



Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 14 августа 2020 года № 1026 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от \_\_05.06.2024\_\_ №\_\_10\_\_

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Технологическое оборудование и транспортные системы

протокол от \_\_10.06.2024\_\_ №\_\_8\_\_

Зав. кафедрой к.т.н доцент

\_\_\_\_\_  
(подпись)

В.А.Диков

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедры Технологическое оборудование и транспортные системы  
к.т.н. доцент

\_\_\_\_\_  
(подпись)

В.А.Диков

Начальник ОУМБО

\_\_\_\_\_  
(подпись)

И.В.Старикова

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: 15.04.02 - 12

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	8
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	14
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	24
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	25
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	26
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	26
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	28
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	31

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1 Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение современных и перспективных конструкций оборудования химической промышленности

### 1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):

— знание современных и перспективных конструкций оборудования химической промышленности.

— применение знаний о современных и перспективных конструкциях оборудования химической промышленности при проектировании и расчете химического и нефтехимического оборудования.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: математика, информационные технологии, инженерная графика, техническая механика, процессы и аппараты химической технологии.

Дисциплина «Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности» является основополагающей для выполнения преддипломной практики и выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ

### ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Семестры формирования компетенции					
		1 курс		2 курс		3 курс	
		семестр		семестр		семестр	
		1	2	3	4	5	6
ОПК-4	Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности						

	Номенклатура и аудит нормативно-технической документации химического машиностроения						
	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР						
ОПК-9	<b>Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности</b>						
	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР						
ПК-1	<b>Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности</b>						
	Специальные главы динамики и прочности технологического						
	Управление качеством						
	Диагностика, обслуживание и ремонт технологического оборудования						
	Надежность, технический риск в сложных технических системах						
	Ознакомительная практика						
	Новые конструкционные материалы						
	Безопасная эксплуатация производственных объектов						
	Преддипломная практика						
	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР						
ПК-2	<b>Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности</b>						
	Специальные главы динамики и прочности технологического						
	Проектно-технологическая практика						
	Проектирование объектов химической промышленности						
	Технико-экономическое проектирование предприятий и производств						
	Современные подходы к организационно-управленческой						
	Проектирование типовых технологических процессов изготовления химического						
	Проект-менеджмент в химической промышленности и машиностроении						
	Преддипломная практика						
	Научно-исследовательская работа						
	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР						

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
ОПК-4. Способен разрабатывать методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин	ИОПК-4.1. Разрабатывает методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин	<b>Знать:</b> методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин	<b>Уметь:</b> применять на практике методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин	<b>Владеть:</b> методическими и нормативными документами при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин	Вопросы для собеседования при сдаче отчетов о лабораторных работах Собеседование при сдаче практических работ	Комплект вопросов для сдачи экзамена

ОПК-9. Способен разрабатывать новое технологическое оборудование	ИОПК-9.1. Разрабатывает новое технологическое оборудование	<b>Знать:</b> нормативные документы по разработке нового технологического оборудования	<b>Уметь:</b> применять на практике нормативные документы по разработке нового технологического оборудования	<b>Владеть:</b> нормативными документами по разработке нового технологического оборудования	Вопросы для собеседования при сдаче отчетов о лабораторных работах Собеседование при сдаче практических работ	Комплект вопросов для сдачи экзамена
ПК-1 Способен обеспечивать безопасную и эффективную работу оборудования, организовывать ремонтные работы и реконструкцию	ИПК-1.1. Обеспечивает безопасную и эффективную работу оборудования, организывает ремонтные работы и реконструкцию	<b>Знать:</b> нормативные документы по обеспечению безопасной и эффективной работы оборудования, ремонтным работам и реконструкции	<b>Уметь:</b> применять на практике нормативные документы по обеспечению безопасной и эффективной работы оборудования, ремонтным работам и реконструкции	<b>Владеть:</b> нормативными документами по обеспечению безопасной и эффективной работы оборудования, ремонтным работам и реконструкции	Вопросы для собеседования при сдаче отчетов о лабораторных работах Собеседование при сдаче практических работ	Комплект вопросов для сдачи экзамена
ПК-2 Способен к разработке проектных решений, конструкторской, технологической, технической документации в химическом машиностроении	ИПК-2.1. Разрабатывает проектные решения, конструкторскую, технологическую, техническую документацию химического машиностроения	<b>Знать:</b> правила разработки проектных решений, конструкторской, технологической, технической документации в химическом машиностроении	<b>Уметь:</b> применять на практике правила разработки проектных решений, конструкторской, технологической, технической документации в химическом машиностроении	<b>Владеть:</b> правилами разработки проектных решений, конструкторской, технологической, технической документации в химическом машиностроении	Вопросы для собеседования при сдаче отчетов о лабораторных работах Собеседование при сдаче практических работ	Комплект вопросов для сдачи экзамена



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед./180 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл. 3 и 4.

Формат изучения дисциплины: с использованием элементов электронного обучения.

Таблица 3

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам  
для студентов очной формы обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	60	60
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	51	51
- лекции (Л)	17	17
- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	34	34
- практикумы (П)	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	9	9
- групповые консультации по дисциплине	7	7
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	2	2
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата (доклада, эссе	-	-
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	84	84
<b>Вид промежуточной аттестации экзамен</b>	Экз.36	Экз36
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	180/5	180/5

Таблица 4

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам  
для студентов очно-заочной формы обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	60	60
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	51	51
- лекции (Л)	17	17
- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	34	34
- практикумы (П)	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	9	9
- групповые консультации по дисциплине	7	7
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	2	2
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата (доклада, эссе	-	-
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	84	84
<b>Вид промежуточной аттестации экзамен</b>	Экз.36	Экз36
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	180/5	180/5

#### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам, приведено в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

#### Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной формы обучения

Планируемые контролируемые ) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>3 семестр</b>									
ОПК-4; ИОПК-4.1. ОПК-9; ИОПК-9.1. ПК-1; ИПК-1.1. ПК-2; ИПК-2.1.	Раздел 1. Общие сведения об оборудовании химических производств		-	-		Подготовка к лекциям, собеседованию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 5-32,	Собеседование		
	Тема 1.1. Классификация оборудования	1			6				
	Тема 1.2. Требования, предъявляемые к химическому оборудованию	1			8				
	Раздел 2. Современные и перспективные конструкции оборудования для гидромеханических процессов	4	-	20	25	Подготовка к лекциям, собеседованию, выполнение заданий для самостоятельной	Собеседование		

Планируемые контролируемые ) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<p><b>Тема 2.1.</b> Оборудование для разделения жидких неоднородных систем</p> <p><b>Тема 2.2.</b> Оборудование для разделения газовых неоднородных систем</p>	3			10	работы. 6.1.1: С.322-442,			
	<p><b>Раздел 3.</b> Современные и перспективные конструкции оборудования для тепловых процессов</p> <p><b>Тема 3.1.</b> Рекуперативные теплообменные аппараты</p> <p><b>Тема 3.2.</b> Смесительные теплообменные аппараты</p> <p><b>Тема 3.3.</b> Регенеративные теплообменные аппараты</p>	6	-	14	25	Подготовка к лекциям, собеседованию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.443-510,	Собеседование		
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>17</b>		<b>34</b>	<b>84</b>				



## Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очно-заочной формы обучения

Планируемые контролируемые ) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>Зсеместр</b>									
ОПК-4; ИОПК-4.1. ОПК-9; ИОПК-9.1. ПК-1; ИПК-1.1. ПК-2; ИПК-2.1.	<p><b>Раздел 1.</b> Общие сведения об оборудовании химических производств</p> <p><b>Тема 1.1.</b> Классификация оборудования</p> <p><b>Тема 1.2.</b> Требования, предъявляемые к химическому оборудованию</p>	1  1	-  -	-  -	6  8	Подготовка к лекциям, собеседованию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 5-32,	Собеседование		

Планируемые контролируемые ) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час	Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа		Лекции, час					
		Лабораторные работы, час	Практические занятия, час						
	<p><b>Раздел 2.</b> Современные и перспективные конструкции оборудования для гидромеханических процессов</p> <p><b>Тема 2.1.</b> Оборудование для разделения жидких неоднородных систем</p> <p><b>Тема 2.2.</b> Оборудование для разделения газовых неоднородных систем</p>	4	-	20	25	Подготовка к лекциям, собеседованию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.322-442,	Собеседование		
		3			10				

Планируемые контролируемые ) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<b>Раздел 3.</b> Современные и перспективные конструкции оборудования для тепловых процессов <b>Тема 3.1.</b> Рекуперативные теплообменные аппараты <b>Тема 3.2.</b> Смесительные теплообменные аппараты <b>Тема 3.3.</b> Регенеративные теплообменные аппараты	6 1 1	-	14	25  10	Подготовка к лекциям, собеседованию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.443-510,	Собеседование		
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>17</b>		<b>34</b>	<b>84</b>				

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

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

**Примерная тематика курсовых проектов:**

1. Обзор патентной литературы и проектирование лабораторного гидроциклона
2. Литературный обзор и проектирование лабораторной установки «колонные аппараты»
3. Патентный поиск и составление заявки на патент «контактное устройство колонного аппарата»

Пример заданий к практическим занятиям

Расчет фильтра периодического действия

### ЗАДАЧА №1

Расчитать среднюю производительность фильтра периодического действия по следующим исходным данным:

Исходные данные:

- |  |   |
|--|---|
| 1. Марка фильтра                                 | 1ФПАКМ10У                               |
| Основные параметры фильтра:                      |   |
| Площадь  | $F_{\phi} = 10 \text{ м}^2$             |
| Давление фильтрования                            | $\Delta P_o = 12 \cdot 10^5 \text{ Па}$ |
| Толщина листа (рамы)                             | 38 мм                                   |
| Число фильтрующих элементов                      | 12                                      |
| Вход суспензии                                   | $d_q = 65 \text{ мм}$                   |
| 2. Допускаемый переход давления при фильтровании | $\Delta P_q = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$  |
| 3. Высота слоя осадка                            | $h_{oc} = 12 \text{ мм}$                |
| 4. Массовая концентрация твердой фазы            | $x_m = 3,7\%$                           |
| 5. Плотность жидкой фазы                         | $\rho_{ж} = 1037 \text{ кг/м}^3$        |
| 6. Плотность твердой фазы                        | $\rho_{т} = 1310 \text{ кг/м}^3$        |

7. Динамическая вязкость фильтрата	$\mu = 1,12 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$
8. Константа степени сжимаемости осадка	$A = 51,3 \cdot 10^{-9}$
Показатель степени сжимаемости осадка (для уравнения 4.13. Соколов В.Н., стр. 86)	$n = 0,37$
$r_b = A(\Delta p)^n$	
9. Сопротивление фильтрующей перегородки	$r_{\text{фп}} = 1,2 \cdot 10^9 \text{ 1/м}$
10. Массовая влажность осадка после фильтрования	$w = 56\%$
11. Удельный расход промывной жидкости на 1 кг влажного осадка	$v_{\text{пр}} = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$
12. Вязкость промывной жидкости	$\mu_{\text{пр}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$
13. Время сушки осадка	$\tau_c = 150 \text{ с}$
14. Время на проведение вспомогательных операций	$\tau_b = 240 \text{ с}$
15. Тип процесса	разделение

## Расчет фильтрующей центрифуги периодического действия

### ЗАДАЧА №2

Рассчитать среднюю производительность фильтрующей центрифуги периодического действия на основании исходных данных полученных на лабораторной центрифуге.

#### Исходные данные:

1. Тип центрифуги	- ФМД-80
2. Массовая концентрация твердой фазы	- $x_m =$
3. Плотность твердой фазы	- $\rho_T = 1470 \text{ кг}$
4. Плотность жидкой фазы	- $\rho_{\text{ж}} = 995 \text{ кг/м}^3$
5. Вязкость жидкой фазы	- $\mu = 0,76 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$
6. Удельное объемное сопротивление осадка	- $r_O = 1,1 \cdot 10^{11} \text{ 1/м}^2$
7. Удельное сопротивление фильтрующей перегородки	- $r_{\text{ф.п}} = 8,2 \cdot 10^9 \text{ 1/м}$

8. Отношение объема образовавшегося осадка к объему отфильтрованной суспензии -  $x_1 = 0,28$
9. Порозность осадка -  $\varepsilon_{OC} = 0,46$
10. Удельный объем промывной жидкости на 1 кг твердой фазы -  $v_{пр.ж} = 1,2 \text{ м}^3 / \text{кг}$
11. Вязкость промывной жидкости -  $\mu_{пр.ж} = 0,96 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$
12. Время сушки осадка -  $\tau_C = 210 \text{ с}$
13. Время вспомогательных операций (разгон, торможение, выгрузка осадка, регенерация фильтрующей поверхности) -  $\tau_B = 240 \text{ с}$

### Расчет радиального отстойника

#### ЗАДАЧА №3

Рассчитать и выбрать радиальный отстойник непрерывного действия для очистки сточных вод от взвешенных частиц по следующим исходным данным:

#### Исходные данные:

1. Производительность по питанию  $V_c = 20 \text{ м}^3 / \text{ч}$   
(надо перевести в  $\text{м}^3 / \text{с}$ )  $V_c = 0,0056 \text{ м}^3 / \text{с}$
2. Твердая фаза песок кварцевый
3. Плотность твердой фазы  $\rho_T = 2600 \text{ кг} / \text{м}^3$
4. Диаметр наименьших частиц подлежащих осаждению (брать не менее  $15 \div 200 \text{ кмк}$ )  $\delta = 30 \text{ кмк}$
5. Начальная концентрация ....  $x_c = 6\% \text{ масс}$
6. Среднее разбавление в зоне сгущения  $T : Ж = 1 : 5 \text{ (кг/кг)}$

### Расчет осадительной центрифуги

#### ЗАДАЧА №4

Рассчитать производительность осадительной центрифуги типа ОГШ по заданной крупности разделения  $d_K$ .

Исходные данные:

Техническая характеристика центрифуг ОГШ (Соколов В.Н., табл.5.6, стр.131).

Исходные данные:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. Тип центрифуги                     | ОГШ-50   |
| 2. Отношение                          | $L/D = 2$  |
| 3. Плотность твердой фазы             | $\rho_T = 1200 \text{ кг} / \text{м}^3$                                    |
| 4. Плотность жидкой фазы              | $\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3$                           |
| 5. Вязкость жидкости                  | $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$                          |
| 6. Массовая концентрация твердой фазы | $x_m = 25\%$<br>(в долях - $x_m = 0,25$ )                                  |
| 7. Длина зоны осаждения               | $l = 450 \text{ мм}$   |
| 8. Крупность разделения               | $\delta_K = 7,0 \text{ мкм}$<br>$\delta_K = 0,007 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ |
| 9. Диаметр сливного борта барабана    | $D_6 = 380 \text{ мм}$   |

### Расчет кожухотрубчатого теплообменника

#### ЗАДАЧА №5

Рассчитать и подобрать стандартизованный теплообменник по следующему условию задачи:

Исходные данные:

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Назначение аппарата                 | - холодильник                                    |
| Тип аппарата                        | - кожухотрубчатый теплообменник                  |
| Рабочая среда                       | - бензол   |
| Расход рабочей среды                | - $G_1 = 28000 \text{ кг/ч} = 7,78 \text{ кг/с}$ |
| Начальная температура рабочей среды | - $t_1 = 100^\circ \text{C}$                     |

Конечная температура рабочей среды	- $t_2 = 30^\circ\text{C}$
Давление рабочей среды	- $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$
Допускаемые потери давления по потоку охлаждающей воды	- $\Delta p = 0,13 \cdot 10^5 \text{ Па}$

**Перечень вопросов к экзамену в 3 семестре по дисциплине «Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности»**

1. Классификация оборудования химических предприятий.
2. Требования, предъявляемые к химическому оборудованию.
3. Радиальные отстойники. Современные и перспективные конструкции.
4. Горизонтальные и вертикальные отстойники. Современные и перспективные конструкции.
5. Гидроциклоны. Современные и перспективные конструкции.
6. Отстойные центрифуги периодического действия: маятниковые, горизонтальные. Современные и перспективные конструкции.
7. Осадительные горизонтальные центрифуги со шнековой выгрузкой осадка (ОГШ). Современные и перспективные конструкции.
8. Сепараторы и сверхцентрифуги. Современные и перспективные конструкции.
9. Характеристика процессов разделения суспензий фильтрованием: классификация оборудования, режимы фильтрования.
10. Нутч-фильтры и фильтр-прессы периодического действия. Современные и перспективные конструкции.
11. Листовые и патронные фильтры периодического действия. Современные и перспективные конструкции.
12. Барабанные, дисковые и ленточные вакуумные фильтры непрерывного действия. Современные и перспективные конструкции.
13. Фильтрующие центрифуги периодического действия: маятниковые, подвесные, горизонтальные. Современные и перспективные конструкции.
14. Характеристика процессов разделения газовых неоднородных систем: физические основы процессов разделения, классификация оборудования.
15. Гравитационные и инерционные пылеуловители. Обоснование путей повышения эффективности пылеулавливания. Современные и перспективные конструкции.

16. Центробежные пылеуловители: циклоны, вихревые пылеуловители. Современные и перспективные конструкции.
17. Мокрые пылеуловители (скрубберы): полые форсуночные, пенные, скоростные газопромыватели (скрубберы Вентури). Современные и перспективные конструкции.
18. Рукавные фильтры из тканых и нетканых материалов. Современные и перспективные конструкции.
19. Волокнистые и патронные фильтры для очистки технологических газов и воздуха. Современные и перспективные конструкции.
20. Электрофильтры для очистки газов от пылей и туманов. Современные и перспективные конструкции.
21. Характеристика процессов теплообмена: классификация теплообменных аппаратов, теплоносители, области их применения.
22. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты. Основные элементы конструкции: размещение и крепление труб в трубных решётках, соединение трубной решётки с кожухом, перегородки, штуцера. Последовательность расчёта теплообменника с целью выбора стандартизованного аппарата.
23. Кожухотрубчатые теплообменники. Современные и перспективные конструкции.
24. Смесительные конденсаторы: насадочные и полочные (тарельчатые). Современные и перспективные конструкции.
25. Регенеративные теплообменные аппараты с неподвижной и движущейся насадкой. Современные и перспективные конструкции

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы и традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся заочной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 7 и 8.



## 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» 0-54% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ОПК-4. Способен разрабатывать методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин	ИОПК-4.1. Разрабатывает методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает документов по разработке проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания документов по разработке проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ОПК-9. Способен разрабатывать новое технологическое оборудование	ИОПК-9.1. Разрабатывает новое технологическое оборудование	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает документов по разработке нового технологического оборудования, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению	Фрагментарные, поверхностные знания документов по разработке нового технологического оборудования. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала.	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное;

		последующего материала	Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении		допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ПК-1 Способен обеспечивать безопасную и эффективную работу оборудования, организовывать ремонтные работы и реконструкцию	ИПК-1.1. Обеспечивает безопасную и эффективную работу оборудования, организовывает ремонтные работы и реконструкцию	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает нормативных документов по обеспечению безопасной и эффективной работы оборудования, ремонтным работам и реконструкции, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания нормативных документов по обеспечению безопасной и эффективной работы оборудования, ремонтным работам и реконструкции. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ПК-2 Способен к разработке проектных решений, конструкторской, технологической, технической документации в химическом машиностроении	ИПК-2.1. Разрабатывает проектные решения, конструкторскую, технологическую, техническую документацию химического машиностроения	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не может разрабатывать проектные решения, конструкторскую, технологическую, техническую документацию химического машиностроения, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания методики разработки проектных решений, конструкторской, технологической, технической документации химического машиностроения. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

			отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении		
--	--	--	--	--	--

## Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) - зачтено	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) - зачтено	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) - зачтено	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) – не зачтено	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 6.1. Учебная литература

- 6.1.1 Машины и аппараты химических производств: учебник для вузов / А.С. Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С. Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2014. – 856 с.
- 6.1.2 Машины и аппараты химических производств: учеб. пособие для вузов / А.С. Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С. Тимонина. – Калуга: Издательство Н.Ф. Бочкарёвой, 2008. – 872 с
- 6.1.3 Поникаров И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. – М.: Альфа-М, 2006. – 608 с..
- 6.1.4 Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексева. – Н.Новгород, 2015. – 633 с.
- 6.1.5 Курсовое проектирование по дисциплинам «Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности», «Современные и перспективные конструкции оборудования пищевой промышленности»: метод. указания по курсовому проектированию для студентов направления подготовки 15.04.02 – Технологические машины и оборудование (магистерские программы: «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств», «Машины и аппараты пищевых производств») всех форм обучения / А.А.Сидягин, А.М.Петровский; НГТУ им.Р.Е.Алексева. – Н.Новгород, 2020. – 46с.

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

## 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 информационных справочных систем

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

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении практических работ, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 10

#### Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
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	Виртуальная книжная полка НТБ НГТУ	<a href="http://cdot-nttu.ru/электронная_библиотека">http://cdot-nttu.ru/электронная библиотека</a>
4	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 11

#### Программное обеспечение

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSparkPremium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>
3	Консультант Плюс	PTC Mathcad Express <a href="https://www.mathcad.com/ru">https://www.mathcad.com/ru</a>

#### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 13 указан перечень профессиональных баз данных и информационных

справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 12

**Перечень современных профессиональных баз данных  
и информационных справочных систем**

<b>№ п/п</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	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</a>
4	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети

## 8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 14 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 13

**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

Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ

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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 14

**Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	<p><b>3204</b> Аудитория для лекционных занятий, 53 посадочных места</p> <p>Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49</p>	<p>Комплект демонстрационного оборудования:</p> <p>ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 15' – 1шт.</p> <p>Мультимедийный проектор Epson- 1 шт;</p> <p>Экран – 1 шт.</p>	
2	<p><b>3112</b> Аудитория для лекционных занятий, 33 посадочных места</p> <p>Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49</p>	<p>Комплект демонстрационного оборудования:</p> <p>ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 15' – 1шт.</p> <p>Мультимедийный проектор Epson- 1 шт;</p> <p>Экран – 1 шт.</p>	
3	<p><b>2207</b> Лаборатория «Технологические машины и оборудование», 30 посадочных мест</p> <p>Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул.</p>	<p>Лабораторные установки по изучению питателя винтового, дробилки щековой, сита вибрационного, смесителя емкостного с мешалками, оросительно-распределительного устройства для плёночного</p>	

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	Гайдара, д. 49	аппарата, теплообменного плёночного аппарата, теплообменного аппарата с оребренными трубами, аппарата с псевдооживленным слоем, колонны насадочной, колонны тарельчатой, предохранительных устройств.	
4	<b>3205</b> зал САПР - помещение для СРС, курсового и дипломного проектирования,  Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	ПК на базе Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ – 10 шт.  ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium)</li> <li>• Apache OpenOffice 4.1.8 (свободное ПО);</li> <li>• Mozilla Firefox (свободное ПО);</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> <li>• КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);</li> </ul>
5	<b>1234</b>  Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал;  Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования:  ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1шт.  Мультимедийный проектор Epson- 1 шт;  Экран – 1 шт.;;  Набор учебно-наглядных пособий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 10 Домашняя (поставка с ПК)</li> <li>• LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО)</li> <li>• Foxit Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО)</li> </ul>
6	1443а компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ПК на базе Intel Celeron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17' – 4 шт.</li> </ul> ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium)</li> <li>• Apache OpenOffice 4.1.8 (свободное ПО);</li> <li>• Mozilla Firefox (свободное ПО);</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> <li>• КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);</li> </ul>

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания

При преподавании дисциплины «Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций в виде слайдов находятся в свободном доступе и могут быть получены до чтения лекций и проработаны обучающимися в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, **практических** занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме **защиты курсового проекта** и экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся 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, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

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

**Результат обучения считается несформированным**, если обучающийся 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**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 5 и 6). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Лабораторных работ нет.

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

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающихся на занятиях и в качестве выполненных заданий для самостоятельной работы и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (таблица 15). 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.

### **10.5. Методические указания для выполнения контрольной работы обучающимися очно-заочной формы обучения**

При выполнении контрольной работы рекомендуется проработка материалов лекций по темам, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

Выполнение контрольной работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине.

### **10.6. Методические указания для выполнения курсового проекта**

#### **Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

1. Обзор патентной литературы и проектирование лабораторного гидроциклона
2. Литературный обзор и проектирование лабораторной установки «колонные аппараты»
3. Патентный поиск и составление заявки на патент «контактное устройство колонного аппарата»

Тематика курсовых проектов должна быть актуальной и отражать современные достижения науки и техники

Курсовые проекты выполняются в соответствии с методическими указаниями:

Сидягин А.А. Курсовое проектирование по дисциплинам «Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности», «Современные и перспективные конструкции оборудования пищевой промышленности»: метод. Указания по курсовому проектированию для студентов направления подготовки 15.04.02 – Технологические машины и оборудование (магистерские программы: «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств», «Машины и аппараты пищевых производств») всех форм обучения / А.А.Сидягин, А.М.Петровский; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. – Н.Новгород, 2020. – 46с.

Выполнение курсового проекта способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

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

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

Для текущего контроля знаний обучающихся по дисциплине **проводится комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение практических работ;
- проведение контрольных работ для обучающихся заочной формы обучения;
- выполнение заданий для самостоятельной работы для обучающихся очной формы обучения;
- экзамен.

#### **11.1.1. Типовые задания к практическим занятиям**

- 1) Расчет фильтра периодического действия
- 2) Расчет радиального отстойника
- 3) Расчет фильтрующей центрифиги

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

1. Классификация оборудования химических предприятий.
2. Требования, предъявляемые к химическому оборудованию.
3. Радиальные отстойники. Современные и перспективные конструкции.

#### **11.1.3. Типовые задания для контрольной работы обучающихся заочной формы обучения**

Вариант 1

Рассчитать и подобрать стандартизованный теплообменник по следующему условию задачи:

Исходные данные:

Назначение аппарата	- холодильник
Тип аппарата	- кожухотрубчатый теплообменник
Рабочая среда	- бензол
Расход рабочей среды	- $G_1 = 28000 \text{ кг/ч} = 7,78 \text{ кг/с}$
Начальная температура рабочей среды	- $t_1 = 100^\circ \text{C}$
Конечная температура рабочей среды	- $t_2 = 30^\circ \text{C}$
Давление рабочей среды	- $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$
Допускаемые потери давления по потоку охлаждающей воды	- $\Delta p = 0,13 \cdot 10^5 \text{ Па}$

Вариант 2

Рассчитать производительность осадительной центрифуги типа ОГШ по заданной крупности разделения  $d_k$ .

Исходные данные:

Техническая характеристика центрифуг ОГШ (Соколов В.Н., табл.5.6, стр.131).

Исходные данные:

- |  |  |
|--|--|
| 11. Тип центрифуги                     | ОГШ-50   |
| 12. Отношение                          | $L/D = 2$  |
| 13. Плотность твердой фазы             | $\rho_T = 1200 \text{ кг} / \text{м}^3$                                    |
| 14. Плотность жидкой фазы              | $\rho_{Ж} = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3$                                  |
| 15. Вязкость жидкости                  | $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$                          |
| 16. Массовая концентрация твердой фазы | $x_m = 25\%$<br>(в долях - $x_m = 0,25$ )                                  |
| 17. Длина зоны осаждения               | $l = 450 \text{ мм}$   |
| 18. Крупность разделения               | $\delta_K = 7,0 \text{ мкм}$<br>$\delta_K = 0,007 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ |
| 19. Диаметр сливного борта барабана    | $D_6 = 380 \text{ мм}$   |

Вариант 3

Рассчитать и выбрать радиальный отстойник непрерывного действия для очистки сточных вод от взвешенных частиц по следующим исходным данным:

Исходные данные:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Производительность по питанию<br>(надо перевести в м <sup>3</sup> /с)                         | $V_c = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$<br>$V_c = 0,0056 \text{ м}^3/\text{с}$ |
| 2. Твердая фаза  | песок кварцевый  |
| 3. Плотность твердой фазы  | $\rho_T = 2600 \text{ кг}/\text{м}^3$                                  |
| 4. Диаметр наименьших частиц подлежащих осаждению<br>(брать не менее $15 \div 200 \text{ мкм}$ ) | $\delta = 30 \text{ мкм}$  |
| 5. Начальная концентрация ....   | $x_c = 6\% \text{ масс}$   |

6. Среднее разбавление в зоне сгущения

$T : Ж = 1 : 5$  (кг/кг)

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

Форма проведения промежуточной аттестации по экзамен в устно-письменной форме по экзаменационным билетам и защита курсового проекта

### **Защита курсового проекта.**

Результаты защиты курсового проекта выставляются по четырехбальной системе оценивания ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно") с проставлением количества баллов, набранных в соответствии с балльно-рейтинговой системой (по стобальной шкале).

### **Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

(ОПК-4; ИОПК-4.1. ОПК-9; ИОПК-9.1. ПК-1; ИПК-1.1. ПК-2; ИПК-2.1.)

1. Классификация оборудования химических предприятий.
2. Требования, предъявляемые к химическому оборудованию.
3. Радиальные отстойники. Современные и перспективные конструкции.
4. Горизонтальные и вертикальные отстойники. Современные и перспективные конструкции.
5. Гидроциклоны. Современные и перспективные конструкции.
6. Отстойные центрифуги периодического действия: маятниковые, горизонтальные. Современные и перспективные конструкции.
7. Осадительные горизонтальные центрифуги со шнековой выгрузкой осадка (ОГШ). Современные и перспективные конструкции.
8. Сепараторы и сверхцентрифуги. Современные и перспективные конструкции.
9. Характеристика процессов разделения суспензий фильтрованием: классификация оборудования, режимы фильтрования.
10. Нутч-фильтры и фильтр-прессы периодического действия. Современные и перспективные конструкции.
11. Листовые и патронные фильтры периодического действия. Современные и перспективные конструкции.
12. Барабанные, дисковые и ленточные вакуумные фильтры непрерывного действия. Современные и перспективные конструкции.

13. Фильтрующие центрифуги периодического действия: маятниковые, подвесные, горизонтальные. Современные и перспективные конструкции.
14. Характеристика процессов разделения газовых неоднородных систем: физические основы процессов разделения, классификация оборудования.
15. Гравитационные и инерционные пылеуловители. Обоснование путей повышения эффективности пылеулавливания. Современные и перспективные конструкции.
16. Центробежные пылеуловители: циклоны, вихревые пылеуловители. Современные и перспективные конструкции.
17. Мокрые пылеуловители (скрубберы): полые форсуночные, пенные, скоростные газопромыватели (скрубберы Вентури). Современные и перспективные конструкции.
18. Рукавные фильтры из тканых и нетканых материалов. Современные и перспективные конструкции.
19. Волокнистые и патронные фильтры для очистки технологических газов и воздуха. Современные и перспективные конструкции.
20. Электрофильтры для очистки газов от пылей и туманов. Современные и перспективные конструкции.
21. Характеристика процессов теплообмена: классификация теплообменных аппаратов, теплоносители, области их применения.
22. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты. Основные элементы конструкции: размещение и крепление труб в трубных решётках, соединение трубной решётки с кожухом, перегородки, штуцера. Последовательность расчёта теплообменника с целью выбора стандартизованного аппарата.
23. Кожухотрубчатые теплообменники. Современные и перспективные конструкции.
24. Смесительные конденсаторы: насадочные и полочные (тарельчатые). Современные и перспективные конструкции.
25. Регенеративные теплообменные аппараты с неподвижной и движущейся насадкой. Современные и перспективные конструкции.