросами для самоконтроля. 6. Оформление отчета о лабораторной работе по теме *. 7. Работа с вопросами для подготовки к собеседованию *. 8. Решение РГР*.	6
4	Тема 8 Основы теории теплопередачи	1. Чтение основной литературы: 1.1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - Л.: Химия, 2009. – с. 274-397.	36
	Тема 9 Нагревание и охлаждение	1.2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л., Химия, 2007. – с. 149-276.	12
	Тема 10 Конденсация	2. Чтение дополнительной литературы: 2.1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2-х книгах.- Л.: Химия, 1995. – с. 264-379.	12
	Тема 11 Выпаривание	4. Работа с основными понятиями. 5. Работа с вопросами для самоконтроля. 6. Оформление отчета о лабораторной работе по теме *. 7. Работа с вопросами для подготовки к собеседованию *. 8. Решение РГР*.	12
5	Тема 12 Основы получения холода. Холодильные машины	1. Чтение основной литературы: 1.1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - Л.: Химия, 2009. – с. 685-720. 2. Работа с основными понятиями. 3. Работа с вопросами для самоконтроля. 4. Оформление отчета о лабораторной работе по теме *. 5. Работа с вопросами для подготовки к собеседованию *.	18
	Тема 13 Основы теории массопередачи	1. Чтение основной литературы: 1.1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - Л.: Химия, 2009. – с. 403-683.	68
6	Тема 14 Абсорбция	1.2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л., Химия, 2007. – с. 282-423.	30
	Тема 15 Перегонка жидкостей	2. Чтение дополнительной литературы: 2.1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2-х книгах.- Л.: Химия, 1995. – с. 10-312.	40
	Тема 16 Сушка	4. Работа с основными понятиями. 5. Работа с вопросами для самоконтроля.	30

		6. Оформление отчета о лабораторной работе по теме*. 7. Работа с вопросами для подготовки к собеседованию*. 8. Решение РГР*.	
--	--	--	--

## 6.2. Список литературы для самостоятельной работы

Список литературы для самостоятельной работы представлен в табл. 6.2.

Таблица 6.2. - Список литературы для самостоятельной работы

№ п/п	Наименование источника
1	Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - Л.: Химия, 2009.
2	Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов: В 2 кн. Ч. 1, 2. – М.: Химия, 1995.
3	Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л., Химия, 2007.

## 6.3. Методическое сопровождение самостоятельной работы

Самостоятельная работа по дисциплине регламентируется следующими разработками:

1. Процессы и аппараты химической технологии. Гидромеханические процессы: лабораторный практикум / С.И. Смирнов, С.Р. Рузанов, Е.Н. Сажина; Нижегород. гос. техн. ун–т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2014.– 91 с.

2. Методические указания для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплинам, закрепленным за преподавателями кафедры ПАХПТ, утверждены на заседании кафедры от 04.02.2015 г., протокол №5.

3. Смирнов С.И., Рузанов С.Р., Сажина Е.Н. Процессы и аппараты химической технологии. Гидромеханические процессы: лабораторный практикум / С.И. Смирнов, С.Р. Рузанов, Е.Н. Сажина; Нижегород. гос. техн. ун–т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2014.– 91с.

4. Смирнов С.И., Рузанов С.Р., Сажина Е.Н. Процессы и аппараты химической технологии. Содержание курса, примеры расчетов и задания к контрольным работам: учеб. пособие (практикум)/С.И. Смирнов, С.Р. Рузанов, Е.Н. Сажина; Нижегород. гос. техн. ун–т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2017.– 215 с.

5. Рузанов С.Р., Смирнов С.И., Сажина Е.Н. Процессы и аппараты химической технологии. Тепловые и массообменные процессы: лабораторный практикум / С.Р. Рузанов, С.И. Смирнов, Е.Н. Сажина; Нижегород. гос. техн. университет им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2018.– 170 с.

6. 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/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samocst\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samocst_rab.pdf?20).

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенций (с указанием дисциплин, формирующих компетенции совместно с дисциплиной **«Процессы и аппараты химической технологии»**) отражены в разделе 3 (табл. 3.1 и 3.2).

Зная этапы формирования компетенций и место дисциплины **«Процессы и аппараты химической технологии»** в этой ценностной цепочке создаем систему оценки уровней сформированности компетенций и результатов обучения по данной дисциплине. Для этого планируем результаты обучения (знать, уметь и владеть) оцениваем, применив определенные критерии оценки, для чего формируем шкалу и процедуры оценивания (табл. 7.1).

Для каждого результата обучения выделяем 4 критерия, соответствующие степени сформированности данной компетенции (или ее части).

Эталонный планируемый результат соответствует критерию 4 (точность, правильность, соответствие).

Критерии 1-3 – показатели «отклонений от «эталона»».

Критерий 2 – минимальный уровень сформированности компетенции (или ее части).

Таблица 7.1. – Шкалы оценивания на этапе промежуточной аттестации по дисциплине

№ пп	Наименование этапа	Технология оценивания	Шкала (уровень) оценивания (j – уровень оценивания)				Этапы контроля
			ниже порогового К1	Пороговый К2	Углубленный К3	Продвинутый К4	
1	Усвоение материала дисциплины	Знаниевая компонента	Отсутствие усвоения	Не полное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение	Зачет
		Деятельностная компонента (Задачи, задания)	Невыполнение лабораторных работ, практических задач.	Лабораторные работы выполнены, отчеты о лабораторных работах не содержат анализа полученных результатов и обоснованных выводов. Решение задач с ошибками	Лабораторные работы выполнены, отчеты о лабораторных работах содержат анализ полученных результатов, выводы не достаточно обоснованы. Правильное решение задач с отдельными недочетами	Лабораторные работы выполнены, отчеты о лабораторных работах содержат анализ полученных результатов и обоснованные выводы. Правильное решение задач без ошибок	
2	Усвоение материала дисциплины	Знаниевая компонента	Отсутствие усвоения	Не полное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение	Экзамен
		Деятельностная компонента (Задачи, задания)	Невыполнение лабораторных работ, практических задач.	Лабораторные работы выполнены, отчеты о лабораторных работах не содержат анализа полученных результатов и обоснованных выводов. Решение задач с ошибками	Лабораторные работы выполнены, отчеты о лабораторных работах содержат анализ полученных результатов, выводы не достаточно обоснованы. Правильное решение задач с отдельными недочетами	Лабораторные работы выполнены, отчеты о лабораторных работах содержат анализ полученных результатов и обоснованные выводы. Правильное решение задач без ошибок	

Критерии для определения уровня сформированности компетенций в рамках дисциплины при промежуточной аттестации (зачет, экзамен):

Знаниевый компонент (знания) включает в себя планирование знаний на уровнях:

- уровень знакомства с теоретическими основами -  $Z_1$ ;
- уровень воспроизведения -  $Z_2$ ;
- уровень извлечения новых знаний -  $Z_3$ .

Деятельностный компонент (умения и навыки) планируется на следующих уровнях:

- умение решать типовые задачи с выбором известного метода, способа -  $У_1$ ;
- умение решать задачи путем комбинации известных методов, способов -  $У_2$ ;
- умение решать нестандартные задачи -  $У_3$ .

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания (табл. 7.2)

Таблица 7.2 – Показатели достижений заданного уровня освоения компетенций в зависимости от этапа формирования

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (уровень усвоения)				Процедуры оценивания
	1. Отсутствие усвоения (ниже порогового) К1	2. Неполное усвоение (пороговый) К2	3. Хорошее усвоение (углубленный) К3	4. Отличное усвоение (продвинутый) К4	
<b>Знать ПСК - 2</b>					
З <sub>1</sub> – основные принципы расчета процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- не знает основные принципы расчета процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- имеет общие представления о основных принципах расчета процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- имеет основные представления о основных принципах расчета процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- уверено владеет основными принципами расчета процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	Собеседование, решение задач, зачет, защита курсового проекта, экзамен
З <sub>2</sub> – основы составления балансовых уравнений процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- не знает основы составления балансовых уравнений процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- имеет общие представления о основы составления балансовых уравнений процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- имеет основные представления о основы составления балансовых уравнений процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- уверено владеет основами составления балансовых уравнений процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	Собеседование, решение задач, зачет, защита курсового проекта, экзамен
З <sub>3</sub> – основные кинетические закономерности процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- не знает основные кинетические закономерности процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- имеет общие представления о основных кинетических закономерностях процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- имеет основные представления о основных кинетических закономерностях процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- уверено знает основные кинетические закономерности процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	Собеседование, решение задач, зачет, защита курсового проекта, экзамен
<b>Уметь ПСК - 2</b>					
У <sub>1</sub> – пользоваться основными принципами расчета процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- не умеет пользоваться основными принципами расчета процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- пользоваться основными принципами расчета процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств с отдельными ошибками	- пользоваться основными принципами расчета процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств в достаточном объеме	- пользоваться основными принципами расчета процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств в полном объеме	Собеседование, решение задач, зачет, защита курсового проекта, экзамен
У <sub>2</sub> – составлять балансовые уравнений процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- не умеет составлять балансовые уравнений процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств	- составляет балансовые уравнений процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств с отдельными ошибками	- составляет балансовые уравнений процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств с небольшими неточностями	- составляет балансовые уравнений процессов и аппаратов химических и нефтехимических производств без ошибок и недочетов	Собеседование, решение задач, зачет, защита курсового проекта, экзамен
У <sub>3</sub> – определять размеры аппаратов химических и	- не имеет представления об определении разме-	- имеет некоторые представления об определении	- имеет достаточные представления об определении	- имеет представление об определении размеров	Собеседование, решение задач, зачет, защита



технологических процессов	метров ХТП	ных параметров ХТП	параметров ХТП	процессов	
---------------------------	------------	--------------------	----------------	-----------	--

### 7.3. Материалы для текущей аттестации

Шкалы оценивания этапа текущей аттестации приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3 - Этап текущей аттестации по дисциплине

Вид оценивания аудиторных занятий	Технология оценивания	Шкала (уровень) оценивания на этапе текущего контроля			
		1. Отсутствие усвоения (ниже порогового) К1	2. Неполное усвоение (пороговый) К2	3. Хорошее усвоение (углубленный) К3	4. Отличное усвоение (продвинутый) К4
Работа на лекциях	Устный опрос	выполнение менее 50%	выполнение выше 50%	выполнение более 75%	выполнение более 95%
Работа на лабораторных занятиях	Выполнение лабораторных работ и оформление отчетов о лабораторных работах	работа не выполнена, т.к. материал не усвоен	работа выполнена, но отчет не полностью соответствует требованиям	работа выполнена, отчет содержит незначительные недочеты	работа и отчет выполнены без замечаний
	Собеседование по отчету	отсутствие участия	единичное высказывание	активное участие в обсуждении	высказывание неординарных суждений с обоснованием точки зрения
Работа на практических занятиях	Индивидуальные задачи, решение задач в аудитории	- задачи не выполнены. - нет решения задач	- задачи с недочетами. - решение задач не самостоятельное	- задачи выполнены. - решение задач с ошибками	- задачи выполнены. - решение задач полное
Курсовым проектом	Защита	допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными умениями по теме курсового проекта в полной мере	- в целом работа выполнена полностью, но допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов в пояснительной записке, чертежах или графиках; - владеет обязательными умениями по теме курсового проекта	- работа выполнена полностью, но обоснования шагов ее выполнения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки); - допущена одна ошибка или два-три недочета в пояснительной записке, чертежах.	- проект выполнен полностью в соответствии с заданием, оформлен в соответствии с требованиями СП; - в логических рассуждениях и обоснованиях решений по проекту нет пробелов и ошибок; - в проекте нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала); - графическая часть проекта выполнена грамотно и в соответствии с требованиями



					ЕСКД.
	<b>Оценка</b>	неудовлетвори- тельно	удовлетвори- тельно	хорошо	отлично

### Критериальная оценка:

Пороговый уровень	оценка «удовлетворительно»	<b>1.2 + 2.2 + 3.2 + 4.2</b> или <b>1.1 + 2.2 + 3.2 + 4.2</b>
Углубленный уровень	оценка «хорошо»	<b>1.3 + 2.3 + 3.3 + 4.3</b> или <b>1.2 + 2.3 + 3.3 + 4.3</b>
Продвинутый уровень	оценка «отлично»	<b>1.4 + 2.4 + 3.4 + 4.4</b> или <b>1.3 + 2.4 + 3.4 + 4.4</b>

#### 7.4. Материалы для промежуточной аттестации

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет, экзамен

Шкала оценивания этапа промежуточной аттестации (экзамен) приведена в табл. 7.4.

Таблица 7.4 – Этап промежуточной аттестации по дисциплине

Наименование этапа оценивания	Технология оценивания		Шкала (уровень) оценивания на этапе промежуточной аттестации				Этапы контро- ля
			1. Отсутст- вие усвоения (ниже поро- гового)	2. Неполное усвоение (порого- вый)	3. Хорошее усвоение (углублен- ный)	4. Отличное усвоение (продвину- тый)	
Выполнение ла- бораторных работ	Выполне- ние работ		невыполне- ние работ	выполнение с нарушением рекомендуе- мых методик работы	выполнение с соблюдением рекомендуе- мых методик работы	выполнение с полным и точным со- блюдением рекомендуе- мых методик работы	Допуск к работам
	Отчеты о лаборатор- ных работах		отсутствие отчетов	содержание отчета не полностью соответствует требованиям	содержание отчета в це- лом соответ- ствует требо- ваниям	содержание отчета полно- стью соответ- ствует требо- ваниям, отчет содержит обоснованные выводы	Отчет о лабора- торной работе
Отработка про- пущенных лабо- раторных занятий			не выполнена лабораторная работа	неполное усвоение	хорошее усвоение	отличное ус- воение	Допуск к собе- седованию по лаб. Работам
Выполнение прак- тических заданий	решение задач						Защита решений
Практические занятия	Выполне- ние задач		задачи не вы- полнены	задачи вы- полнены ошибками	задачи вы- полнены с недочетами	задачи вы- полнены	задачи
Отработка про- пущенных заня- тий							допуск к практической работе
Усвоение мате- риала	Знаниевая компонента	3	Не выполне- ние заданий	Неполное усвоение	Хорошее ус- воение	отличное ус- воение	Экзамен
	Деятельно- стная компонента	У	отсутствие отчета по ла- бораторным	умение ана- лизировать на низком уров-	умение ана- лизировать и сопоставлять	умение ана- лизировать и сопоставлять	

			работам, отсутствие решений практических заданий	не	на хорошем уровне	на высоком уровне	
<b>Оценка</b>			неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	

**Критериальная оценка** (на основании табл. 7.2):

Пороговый уровень	оценка «удовлетворительно»	$Z_1 + Y_1$ или $Z_2 + Y_1$
Углубленный уровень	оценка «хорошо»	$Z_2 + Y_2$ или $Z_3 + Y_2$ или $Z_1 + Y_3$
Продвинутый уровень	оценка «отлично»	$Z_3 + Y_3$ или $Z_2 + Y_3$

**Оценки "отлично"** заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

**Оценки "хорошо"** заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**Оценки "удовлетворительно"/зачет** заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворительно" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**Оценка "неудовлетворительно"/незачет** выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7.5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной деятельности

7.5.1. Конкретная технология оценивания, оценочные средства

Конкретная технология оценивания, в зависимости от вида учебной работы, представлена в табл. 5.2 - 5.5, оценочные средства указаны в табл. 7.5.

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств (табл. 7.5)

Таблица 7.5 - Паспорт оценочных средств

№ п/п	Тематика для контроля	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Количество тестовых заданий	Другие оценочные средства	
				вид	количество
1	Тема 1. Общий кинетический закон и общие принципы анализа и расчета ПАХТ	ПСК-2 ПСК-3	-	Вопросы для собеседования	12
2	Тема 2 Классификация механических процессов. Физико-механические свойства сыпучих материалов. Характеристики дисперсных систем	ПСК-2 ПСК-3	-	Вопросы для собеседования, индивидуальная задача	6
3	Тема 3 Отстаивание	ПСК-2, ПСК-3	-	Вопросы для собеседования, индивидуальная задача	6
	Тема 4 Фильтрация	ПСК-2, ПСК-3	-	Вопросы для собеседования, индивидуальная задача	8
	Тема 5 Центрифугирование	ПСК-2 ПСК-3	-	Вопросы для собеседования	6
	Тема 6 Перешивание жидких сред	ПСК-2 ПСК-3	-	Вопросы для собеседования, индивидуальная задача	6
	Тема 7 Псевдоожижение	ПСК-2, ПСК-3	-	Вопросы для собеседования	6
4	Тема 8 Основы теории теплопередачи	ПСК-2 ПСК-3	-	Вопросы для собеседования	10
	Тема 9 Нагревание и охлаждение	ПСК-2 ПСК-3	-	Вопросы для собеседования, индивидуальная задача	10
	Тема 10 Конденсация	ПСК-2, ПСК-3	-	Вопросы для собеседования	10
	Тема 11 Выпаривание	ПСК-2, ПСК-3	-	Вопросы для собеседования, индивидуальная задача	10
5	Тема 12 Основы получения холода. Холодильные машины.	ПСК-2 ПСК-3	-	Вопросы для собеседования	18
6	Тема 13 Основы теории массопередачи	ПСК-2, ПСК-3	-	Вопросы для собеседования	12
	Тема 14 Абсорбция	ПСК-2, ПСК-3	-	Вопросы для собеседования, индивидуальная РГР	6
	Тема 15 Перегонка жидкостей	ПСК-2, ПСК-3	-	Вопросы для собеседования, индивидуальная РГР	6
	Тема 16 Сушка	ПСК-2, ПСК-3	-	Вопросы для собеседования	11

7.5.2. Комплект оценочных материалов, предназначенных для оценивания уровня сформированности компетенций на определенных этапах обучения

Объектами оценивания выступают (таблица 7.3, 7.5):

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний, уровень овладения практическими умениями и навыками (выполнение лабораторных работ);
- результаты самостоятельной работы (домашняя работа).

Активность студента на занятиях оценивается на основе выполненных студентом работ и заданий, предусмотренных данной рабочей программой дисциплины.

Комплект оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена включает в себя комплект заданий для текущей и промежуточной аттестации.

7.5.2.1. Комплект оценочных материалов для текущей аттестации

Оценочные средства для текущей аттестации приведены в табл. 7.6.

Таблица 7.6 - Оценочные средства дисциплины для текущей аттестации

	Код формируемой компетенции	Вопросы (номера вопросов)	Задания (номера заданий)
1	ПСК-2, ПСК-3	В соответствии с перечнем вопросов к лабораторным работам. Индивидуальные задачи (РГР) по темам табл. 7.5	Отчеты о лабораторных работах согласно табл. 5.3. Решения по индивидуальным задачам

***Индивидуальные РГР (количество оценочных средств согласно паспорту, таблица 7.5)***

Пример задания на РГР по теме 2 и 11 (оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Технология и оборудование химических и пищевых производств»)

**Задача 1**

Провести полный дисперсионный анализ сыпучего материала с определением следующих величин:

- интегральной функции распределения  $R(\delta) - D(\delta)$ ;
- дифференциальной функции распределения  $\rho(\delta)$ ;
- удельной поверхности  $f_{уд}$ ;
- среднего размера частиц  $d_{фр}$ .

Варианты индивидуальных заданий приведены в таблице.

**Задача 5**

Рассчитать и подобрать нормализованный теплообменный аппарат.

Варианты индивидуальных заданий приведены в таблице.

***Вопросы для собеседования при сдаче отчетов о лабораторных работах***

Пример вопросов для собеседования при сдаче лабораторной работы «Испытание циклона» (Вопросы для собеседования приведены в методических указаниях к лабораторной работе)

1. Методы очистки газов от пыли, их сравнительная характеристика.
2. Гравитационная очистка газов.
3. Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил.
4. Очистка газов фильтрованием.
5. Мокрая очистка газов.
6. Электроочистка газов.

***Задачи к практическим занятиям***

Пример задачи по теме 6 «Фильтрование» (задачи к практическим занятиям в полном объеме хранятся на кафедре «Технология и оборудование химических и пищевых производств»).

**Задача**

Рассчитать поверхность фильтрации фильтр-пресса по следующим данным: производительность по фильтрату 50 т/ч, плотность фильтрата 1,2 т/м<sup>3</sup>, вязкость - 1,2 сП. Концентрация твердой фаза 3,1 т/м<sup>3</sup>, порозность осадка 30% (объем.), удельное сопротивление осадка 5,3·10<sup>10</sup> Н·с/м<sup>3</sup>, сопротивление ткани 1,77·10<sup>9</sup> н·с/м<sup>3</sup>, перепад давления 4 ат., количество промывных вод 2,5 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> осадка, вязкость промывных вод 0,89 сП, толщина осадка 21,9 мм. Время вспомогательных операций 40 мин.

**7.5.2.2. Комплект оценочных материалов для промежуточной аттестации**

1. Основной кинетический закон.
2. Общие принципы анализа и расчета технологических процессов.
3. Характеристики дисперсных материалов.
4. Классификация гидромеханических процессов. Материальный баланс процессов.
5. Отстаивание. Определение скорости осаждения.
6. Схема расчета отстойников.

7. Осаждение в поле центробежных сил.
8. Циклонный процесс.
9. Осаждение в поле электрических сил.
10. Фильтрация. Кинетика фильтрации.
11. Фильтрация при постоянном перепаде давления. Определение констант фильтрации.
12. Фильтрация при постоянной скорости. Уравнение промывки.
13. Схема подбора фильтров.
14. Фильтрация под действием центробежных сил.
15. Интенсификация процессов фильтрации.
16. Псевдооживление. Гидродинамика псевдооживленного слоя.
17. Определение скорости начала псевдооживления и скорости витания.
18. Перемешивание. Характеристики и способы перемешивания.
19. Механическое перемешивание. Затраты мощности на перемешивание.
20. Схема подбора мешалок.
21. Способы распространения тепла и виды теплообмена.
22. Теплопроводность однослойной и многослойной стенок.
23. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи.
24. Аналогия переноса тепла и импульса.
25. Особенности теплоотдачи при вынужденном движении теплоносителя.
26. Теплоотдача при конденсации паров.
27. Теплоотдача при кипении жидкостей.
28. Радиационно-конвективный теплообмен.
29. Уравнение теплопередачи. Связь коэффициента теплопередачи с коэффициентами теплоотдачи.
30. Средняя движущая сила процесса теплопередачи и ее определение для различных схем движения теплоносителей.
31. Расчет температуры стенки и толщины тепловой изоляции.
32. Способы изменения интенсивности теплообмена.
33. Нагревание. Основные расчетные зависимости.
34. Охлаждение. Основные расчетные зависимости.
35. Основные расчетные зависимости при конденсации паров.
36. Схема расчета теплообменной аппаратуры.
37. Виды и способы выпаривания. Схемы выпарных установок и их сравнение.
38. Способы экономии тепловой энергии при выпаривании.
39. Температурные потери при выпаривании и их определение.
40. Общая и полезная разность температур при выпаривании.
41. Однокорпусное выпаривание.
42. Многокорпусное выпаривание.
43. Оптимальное число корпусов при многокорпусном выпаривании.
44. Многокорпусное выпаривание. Материальный и тепловой баланс.
45. Схема расчета многокорпусных выпарных установок.

#### 7.5.2.2. Критерии оценивания курсовой работы:

- умение работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой;
- умение собирать и систематизировать практический материал;
- умение самостоятельно осмысливать проблему на основе существующих методик;
- умение логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы;
- умение пользоваться информационными ресурсами;
- владение современными средствами телекоммуникаций;
- способность создать содержательную презентацию выполненной работы.

#### 7.5.2.3. Комплект оценочных материалов для промежуточной аттестации

Оценочные средства для текущей аттестации приведены в табл. 7.7.

Таблица 7.7 - Оценочные средства дисциплины для промежуточной аттестации

	Код формируемой компетенции	Вопросы (номера вопросов)	Задания (номера заданий)
1	ПСК-2, ПСК-3	1-45	1-7

7.6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Методические материалы представлены ниже:

- Положение о фонде оценочных средств для установления уровня сформированности компетенций обучающихся и выпускников на соответствие требованиям ФГОС ВО от 5 декабря 2014 г. [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/norm\\_dokym\\_ngty/pologo\\_fonde\\_ocen\\_sredstv.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/norm_dokym_ngty/pologo_fonde_ocen_sredstv.pdf) ;

- Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/norm\\_dokym\\_ngty/polog\\_kontrol\\_yspev.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/norm_dokym_ngty/polog_kontrol_yspev.pdf) ;

- Курсовое проектирование по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»: метод. указания по курсовому проектированию для студентов спец. 240801- «Машины и аппараты химических производств» всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: С.Р. Рузанов, С.И. Смирнов. Н. Новгород, 2012. – 71 с.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.ОД.7 Процессы и аппараты химической технологии	Б1.В Вариативная часть	
<input checked="" type="checkbox"/>	обязательная по выбору студента	<input type="checkbox"/>
		<input checked="" type="checkbox"/>
		базовая часть цикла вариативная часть цикла
(полное название дисциплины)		
15.03.02	Технологические машины и оборудование	
(код направления / специальности)	(полное название направления подготовки / специальности)	
ТМО	Уровень подготовки	Форма обучения
(аббревиатура направ- ления / специальности)	<input type="checkbox"/> специалист <input checked="" type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр	<input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная
_____ 2018	Семестр 5 Семестр 6	Количество групп _____ 1
(год утверждения учебного плана ОПОП)		Количество студентов _____ 10

Составители программы:

1) Рузанов С.Р. Дзержинский политехнический институт, кафедра «Технология и оборудование химических и пищевых производств», тел. 34-48-83.

## СПИСОК ИЗДАНИЙ

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. – М.: Химия, 2009. – 784 с.	59
2	Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л., Химия, 2005, 2007 - 497с.	57
3	Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Г.С. Борисов [и др.]; под ред. Ю. И. Дытнерского.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Химия, 2008.- 496 с.	12
4	Смирнов С.И., Рузанов С.Р., Сажина Е.Н. Процессы и аппараты химической технологии. Содержание курса, примеры расчетов и задания к контрольным работам: учеб. пособие (практикум)/С.И. Смирнов, С.Р. Рузанов, Е.Н. Сажина; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2017.– 215 с.	50
<b>2 Дополнительная литература</b>		
1	Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для ву-зов: В 2 кн. Ч. 1, 2. - М.: Химия, 1995.	137 135
2	Романков П.Г., Курочкина М.И. Гидромеханические процессы химической технологии. 2-е - изд. Л.: Химия, 1982. - 288 с.	5
3	Рамм В.М. Абсорбция газов. - М.: Химия, 1975. - 767 с.	39
4	Плановский А.Н., Муштаев В.И., Ульянов В.М. Сушка дисперсных материалов в химической промышленности. - М.: Химия, 1979. - 288 с.	4
5	Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы.- Л.: Химия, 1986.	1
6	Смирнов С.И., Рузанов С.Р., Сажина Е.Н. Процессы и аппараты химической технологии. Гидромеханические процессы: лабораторный практикум / С.И. Смирнов, С.Р. Рузанов, Е.Н. Сажина; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2014.– 91 с.	149
7	Смирнов С.И., Рузанов С.Р., Сажина Е.Н. Процессы и аппараты химической технологии. Содержание курса, примеры расчетов и задания к контрольным работам: учеб. пособие (практикум)/С.И. Смирнов, С.Р. Рузанов, Е.Н. Сажина; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2017.– 215с.	50
8	Рузанов С.Р., Смирнов С.И., Сажина Е.Н. Процессы и аппараты химической технологии. Тепловые и массообменные процессы: лабораторный практикум / С.Р. Рузанов, С.И. Смирнов, Е.Н. Сажина; Нижегород. гос. техн. университет им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2018.– 170 с.	99

### Основные данные об обеспеченности на

(дата составления рабочей программы)

основная литература  обеспечена  не обеспечена

дополнительная литература  обеспечена  не обеспечена

### 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

#### 9.1. Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование. <http://www.edu.ru/>
2. Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>
3. Естественный научно-образовательный портал. <http://www.en.edu.ru/>
4. Федеральный правовой портал. Юридическая Россия. <http://www.law.edu.ru/>
5. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. <http://www.ict.edu.ru/>
6. Федеральный образовательный портал. Социально-гуманитарное и политическое образование. <http://www.humanities.edu.ru/>

7. Российский портал открытого образования. <http://www.openet.edu.ru/>
8. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование. <http://www.techno.edu.ru/>
9. Федеральный образовательный портал. Здоровье и образование. <http://www.valeo.edu.ru/>
10. Федеральный образовательный портал. Международное образование. <http://www.international.edu.ru/>
11. Федеральный образовательный портал. Непрерывная подготовка преподавателей. <http://www.neo.edu.ru/wps/portal>
12. Государственное учреждение «Центр исследований и статистики науки» ЦИСН. Официальный сайт: <http://www.csrs.ru/about/default.htm>.
13. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ. Электронный ресурс: <http://www.gks.ru>.
- Зарубежные сетевые ресурсы
14. Архив научных журналов издательства <http://iopscience.iop.org/> и т.д.
- 9.2. Научно-техническая библиотека НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>
- 9.2.1. Электронные библиотечные системы  
Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»:  
*Электронный каталог книг* <http://library.nntu.nnov.ru/>  
*Электронный каталог периодических изданий* <http://library.nntu.nnov.ru/>  
*Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН* <http://www.vlibrary.ru/>  
Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE НГТУ»  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub)  
Электронная библиотека "Айбукс" <http://ibooks.ru/>  
Реферативные наукометрические базы  
*WebofScience* [http://apps.webofknowledge.com/UA\\_GeneralSearch\\_input.do](http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do)  
*Scopus* <http://www.scopus.com/>  
Реферативные журналы [http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref\\_gyrnal\\_14.htm](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref_gyrnal_14.htm)  
Госты Нормы, правила, стандарты и законодательство России  
<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>  
База данных гостов РосИнформ Вологодского ЦНТИ  
[http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/baza\\_gost.htm](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/baza_gost.htm)  
Бюллетени новых поступлений литературы в библиотеку  
<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>  
Ресурсы Интернет <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>  
Персональные библиографические указатели ученых НГТУ  
[http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl\\_ych.html](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl_ych.html)  
*Доступ онлайн*  
Научные журналы НЭИКОН  
ЭБС BOOK.ru.  
База данных зарубежных диссертаций "ProQuestDissertation&ThesesGlobal"  
ЭБС ZNANIUM.COM  
ЭБС издательства "Лань"  
ЭБС "Айбукс"  
База данных Scopus издательства Elsevier; База данных WebofScienceCoreCollection  
База данных Polpred.com Обзор СМИ  
Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/news.html>
- 9.3. Центр дистанционных образовательных технологий НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
Электронная библиотека [http://cdot-nntu.ru/?page\\_id=312](http://cdot-nntu.ru/?page_id=312)  
*Другое, что вы используете в качестве ресурсов сети «Интернет».*



9.4 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ <http://http://www.dpi-ngtu.ru/>

9.4.1. Электронные библиотечные системы

Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»: <http://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <http://biblio-online.at/home?1>

Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»

<http://window.edu.ru/catalog/>

Госты Нормы, правила, стандарты и законодательство России <http://gost-rf.ru/>

Электронная библиотека [eLIBRARY.RU](http://elibrary.ru/defaultx.asp) <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

9.4.2. Информационные ресурсы библиотеки ДПИ НГТУ

Электронный каталог - локально

Электронная библиотека - локально

База выполненных запросов - локально

**Реферативные журналы Falcon 2.0** - локально

Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс» - локально

Виртуальная выставка трудов преподавателей ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/1115—2015>

Виртуальная выставка трудов преподавателей ДПИ НГТУ (Архив) <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/862-virtvistavkaprepoddpingtu>

Библиографические указатели преподавателей ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/798-biblukazateli-prepodovdpi>

<http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/798-biblukazateli-prepodovdpi>

Бюллетень новых поступлений [http://dpi-ngtu.ru/doc\\_for\\_load/novie\\_postuplenia.pdf](http://dpi-ngtu.ru/doc_for_load/novie_postuplenia.pdf)

Периодические издания: «Периодические издания ДПИ НГТУ»; «Сводный список журналов»;

«Журналы в интернете» <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/periodizdaniya>

Виртуальные выставки <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/virtvistavki>

Научно-техническая библиотека НГТУ им. П.Е. Алексеева

<http://www.nntu.rii/RUS/biblioteka/bilt.html>

9.4.3. Интернет-ресурсы <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/resources>

Официальные сайты

Образовательные ресурсы

Библиотеки в интернете

Патенты и стандарты

Информационные центры

Энциклопедии, справочники, словари

9.4.4. Материалы в помощь студентам: <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/resources>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

10.1. Методические рекомендации, разработанные преподавателем:

Методические рекомендации для студентов по организации аудиторной работы по дисциплинам, закрепленным за преподавателями кафедры ПАХПТ, утверждены на заседании кафедры от 04.02.2015 г., протокол № 5.

10.2. Методические рекомендации НГТУ им. П.Е.Алексеева:

— Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. П.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20). Дата обращения 23.09.2015.

— Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. П.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samost\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf?20). Учебное пособие «Проведение за-

нятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf).

— Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf).

### 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при поиске и обработке информации по теме практических заданий, а также при выполнении лабораторной работы.

### 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 12.1 – Сведения о помещениях

№ ауд	Наименование аудитории	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
3104	Ауд. ПАХПТ	83,65	48
3106	Ауд. ПАХПТ	93,5	30
3107	Ауд. ПАХПТ	63,9	28

Таблица 12.2 – Основное учебное оборудование

№ ауд	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Перечень основного оборудования
1	Процессы и аппараты химической технологии	Ауд. № 3104: 1. Стенд теплообменников. 2. Стенд колонных аппаратов. 3. Установка ректификации. 4. Воздушная циркуляционная сушилка. Ауд. № 3106: 1. Стенд циклонов. 2. Вакуум-фильтр. Ауд. № 3107: 1. Выпарная установка. 2. Дроссельный эффект. 3. Бытовой холодильник.