

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

**Дзержинский политехнический институт (филиал)**

**УТВЕРЖДАЮ:**

**Директор института:**

\_\_\_\_\_ **А.М.Петровский**

“   10   ” июня    2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.31 Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра      Технологическое оборудование и транспортные системы

Кафедра-разработчик      Технологическое оборудование и транспортные системы

Объем дисциплины            216/6  
   часов/з.е

Промежуточная аттестация   Экзамен

Разработчик: к.т.н., доцент В.М.Косырев

Дзержинск, 2024г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 09 августа 2021 года № 728 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 \_\_\_\_\_ В.А.Диков  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедры Технологическое оборудование и транспортные системы  
к.т.н, доцент \_\_\_\_\_ В.А.Диков  
(подпись)

Начальник ОУМБО \_\_\_\_\_ И.В. Старикова  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: 15.03.02 - 31

## 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.....	22
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	30
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	31
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	32
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	32
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	34
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	36

## **1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1 Цель освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является изучение основ технологических процессов изготовления технологического оборудования химических и нефтехимических производств

### **1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):**

---- применение основ технологии машиностроения при проектировании технологических процессов изготовления технологического оборудования химических и нефтехимических производств.

---- знание основ технологии изготовления химического и нефтехимического оборудования.

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

Учебная дисциплина «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли» включена в перечень дисциплин базовой части, определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Физика, Математика, Материаловедение, Технология конструкционных материалов, Теоретическая механика, Техническая механика, Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии.

Дисциплина Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Машины и аппараты химических производств, Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс.

Рабочая программа дисциплины «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) разрабатывается индивидуально с учетом психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

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

Дисциплины, участвующие в формировании компетенций для очного и заочного обучения приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Формирование компетенций дисциплинами для очной формы обучения

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Семестры формирования компетенции							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		семестр		семестр		семестр		семестр	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-5	Метрология стандартизация и сертификация								
	<i>Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли</i>								
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								
ОПК-12	Материаловедение								
	Технология конструкционных материалов								
	Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии								
	<i>Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли</i>								
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								
ОПК-13	Теоретическая механика								
	Техническая механика								
	<i>Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли</i>								
	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
<b>ОПК-5</b> - Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил	<b>ИОПК-5.1.</b> Работает с законодательными и нормативно-правовыми актами, стандартами и методическими материалами в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> законодательные и нормативно-правовые акты, стандарты и методические материалы для профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> применять на практике законодательные и нормативно-правовые акты, стандарты и методические материалы для профессиональной деятельности	<b>Владеть:</b> методами использования законодательных и нормативно-правовых актов, стандартов и методических материалов для профессиональной деятельности	Вопросы для собеседования при сдаче отчётов о лабораторных работах. Собеседование при сдаче задач. Тестирование в системе MOODLE. Собеседование при сдаче курсовой работы..	Комплект вопросов для сдачи экзамена
<b>ОПК-12</b> - Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	<b>ИОПК-12.3.</b> Учитывает влияние свойств конструкционного материала (специфика строения, получения и обработки) на надежность технологических машин и оборудования	<b>Знать:</b> основные и вспомогательные материалы, используемые в оборудовании, их технологические и прочностные свойства, критерии выбора материалов	<b>Уметь:</b> применять основные и вспомогательные материалы, в оборудовании, применять критерии выбора материалов, их технологические и прочностные свойства для обеспечения надежности оборудования.	<b>Владеть:</b> навыками повышения надежности технологических машин и оборудования на стадиях их проектирования, изготовления и эксплуатации	Вопросы для собеседования при сдаче отчётов о лабораторных работах. Собеседование при сдаче задач. Тестирование в системе MOODLE. Собеседование при сдаче курсовой работы..	Комплект вопросов для сдачи экзамена

<p><b>ОПК-13</b> - Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования</p>	<p>ИОПК-13.1. Ориентируется в типовых конструкциях деталей и узлов машин, связывает их характеристики с областью применения</p>	<p><b>Знать:</b> основные типы конструкций оборудования и требования, предъявляемые к ним</p>	<p><b>Уметь:</b> применять основные типы конструкций оборудования и требования, предъявляемые к ним, стандартные методики прочностного расчёта типовых элементов оборудования</p>	<p><b>Владеть:</b> способностью ориентироваться в типовых конструкциях деталей и узлов машин, связывать их характеристики с областью применения, применять стандартные методики прочностного расчета типовых элементов оборудования</p>	<p>Вопросы для собеседования при сдаче отчётов о лабораторных работах. Собеседование при сдаче задач. Тестирование в системе MOODLE. Собеседование при сдаче курсовой работы..</p>	<p>Комплект вопросов для сдачи экзамена</p>
	<p>ИОПК-13.3. Применяет стандартные методики прочностного расчета типовых элементов оборудования</p>					

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет бзач.ед./216 час., распределение часов по видам работ и 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
		6
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>	<b>110</b>	<b>110</b>
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
- лекции (Л)	<b>51</b>	<b>51</b>
- лабораторные работы (ЛР)	<b>17</b>	<b>17</b>
- практические занятия (ПЗ)	<b>34</b>	<b>34</b>
- практикумы (П)	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
- групповые консультации по дисциплине	<b>4</b>	<b>4</b>
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	<b>2</b>	<b>2</b>
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата, доклада, эссе	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	<b>79</b>	<b>79</b>
<b>Вид промежуточной аттестации – экзамен</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	<b>216/6</b>	<b>216/6</b>



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

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Курс 4</b>
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>28</b>	<b>28</b>
- лекции (Л)	<b>12</b>	<b>12</b>
- лабораторные работы (ЛР)	<b>8</b>	<b>8</b>
- практические занятия (ПЗ)	<b>8</b>	<b>8</b>
- практикумы (П)	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
- групповые консультации по дисциплине	<b>3</b>	<b>3</b>
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	<b>3</b>	<b>3</b>
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата, доклада, эссе	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	<b>171</b>	<b>171</b>
<b>Вид промежуточной аттестации – экзамен</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Общая трудоёмкость, часы/зачетные единицы</b>	<b>216/6</b>	<b>216/6</b>

#### 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: УК, 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, час (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>6 семестр</b>									
ОПК-5, ИОПК-5.1 ОПК-12, ИОПК-12.3 ОПК-13, ИОПК-13.1; ИОПК-13.3	Тема 1.1 Предмет, цели и задачи дисциплины.	2	-	-	3	Изучение материалов по теме лекций - 6.1.1: С.5-16, 33-42	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 2.1 Конструкционные материалы	2	-	-	3	Изучение материалов по теме лекций - 6.1.1: С. 17-32.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 3.1 Общие принципы конструирования оборудования	2	-	-	3	Изучение материалов по теме лекций – 6.1.1 С. 7-16., 6.1.2: С. 32-48.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 3.2 Расчетные параметры для прочностных расчетов оборудования	2	-	-	3	Изучение материалов по теме лекций - 6.1.1: С. 32-48.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК, 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, час (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.3 Задачи, стоящие в ходе конструирования.	2	-	-	3	Изучение материалов по теме лекций - 6.1.1: С. 7-16.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 4.1 Конструктивные типы оболочек	2	-	2	3	Изучение материалов по теме лекций 6.1.1: С. 42-72.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 4.2. Оболочки вращения, нагруженные внутренним давлением Лаб. работа №1 (см. пп. 5.1)	10	4	4	12	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы Подготовка к практическим занятиям. 6.1.1: С. 51-52, С. 59-63.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 4.3. Оболочки вращения, работающие на устойчивость. Лаб. работа №3 (см. пп. 5.1)	6	3	6	8	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы Подготовка к практическим занятиям.- 6.1.1: С. 52-	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК, 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, час (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						б1.			
	Тема 4.4 Плоские днища. Лаб. работа №2 (см. пп. 5.1)	4	3	2	6	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы Подготовка к практическим занятиям. - 6.1.1: С. 64-66, 6.1.3: С.15-17.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
	Тема 5.1 Фланцевые соединения.	1	-	2	2	Подготовка к практическим занятиям. - 6.1.1: С. 82-86.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
	Тема 5.2 Выбор типа и расчет фланцевого соединения.	3	-	4	2	Подготовка к практическим занятиям. - 6.1.1: С. 87-97	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
	Тема 6.1 Классификация опор технологических аппаратов.	1	-	-	2	Изучение материалов по теме лекции.- 6.1.3: С. 35-51	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК, 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, час (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 6.2 Конструкции опор вертикальных аппаратов.	1	-	1	2	Изучение материалов лекции. Подготовка к практическим занятиям. - 6.1.1: С. 103-106.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 6.3 Конструкции опор горизонтальных аппаратов	1	-	1	2	Изучение материалов по теме лекции. Подготовка к практическим занятиям.- 6.1.1: С. 97-103.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
ОПК-5, ИОПК-5.1 ОПК-12, ИОПК-12.3 ОПК-13, ИОПК-13.1;ИОПК-13.	Тема 6.4 Конструкции и расчёт опор аппаратов колонного типа	2	-	4	4	Изучение материалов лекции. Подготовка к практическим занятиям. 6.1.1: С. 106-119, 6.1.4: С. 14-16.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК, 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, час (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ОПК-5, ИОПК-5.1 ОПК-12, ИОПК-12.3 ОПК-13, ИОПК-13.1;ИОПК-13.	Тема 7.1 Основные конструктивные типы сосудов и аппаратов высокого давления (АВД).	1	-	-	2	Изучение материалов по теме лекции .- 6.1.1: С. 119-123.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 7.2 Расчеты АВД на прочность Лаб. работа №4 (см.пп.5.1)	4	4	4	6	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. Подготовка к практическим занятиям. 6.1.1: С. 123-127.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
ОПК-5, ИОПК-5.1 ОПК-12, ИОПК-12.3	Тема 8.1 Устройство барабанных аппаратов	1	-	-	3	Изучение материалов лекции и материалов по теме. - 6.1.1: С. 670-674., 6.1.2: С.246-253, 6.1.3: С. 57-61.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК, 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, час (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ОПК-13, ИОПК-13.1;ИОПК-13.	Тема 8.2 Быстровращающиеся диски.	1	-	-	3	Изучение материалов лекции и материалов по теме. - 6.1.2: С. 186-190.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 8.3 Быстровращающиеся оболочки.	2	-	2	3	Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. - 6.1.3: С. 61-69.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 8.4 Валы.  Лаб. работа №5 (см. шп. 5.1)	1	3	2	4	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. Подготовка к практическим занятиям. 6.1.3: С. 54-57.	Собеседование, тестирование		Конспект лекций
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	51	17	34	79				

Таблица 6

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

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК, 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, час (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>4 курс</b>									
ОПК-5, ИОПК-5.1 ОПК-12, ИОПК-12.3 ОПК-13, ИОПК-13.1;ИОПК-13.3	Тема 1.1 Предмет, цели и задачи дисциплины.	0,25	-	-	2	Изучение материалов по теме лекции - 6.1.1: С.5-16, 33-42	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 2.1 Конструкционные материалы	-	-	-	10	Изучение материалов по теме - 6.1.1: С. 17-32	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 3.1 Общие принципы конструирования оборудования	0,25	-	-	4	Изучение материалов по теме лекции - 6.1.2: С. 32-45.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 3.2 Расчетные параметры для прочностных расчетах оборудования	0,5	-	-	4	Изучение материалов по теме лекции – 6.1.1: 42-51.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Тема 3.3 Задачи, стоящие в ходе конструирования.	0,5	-	-	4	Изучение материалов по теме лекции - 6.1.2: С. 32-	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК, 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, час (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 4.1 Конструктивные типы оболочек	0,5	-	-	8	Изучение материалов по теме лекции - 6.1.1: С. 42-72	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
	Тема 4.2. Оболочки вращения, нагруженные внутренним давлением	3,0	2	2	17	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. Подготовка к практическим занятиям. 6.1.1: С. 61-63, 6.1.3: С. 9-15.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
	Тема 4.3. Оболочки вращения, работающие на устойчивость.	2,0	-	2	14	Изучение материалов по теме лекции. Подготовка к практическим занятиям. 6.1.1: С. 52-61	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
	Тема 4.4 Плоские днища.	0,5	2	1	10	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК, 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, час (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						лабораторной работы Подготовка к практическим занятиям.- 6.1.1: С. 64-66, 6.1.3: С. 15-17.			
	Тема 5.1 Фланцевые соединения.	-	-	1	8	Изучение материалов по теме. Подготовка к практическим занятиям. 6.1.1: С. 82-86.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
	Тема 5.2 Выбор типа и расчет фланцевого соединения.	0,5	-	-	10	Изучение материалов по теме лекции.- . 6.1.1: С. 87-97.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
	Тема 6.1 Классификация опор технологических аппаратов.	-	-	-	2	Изучение материалов по теме - 6.1.3: С. 35-51	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК, 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, час (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 6.2 Конструкции опор вертикальных аппаратов.	0,2	-	-	4	Изучение материалов по теме лекций - 6.1.1: С. 103-106.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
	Тема 6.3 Конструкции опор горизонтальных аппаратов	0,2	-	-	4	Изучение материалов по теме лекций -6.1.1: С. 97-103	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
ОПК-5, ИОПК-5.1 ОПК-12, ИОПК-12.3 ОПК-13, ИОПК-13.1;ИОПК-13.	Тема 6.4 Конструкции и расчёт опор аппаратов колонного типа	0,6	-	1	12	Изучение материалов по теме лекций. Подготовка к практическим занятиям.- 6.1.1: С. 106-119., 6.1.4: С.14-16.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК, 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, час (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ОПК-5, ИОПК-5.1 ОПК-12, ИОПК-12.3 ОПК-13, ИОПК-13.1;ИОПК-13.	Тема 7.1 Основные конструктивные типы сосудов и аппаратов высокого давления (АВД).	-	-	-	8	Изучение материалов по теме - 6.1.1: С. 119-123.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
	Тема 7.2 Расчеты АВД на прочность	2,0	2	0,5	12	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. Подготовка к практическим занятиям. - 6.1.1: С. 123-127.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
ОПК-5, ИОПК-5.1 ОПК-12, ИОПК-12.3 ОПК-13, ИОПК-13.1;ИОПК-13.	Тема 8.1 Устройство барабанных аппаратов	-	-	-	8	Изучение материалов по теме 6.1.3: С. 57-61, 6.1.2: С. 246-253.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
	Тема 8.2 Быстровращающиеся диски.	-	-	-	10	Изучение материалов по теме 6.1.2: С. 186-190.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК, 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, час (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 8.3 Быстровращающиеся оболочки.	-	-	-	10	Изучение материалов по теме - 6.1.3: С. 61-69.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
ОПК-5, ИОПК-5.1 ОПК-12, ИОПК-12.3 ОПК-13, ИОПК-13.1;ИОПК-13.3	Тема 8.4 Валы.	1,0	2	0,5	10	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. Подготовка к практическим занятиям. - 6.1.1: С. 167-186, 6.1.3: С.54-57.	Собеседование, тестирование в Moodle	Конспект лекций	
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	12	8	8	171				

## 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

Тесты, проводимые на электронной платформе Moodle на сайте ДПИ НГТУ: <http://dpingtu.ru/Moodle>.

#### Вопросы для собеседования при сдаче отчётов о лабораторных работах

##### Работа 1. «Определение напряжений в цилиндрической оболочке»

1. Схема лабораторной установки.
2. Методика проведения работы и обработки опытных данных.
3. Сущность тензометрического определения деформаций и напряжений.
4. Напряженное состояние тонкостенной осесимметричной оболочки.
5. Безмоментная теория оболочек (основные положения, уравнения равновесия элемента и зоны).
6. Расчет напряжений в цилиндрической оболочке по безмоментной теории расчёта.
7. Расчёт толщины стенки цилиндрической оболочки.
8. Сварные швы, применяемые при изготовлении цилиндрических оболочек.
9. Коэффициенты прочности сварных швов.
10. Моментная теория расчёта оболочек.
11. Краевой эффект (сущность, причины возникновения).
12. Краевая задача (сущность, последовательность решения).
13. Влияние краевого эффекта на несущую способность оболочек, допускаемые напряжения в области краевого эффекта.
14. Особенности конструирования оболочек с учётом возможности возникновения краевого эффекта.

##### Работа 2. «Определение напряжений в плоском днище, нагруженном внутренним давлением»

1. Схема лабораторной установки.
2. Методика проведения работы и обработки опытных данных.
3. Напряженное состояние круглой, симметрично нагруженной пластины.
4. Расчёт напряжений в круглой пластине.
5. Расчёт толщины стенки плоского днища.
6. Сварные швы, применяемые при изготовлении плоских днищ.
7. Коэффициенты прочности сварных швов.
8. Сопоставление расчётной толщины плоского днища и цилиндрической обечайки.
9. Сущность тензометрического определения деформаций и напряжений.
10. Конструкции плоских днищ.
11. Материалы для изготовления плоских днищ
12. Особенности конструирования плоских днищ с учётом возможности возникновения краевого эффекта.

##### Работа 3. «Определение напряжений в цилиндрической обечайке при комбинированном нагружении»

1. Схема лабораторной установки.
2. Методика проведения работы и обработки опытных данных.
3. Сущность тензометрического определения деформаций и напряжений.
4. Порядок прочностного расчёта оболочек при комбинированном нагружении.
5. Понятие эквивалентного напряжения. Расчёт эквивалентных напряжений по различным гипотезам предельного напряжённого состояния.
6. Понятие допускаемого напряжения. Выбор допускаемых напряжений при проектировании химической аппаратуры.
7. Понятие устойчивости оболочек. Сущность метода расчета по предельным нагрузкам.
8. Расчет цилиндрических обечайек, работающих под действием наружного давления, осевой сжимающей силы, поперечной силы и изгибающего момента.
9. Материалы для изготовления цилиндрических обечайек.

**Работа 4. «Определение напряжений в толстостенных цилиндрических оболочках»**

1. Схема лабораторной установки.
2. Методика проведения работы и обработки опытных данных.
3. Сущность тензометрического определения деформаций и напряжений.
4. Напряженное состояние толстостенной цилиндрической оболочки.
5. Определение напряжений в однослойном цилиндрическом корпусе.
6. Методы оценки несущей способности толстостенных цилиндрических корпусов.
7. Определение толщины стенки однослойного толстостенного корпуса.
8. Определение допустимого давления для однослойного толстостенного корпуса.
9. Варианты конструктивного исполнения корпусов сосудов высокого давления.
10. Сварные швы, применяемые при изготовлении корпусов сосудов высокого давления.
10. Материалы для изготовления сосудов высокого давления.
11. Пути повышения несущей способности толстостенных цилиндрических корпусов.
12. Особенности прочностного расчета толстостенных многослойных оболочек.

**Работа 5. «Изучение критической скорости вращения консольного вала».**

1. Схема экспериментальной установки.
2. Методика проведения работы и обработки опытных данных.
3. Критическая скорость вращения вала (сущность резонанса, причины возникновения колебаний).
4. Зависимость относительного прогиба вала (коэффициента динамичности)  $u/\omega$  от отношения угловых скоростей  $\omega/\omega_{кр}$ .
5. Валы жесткие и гибкие. Запретная зона по скорости вращения вала.
6. Явление самоцентрирования вала.
7. Область применения валов жестких и гибких.
8. Особенности конструирования гибких валов и их привода;
9. Методика расчета первой критической скорости для вала с несколькими дисками.
10. Проверка вала на виброустойчивость.
11. Влияние различных факторов на величину критической скорости вала.
12. Прямая синхронная прецессия и обратная синхронная прецессия.

**Примеры заданий к практическим занятиям****Задание 1 по теме 4.2**

Тема: Определение напряжений и проверка прочности сосуда с заданными размерами и толщинами элементов, нагруженного внутренним и гидростатическим давлением по БМТРИмеется сосуд, состоящий из цилиндрической обечайки и конического нища. Определить меридиональные и кольцевые напряжения, построить эпюры напряжений, найти опасные сечения, проверить прочность сосуда. Данные для расчёта приведены в таблице А

Таблица А

Вариант	D, м	S, мм	H, м	2 $\alpha$ , град	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	P <sub>1</sub> , МПа	P <sub>2</sub> , МПа	[ $\sigma$ ], МПа
1	2,0	6	6	50	1020	0,15	0,1	120
2	2,2	6	5	50	980	0,2	0,1	122
3	2,4	8	6	50	990	0,3	0,2	126
4	2,6	8	4,5	60	1010	0,4	0,2	130
5	2,8	10	8	60	950	0,3	0,15	128
6	3,0	10	10	60	960	0,36	0,12	132
7	2,0	8	5	90	970	0,42	0,16	136
8	2,2	8	6	90	1030	0,45	0,35	138
9	2,4	10	7	90	1060	0,4	0,32	140
10	2,6	16	8	60	1040	0,5	0,3	124

И др. варианты

Примечание: D – диаметр сосуда; H- высота столба жидкости; 2 $\alpha$  – угол при вершине днища;  $\rho$ – плотность жидкости в сосуде; P<sub>1</sub> и P<sub>2</sub> - давление соответственно в сосуде и снаружи; [ $\sigma$ ] – допускаемые напряжения.

### Задание 2 по теме 4.2

Тема: Расчет толщины стенки и проверка прочности сварной колонны из стали, нагруженной внутренним рабочим и давлением для рабочих условий и гидроиспытаний.

Имеется вертикальная колонна, состоящая из цилиндрической обечайки и двух эллиптических днищ. Определить исполнительную толщину стенки  $S_i$  проверить её на прочность. Данные приведены в таблице Б

Таблица Б.

Вариант	D, м	H, м	h, м	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	P, МПа	$[\sigma]$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	C, мм
1	2.0	12	1,0	1020	0,25	120	200	2
2	2,2	15	1,2	980	0,35	122	210	3
3	2,4	16	1,1	990	0,30	126	220	2
4	2.6	18	0,8	1010	0,40	130	230	1
5	2,8	19	1,4	950	0,38	128	180	2
6	3.0	20	1,6	960	0,37	132	220	3
7	2.0	15	1,4	970	0,42	136	210	2
8	2,2	16	1,6	1030	0,45	138	240	1
9	2,4	18	1,5	1060	0,48	140	210	2
10	2,6	17	1,2	1040	0,52	124	220	2

И др. варианты

Примечание: D – диаметр колонны; H - высота обечайки колонны; h - высота столба жидкости в кубе колонны;  $\rho$  – плотность жидкости в колонне; P – рабочее давление;  $[\sigma]$  – допускаемые напряжения;  $\sigma_T$  – предел текучести; C – сумма прибавок к толщине обечайки.

### Задание 1 по теме 4.3

Тема: Расчет толщины стенки и проверка прочности корпуса реактора, нагруженного внутренним и наружным давлениями для рабочих условий.

Имеется вертикальный сварной реактор с рубашкой и мешалкой. Корпус состоит из цилиндрической обечайки и двух эллиптических днищ. Определить исполнительную толщину обечайки корпуса и проверить её на прочность и устойчивость. Данные приведены в таблице В

Таблица В.

Вариант	D, м	D <sub>1</sub> , м	h, м	P, МПа	P <sub>1</sub> , МПа	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	G, Н	t, С°	Материал обечайки	C, мм
1	2,0	2,1	2,1	0,7	0,4	1020	1700	155	08X18H10T	2
2	2,2	2,3	2,3	0,6	0,3	1180	1900	170	20К	3
3	2,4	2,5	2,4	0,5	0,5	1090	2100	180	09Г2С	2
4	2.6	2,7	2.6	0,4	0,4	1050	2800	190	12X18H10T	1
5	2,8	3,0	2,8	0,3	0,3	1205	3100	165	10X17H13M3T	2
6	3.0	3,2	3.0	0,2	0,2	1160	3200	145	12ХМ	3
7	2.0	2,1	2,0	0,6	0,4	990	1900	180	16ГС	2
8	2,2	2,3	2,2	0,5	0,3	1030	2100	190	12МХ	1
9	2,4	2,5	2,5	0,4	0,5	1035	2700	165	17ГС	2
10	2,6	2,7	2,7	0,3	0,4	1040	3000	145	08X18H10T	2

И др. варианты

Примечание: D – диаметр корпуса; D<sub>1</sub> – диаметр рубашки; h - высота обечайки под рубашкой;  $\rho$  – плотность рабочей жидкости в реакторе; P и P<sub>1</sub> - давление соответственно в корпусе и в рубашке; G – вес привода; t, град. - расчетная температура стенки; C – сумма прибавок к толщине обечайки. Одновременное действие давлений в корпусе P и в рубашке P<sub>1</sub> не гарантировано.



### Задание 1 по теме 4.4

Тема: Расчет толщины стенки и проверка прочности плоского днища сварного сосуда, нагруженного внутренним газовым давлением для рабочих условий и гидроиспытаний.

Имеется вертикальный сосуд, состоящий из цилиндрической обечайки и двух плоских днищ. Определить исполнительную толщину стенки днища и проверить её на прочность. Данные приведены в таблице Г

Таблица Г.

Вариант	D, м	H, м	d <sub>1</sub> , мм	d <sub>2</sub> , мм	P, МПа	[σ], МПа	σ <sub>T</sub> , МПа	C, мм
1	0,4	1,6	30	50	0,38	120	200	2
2	0,6	1,8	40	60	0,37	125	210	3
3	0,8	2,0	50	80	0,42	126	220	2
4	1,0	2,2	60	100	0,45	130	230	1
5	1,2	2,4	80	100	0,48	128	180	2
6	0,4	1,8	40	60	0,52	133	220	3
7	0,6	2,0	50	80	0,58	136	210	2
8	0,8	2,2	60	100	0,62	138	240	1
9	1,0	2,4	80	100	0,65	140	210	2
10	1,2	2,6	100	60	0,47	122	220	2

И др. варианты

Примечание: D – диаметр сосуда; H - высота обечайки сосуда; d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub> – диаметры отверстий в нижнем днище (расположены в одном диаметральной сечении); P – рабочее давление; [σ] – допускаемые напряжения; σ<sub>T</sub> – предел текучести; C – сумма прибавок к толщине обечайки.

### Задание 1 по теме 7.2

Тема: Расчет толщин стенки и проверка прочности обечайки сосуда высокого давления (АВД) для рабочих условий и для гидроиспытаний.

Имеется вертикальный АВД, состоящий из цилиндрической однослойной обечайки, и двух плоских днищ. Определить исполнительную толщину стенки корпуса и проверить её на прочность. Данные приведены в таблице Д

Таблица Д

Вариант	D, м	H, м	P, МПа	h, м	ρ, кг/м <sup>3</sup>	t, C°	Материал обечайки	C, мм
1	0,6	8	30	6	1200	175	15ГС	2
2	0,8	6	28	4	1160	180	20К	3
3	1,0	5	26	3	1180	185	09Г2С	2
4	1,2	10	25	3	1120	190	14ХГС	2
5	1,4	12	24	4	1110	195	15ХМ	2
6	1,6	8	23	2	1090	205	15ГС	3
7	1,8	14	22	5	1200	185	20К	2
8	2,0	16	20	14	1160	190	09Г2С	3
9	2,2	18	16	10	1180	165	14ХГС	2
10	2,4	14	15	6	1130	135	15ХМ	2

И др. варианты

Примечание: D – диаметр сосуда; H - высота обечайки; h - высота столба рабочей жидкости в сосуде; ρ – плотность жидкости в сосуде; P – рабочее давление; ; t . - расчетная температура стенки C – сумма прибавок к толщине обечайки.

### Задание 1 по теме 8.4

Тема: Расчет диаметра жесткого консольного вала с мешалкой на конце из условий прочности, жесткости и вибростойкости.

Имеется вертикальный вал постоянного сечения с мешалкой. Определить исполнительную толщину вала и проверить его на прочность. Данные приведены в таблице Е

ТаблицаЕ.

.Вариант	М, кг	L <sub>2</sub> , м	L <sub>1</sub> , мм	L, мм	n, об/мин	t, С°	Материал вала
1	12	2	1,2	0,8	160	110	Сталь 20
2	16	2,2	1,2	1,0	155	120	Сталь10
3	17	2,6	2,0	0,6	150	130	12Х18Н10Т
4	18	3,0	2,0	1,0	125	115	Сталь 20
5	20	3,2	2,3	0,9	140	125	Сталь10
6	23	3,8	2,7	1,1	130	110	12Х18Н10Т
7	28	4,0	2,8	1,2	125	120	Сталь 20
8	32	4,2	3,0	1,2	120	130	Сталь10
9	38	4,6	3,6	1,0	110	115	12Х18Н10Т
10	40	4,8	3,7	1,1	100	125	Сталь 20

И др. варианты

Примечание: М- масса мешалки; L– расстояние между подшипниками; L<sub>1</sub> – вылет мешалки за нижний подшипник; L<sub>2</sub>,- общая длина вала; n – частота вращения вала; t .- расчетная температура вала.

### Задание для курсовой работы

по дисциплине «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли»

Для аппарата с рубашкой выполнить расчет толщины стенки корпуса S и днища S<sub>1</sub> с учетом рабочих условий и гидроиспытаний исходя из прочности и устойчивости.

Найти массу аппарата в рабочих условиях и при гидроиспытании. Подобрать опоры-лапы аппарата. Разработать чертёж общего вида аппарата.

Исходные данные приведены в таблице Ж.

ТаблицаЖ.

Вариант	D, м	D <sub>1</sub> , м	h, м	D <sub>2</sub> , мм	d, мм	M, кг	P, МПа	t , °С	P <sub>1</sub> , МПа	t <sub>1</sub> , °С	ρ, кг/м <sup>3</sup>	Материал корпуса / Материал рубашки	C, мм
1.	0,5	0,55	0,5	100	40	335	1,0	200	0,80	220	905	08X18Н10Т /2	1,0
2.	0,6	0,65	0,65	100	40	350	1,2	160	0,70	190	925	08X18Н12Т /4	1,2
3.	0,7	0,8	0,63	160	50	205	1,5	155	0,60	180	930	12X18Н10Т /5	1,4
4.	0,8	0,9	0,96	160	50	235	1,4	150	0,604	165	935	03X18Н11 /1	1,5
5.	0,9	1,0	1,1	160	65	255	1,8	120	0,517	160	940	16ГС /1	2,0
6.	1,0	1,1	1,21	160	65	240	0,8	130	0,447	155	945	09Г2С /3	1,8
7.	1,2	1,3	1,33	160	80	597	0,9	140	0,377	150	950	17ГС /4	2,0
8.	1,4	1,5	1,60	220	80	620	1,1	120	0,318	145	965	10X17Н13М3Т /1	1,2
9.	1,6	1,7	1,66	220	80	965	0,7	130	0,260	140	960	12МХ /1	1,8
10.	1,8	1,9	1,96	220	95	1059	0,5	110	0,214	135	990	09Г2С /2	2,0
11.	2,0	2,2	1,98	280	95	1095	0,6	115	0,169	130	980	10Г2С1 /1	2,2
12.	2,2	2,4	2,36	280	95	1134	0,8	100	0,133	125	1050	16ГС /4	2,1
13.	2,4	2,6	2,49	280	95	1170	0,9	105	0,0972	120	995	09Г2С /2	1,8
14.	2,6	2,8	3,94	280	110	1303	0,5	255	0,40	270	1020	08X17Н13М2Т /3	1,2
15.	2,8	3,0	3,29	280	110	1418	0,6	280	0,30	300	1005	12МХ /3	2,2
16.	3,0	3,2	3,02	280	110	1475	0,8	245	0,25	280	1015	12X18Н10Т /1	1,1
17.	0,5	0,55	0,28	100	40	335	1,2	160	0,81	230	1030	08X17Н15М3Т /2	1,3
18.	0,6	0,65	0,55	100	40	350	1,5	155	0,72	195	1045	03X17Н14М3/3	1,1
19.	0,7	0,8	0,54	160	50	205	1,4	150	0,63	190	915	08X22Н6Т /3	1,2
20.	0,8	0,9	0,64	160	50	235	1,8	120	0,517	160	925	08X18Н10Т /5	1,5

**Обозначения:** D, м – внутренний диаметр аппарата; D<sub>1</sub>, м – внутренний диаметр рубашки аппарата; h, м – высота цилиндрической обечайки корпуса под рубашкой; D<sub>2</sub> – диаметр места под нижний штуцер аппарата; d, мм – диаметр вала мешалки;

$P$ , МПа – рабочее давление в аппарате;  $P_1$ , МПа - рабочее давление в рубашке;  $M$ , кг – масса привода реактора;  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>– плотность жидкости в реакторе;  $t$ , °С – температура жидкости в корпусе;  $t_1$ °С – температура теплоносителя в рубашке;  $C$ , мм – суммарная прибавка к толщине корпуса; Материал рубашки: **1** – ВСтЗсп; **2** – 09Г2С; **3** – 16ГС; **4** – 20К; **5** – 09Г2

**Примечания:**

1. Днище корпуса и рубашки, крышка аппарата – эллиптические.
2. Высоту обечайки корпуса над рубашкой принять  $(0,1 \div 0,2)h$ .
3. Привод мешалки - вертикальный с одной промежуточной опорой вала.
4. Одновременное действие давлений  $P$  и  $P_1$  не гарантировано.
5.  $\varphi_p = 1,0$  и  $\varphi_t = 1,0$  коэффициенты прочности продольного и кольцевого сварного шва.

**Графическая часть** – Чертеж общего вида аппарата, формат А2-А3.

**Перечень вопросов к экзамену в 6 семестре по дисциплине Б1.Б.31 «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли»**

1. Технологическое оборудование. Технологические машины, технологические аппараты и технологические агрегаты.
2. Основные требования, предъявляемые к конструкциям технологического оборудованию.
3. Основные принципы конструирования технологического оборудования.
4. Конструирование сварных аппаратов (углеродистые и хромоникелевые стали).
5. Конструирование сварных аппаратов из двухслойного проката.
6. Конструирование эмалированных аппаратов.
7. Материалы, применяемые в химическом машиностроении.
8. Механические свойства сталей.
9. Свариваемость сталей, ее оценка. Критерии свариваемости.
10. Классификация сталей по свариваемости.
11. Выбор расчётных параметров (давления и температуры).
12. Определение допускаемых напряжений для элементов аппаратов.
13. Толщина стенки аппарата: расчетная и исполнительная. Прибавки к расчетным толщинам.
14. Давления: рабочие, расчётные, пробные, условные.
15. Гидро- и пневмоиспытания сосуда (аппарата).
16. Взаимосвязь между нагрузками, напряжениями и сечениями (валы, цилиндрические оболочки, пластины и др.).
17. Области применения безмоментной и моментной теорий расчета.
18. Безмоментная теория расчета оболочек.
19. Определение напряжений в цилиндрических оболочках и их толщины.
20. Определение напряжений в сферических оболочках и их толщины.
21. Определение напряжений в конических оболочках и днищах и их толщины .
22. Определение напряжений в эллиптических оболочках и их толщины.
23. Определение напряжений в плоских днищах и их толщины.
24. Возникновение краевого эффекта. Его влияние на несущую способность оболочек.
25. Краевая задача. Напряженное состояние оболочек.
26. Понятие устойчивости формы оболочек. Условия устойчивости.
27. Расчет обечай под действием наружного давления.
28. Расчет обечай под действием осевого сжимающего усилия.
29. Расчет обечай под действием изгибающего момента и поперечного усилия.
30. Расчет устойчивости обечай на совместное действие нагрузок.
31. Расчёт корпуса колонного аппарата на прочность и на устойчивость.
32. Расчёт корпуса аппарата с рубашкой на прочность и на устойчивость.
33. Расчет ветровой нагрузки, действующей на аппарат.
34. Типы фланцевых соединений и выбор их конструкции.
35. Расчет болтов (шпилек) фланцевых соединений.
36. Расчет фланцев на прочность.
37. Опоры-лапы. Опоры стойки. Седловые опоры. Конструкции, применение.
38. Опоры колонных аппаратов. Конструкции. Порядок расчета.
39. Расчёт анкерных шпилек колонных аппаратов.
40. Способы укрепления отверстий в оболочках.

41. Расчет укрепления отверстий в оболочках.
42. Конструкции корпусов аппаратов высокого давления (АВД).
43. Расчет напряжений и толщины стенки однослойного корпуса АВД.
44. Классификация и область применения вращающихся элементов оборудования.
45. Расчет на прочность корпуса барабанного вращающегося аппарата.
46. Напряженное состояние диска постоянной толщины..
47. Расчет вращающихся оболочек, заполненных жидкостью.
48. Критическая скорость вращения вала. Валы «жесткие» и «гибкие». Относительный динамический прогиб вала. Самоцентрирование.
49. Влияние различных факторов на критическую скорость вращения вала.
50. Прочностные расчеты аппаратов с использованием программы «ПАССАТ».

## 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.

Таблица 7

### Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине

Виды работ	Количество подвидов работы	Суммарное количество баллов за подвид работ	Максимальные баллы за подвид работы					
			1	2	3	4	5	
Посещение лекций	51 час	10,2	0,2 за час					
Посещение практических занятий	34 час	6,8	0,2 за час					
Лабораторные работы (ЛБ)	17 час							
- выполнение ЛБ		10	2	2	2	2	2	2
- оформление отчетов по ЛБ		5	1	1	1	1	1	1
.....- собеседование-отчёт о ЛБ		10	2	2	2	2	2	2
Курсовая работа	одна	18						
Тестирование	пять	40	8	8	8	8	8	8
<b>ИТОГО (баллов)</b>		<b>100</b>						
<p>Система перевода рейтинга студента в экзаменационную оценку:  - «Отлично» - 86-100 % баллов (от максимально возможного)  - «Хорошо» - 73-85 % баллов (от максимально возможного)  - «Удовлетворительно» - 55-72 % балла (от максимально возможного)  Обязательное условие допуска к экзамену и применения для формирования экзаменационной оценки БРС):  <b>выполнение и сдача всех лабораторных работ, тестов, курсовой работы.</b></p>								

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-5 - Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил	ИОПК-5.1. Работает с законодательными нормативно-правовыми актами, стандартами и методическими материалами профессиональной деятельности	Не умеет и не может работать с законодательными и нормативно-правовыми актами, стандартами и методическими материалами в профессиональной деятельности	Может работать с законодательными и нормативно-правовыми актами, стандартами и методическими материалами в профессиональной деятельности, однако допускает серьезные ошибки	Может работать с законодательными и нормативно-правовыми актами, стандартами и методическими материалами в профессиональной деятельности, однако допускает отдельные ошибки	Может уверенно работать с законодательными и нормативно-правовыми актами, стандартами и методическими материалами в профессиональной деятельности, не допуская ошибок
ОПК-12 - Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	ИОПК-12.3. Учитывает влияние свойств конструкционного материала (специфика строения, получения и обработки) на надежность технологических машин и оборудования	Не умеет и не может учитывать влияние свойств конструкционного материала (специфика строения, получения и обработки) на надежность технологических машин и оборудования	Умеет учитывать влияние свойств конструкционного материала (специфика строения, получения и обработки) на надежность технологических машин и оборудования, допускает частые ошибки	Умеет учитывать влияние свойств конструкционного материала (специфика строения, получения и обработки) на надежность технологических машин и оборудования, допускает отдельные ошибки	Умеет точно учитывать влияние свойств конструкционного материала (специфика строения, получения и обработки) на надежность технологических машин и оборудования.
ОПК-13 - Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования	ИОПК-13.1. Ориентируется в типовых конструкциях деталей и узлов машин, связывает их характеристики с областью применения. ИОПК-13.3. Применяет стандартные методики прочностного расчета типовых элементов оборудования	. Не ориентируется в типовых конструкциях деталей и узлов машин, не знает области их применения. Не может применять стандартные методики прочностного расчета типовых элементов оборудования	Ориентируется в типовых конструкциях деталей и узлов машин, но слабо связывает их характеристики с областью применения. С трудом применяет стандартные методики прочностного расчета типовых элементов оборудования	Ориентируется в типовых конструкциях деталей и узлов машин, связывает их характеристики с областью применения. Может применять стандартные методики прочностного расчета типовых элементов оборудования	Ориентируется в типовых конструкциях деталей и узлов машин, точно связывает их характеристики с областью применения. Умеет применять стандартные методики прочностного расчета типовых элементов

## Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) - зачтено	оценку « <b>отлично</b> » 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 « <b>хорошо</b> » 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 « <b>удовлетворительно</b> » 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 « <b>неудовлетворительно</b> » 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, Б.Г.Балдин, В.Я.Борщев,Ю.И.Гусев [и др.]/ под общ. ред.А.С.Тимонина.- Калуга: Издательство «Ноосфера», 2014.- 856 с.

6.1.2 **Остриков А.Н.** и др. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств:учебник для вузов. – СПб.: Изд. «РАПП», 2009. – 408 с.

6.1.3 **Поникаров И.И., Поникаров С.И., Рачковский С.В.** Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи).- М.: Альфа-М, 2008. – 720 с.

6.1.4 **Калекин В.С., Барсуков Б.Н.** Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли:учебное пособие для вузов. - Омск, Изд-во ОмГТУ, 2007. – 200 с.

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).

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

6.2.1 **Расчет колонных аппаратов с помощью программы ПАССАТ:** метод. указания к выполнению раздела «Прочностной расчет»...для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Технологические машины и оборудование» всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост. А.А.Сидягин. – Н.Новгород, 2013. -42 с.

- 6.2.2 **Курсовая работа по дисциплине «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли»:** метод. указания к выполнению курсовой работы / НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост. Косырев В.М., Жестков С.В. – Н.Новгород, 2011. - 17 с.
- 6.2.3 **Определение напряжений в цилиндрической оболочке:** метод. указания к выполнению лаборат. работы/ НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост. Косырев В.М., Кудрявцев Н.А., Иванов А.А., Гришин Ю.И.- Н.Новгород, 2008. – 16 с.
- 6.2.4 **Определение напряжений в плоском днище, нагруженном внутренним давлением:** метод. указания к выполнению лаборат. работы/ НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост. Косырев В.М., Кудрявцев Н.А., Жестков С.В.- Н.Новгород, 2008. – 14 с.
- 6.2.5 **Определение напряжений в цилиндрической обечайке при комбинированном нагружении:** метод. указания к выполнению лаборат. работы/ НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост. Косырев В.М., Иванов А.А., Жестков С.В.- Н.Новгород, 2011. – 18 с.
- 6.2.6 **Определение напряжений в толстостенных цилиндрических оболочках:** метод. указания к выполнению лаборат. работы / НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост. Косырев В.М., Кудрявцев Н.А., Иванов А.А., Жестков С.В.- Н.Новгород, 2009. – 17 с.
- 6.2.7 **Изучение критической скорости вращения вала:** метод. указания к выполнению лаборат. работы / НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост. Косырев В.М., Иванов А.А., Кудрявцев Н.А.- Н.Новгород, 2009. – 15 с.

## 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 отчетов о лабораторных работах, 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>

### 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 DreamSpark Premium, 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 12 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

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
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 13 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

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
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 изъявляющих 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 14 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	<b>3204</b> Аудитория для лекционных занятий, 53 посадочных места Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 15' – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.	
2	<b>3112</b> Аудитория для лекционных занятий, 33 посадочных места Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 15' – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.	
3	<b>3206</b> Лаборатория «Конструирование и расчет элементов оборудования  Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Лабораторные установки по проведению лабораторных работ: «Определение напряжений в цилиндрической оболочке», «Определение напряжений в плоском днище, нагруженном внутренним давлением», «Определение напряжений в цилиндрической обечайке при комбинированном нагружении», «Изучение критической скорости вращения консольного вала».	
4	<b>3205</b> зал САПР - помещение для СРС, тестирования, 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>

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
3	1234 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49		<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>• FoxitReader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО)</li> </ul>
4	1443а компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	<p>ПК на базе Intel Celeron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17" – 4 шт.</p> <p>ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета</p>	<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 «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли», 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.

На лекциях, лабораторных и 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 лабораторных и 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 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 лабораторным работам 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**

Подготовку к каждой лабораторной работе обучающийся должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

## **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Примерная тематика, примеры заданий для практических занятий см. пп.5.1

## 10.5 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 14). 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.

## 10.6. Методические указания для выполнения контрольной работы обучающимися заочной формы

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.

## 10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Выполнение курсового проекта/ работы 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 лабораторных работ;
- проведение практических занятий;
- тестирование по различным разделам курса.

### 11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Типовые задания для лабораторных работ и контрольные вопросы приведены в методических указаниях по проведению лабораторных работ (6.2.2; 6.2.3, 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6.).

### 11.1.2. Типовые задания к практическим занятиям См. пп. 5.1.

### 11.1.3. Типовые тестовые задания

Приведены на электронной платформе Moodle на сайте ДПИ НГТУ: [http://dpingtu.ru/Moodle/Дистанционное образование/ кафедра ТОТС/](http://dpingtu.ru/Moodle/Дистанционное_образование/кафедра_ТОТС/) Косырев В.М.

### Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Количество заданий в банке вопросов	Количество заданий, предъявляемых обучающемуся в тесте	Время на тестирование, мин
-------------------------------------	--	----------------------------

**Примечание:** количество тестирований при текущем контроле – пять. В каждом тесте имеется 2-4 простых задачи в одно-два действия.

## **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 дисциплине: экзамен, защита курсовой работы (по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования).

### **11.2.1. Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену**

по дисциплине Б1.Б.31 «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» (компетенции **ОПК-5** ; ИОП-5.1; **ОПК-12**;ИОП-12.3; **ОПК-13**; ИОП-13.1,ИОП-13.2):

- 1.Технологическое оборудование. Технологические машины, технологические аппараты и технологические агрегаты.
- 2.Основные требования, предъявляемые к конструкциям технологического оборудованию.
- 3.Основные принципы конструирования технологического оборудования.
- 4.Конструирование сварных аппаратов (углеродистые и хромоникелевые стали).
- 5.Конструирование сварных аппаратов из двухслойного проката.
- 6.Конструирование эмалированных аппаратов.
- 7.Материалы, применяемые в химическом машиностроении.
- 8.Механические свойства сталей.
- 9.Свариваемость сталей, ее оценка. Критерии свариваемости.
- 10.Классификация сталей по свариваемости.
- 11.Выбор расчётных параметров (давления и температуры).
- 12.Определение допускаемых напряжений для элементов аппаратов.
- 13.Толщина стенки аппарата: расчетная и исполнительная. Прибавки к расчетным толщинам.
- 14.Давления: рабочие, расчётные, пробные, условные.
- 15.Гидро- и пневмоиспытания сосуда (аппарата).
- 16.Взаимосвязь между нагрузками, напряжениями и сечениями (валы, цилиндрические оболочки, пластины и др.).
- 17.Области применения безмоментной и моментной теорий расчета.
- 18.Безмоментная теория расчета оболочек.
- 19.Определение напряжений в цилиндрических оболочках и их толщины.
- 20.Определение напряжений в сферических оболочках и их толщины.
- 21.Определение напряжений в конических оболочках и днищах и их толщины .
- 22.Определение напряжений в эллиптических оболочках и их толщины.
- 23.Определение напряжений в плоских днищах и их толщины.
- 24.Возникновение краевого эффекта. Его влияние на несущую способность оболочек.
- 25.Краевая задача. Напряженное состояние оболочек.
- 26.Понятие устойчивости формы оболочек. Условия устойчивости.
- 27.Расчет обечаек под действием наружного давления.
- 28.Расчет обечаек под действием осевого сжимающего усилия.
- 29.Расчет обечаек под действием изгибающего момента и поперечного усилия.
- 30.Расчет устойчивости обечаек на совместное действие нагрузок.
- 31.Расчёт корпуса колонного аппарата на прочность и на устойчивость.
- 32.Расчёт корпуса аппарата с рубашкой на прочность и на устойчивость.
- 33.Расчет ветровой нагрузки, действующей на аппарат.

34. Типы фланцевых соединений и выбор их конструкции.
35. Расчет болтов (шпилек) фланцевых соединений.
36. Расчет фланцев на прочность.
37. Опоры-лапы. Опоры стойки. Седловые опоры. Конструкции, применение.
38. Опоры колонных аппаратов. Конструкции. Порядок расчета.
39. Расчет анкерных шпилек колонных аппаратов.
40. Способы укрепления отверстий в оболочках.
41. Расчет укрепления отверстий в оболочках.
42. Конструкции корпусов аппаратов высокого давления (АВД).
43. Расчет напряжений и толщины стенки однослойного корпуса АВД.
44. Классификация и область применения вращающихся элементов оборудования.
45. Расчет на прочность корпуса барабанного вращающегося аппарата.
46. Напряженное состояние вращающегося диска постоянной толщины.
47. Расчет вращающихся оболочек, заполненных жидкостью.
48. Критическая скорость вращения вала. Валы «жесткие» и «гибкие». Относительный динамический прогиб вала. Самоцентрирование.
49. Влияние различных факторов на критическую скорость вращения вала.
50. Прочностные расчеты аппаратов с использованием программы «ПАССАТ».

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

**Экзаменационные билеты по дисциплине Б1.Б.31**

**Билет 1**

1. Технологическое оборудование. Технологические машины, технологические аппараты и технологические агрегаты.
2. Понятие устойчивости формы оболочек. Условия устойчивости.

**Билет 2**

1. Основные требования, предъявляемые к конструкциям технологического оборудованию
2. Расчет обечаек под действием наружного давления

**Билет 3**

1. Основные принципы конструирования технологического оборудования
2. Расчет обечаек под действием осевого сжимающего усилия

**Билет 4**

1. Конструирование сварных аппаратов (углеродистые и хромоникелевые стали).
2. Расчет обечаек под действием изгибающего момента и поперечного усилия.

**Билет 5**

1. Конструирование сварных аппаратов из двухслойного проката.
2. Расчет устойчивости обечаек на совместное действие нагрузок

**Билет 6**

1. Конструирование эмалированных аппаратов
2. Расчет корпуса колонного аппарата на прочность и на устойчивость.

**Билет 7**

1. Материалы, применяемые в химическом машиностроении.
2. Расчет корпуса аппарата с рубашкой на прочность и на устойчивость.

**Билет 8**

1. Механические свойства сталей.
2. Расчет ветровой нагрузки, действующей на аппарат.

**Билет 9**

1. Свариваемость сталей, ее оценка. Критерии свариваемости
2. Типы фланцевых соединений и выбор их конструкции.

**Билет 10**

1. Классификация сталей по свариваемости
2. Расчет болтов (шпилек) фланцевых соединений.

**Билет 11**

1. Выбор расчётных параметров (давления и температуры).
2. Расчет фланцев на прочность

**Билет 12**

1. Определение допускаемых напряжений для элементов аппаратов
2. Опоры-лапы. Опоры стойки. Седловые опоры. Конструкции, применение.

**Билет 13**

1. Толщина стенки аппарата: расчетная и исполнительная. Прибавки к расчетным толщинам.
2. Опоры колонных аппаратов. Конструкции. Порядок расчета.

**Билет 14**

1. Давления: рабочие, расчётные, пробные, условные.
2. Расчёт анкерных шпилек колонных аппаратов.

**Билет 15**

1. Гидро- и пневмоиспытания сосуда (аппарата).
2. Способы укрепления отверстий в оболочках.

**Билет 16**

1. Взаимосвязь между нагрузками, напряжениями и сечениями (валы, цилиндрические оболочки, пластины и др.).
2. Расчет укрепления отверстий в оболочках.

**Билет 17**

1. Области применения безмоментной и моментной теорий расчета.
2. Конструкции корпусов аппаратов высокого давления (АВД).

**Билет 18**

1. Безмоментная теория расчета оболочек.
2. Расчет напряжений и толщины стенки однослойного корпуса АВД.

**Билет 19**

1. Определение напряжений в цилиндрических оболочках и их толщины.
2. Классификация и область применения вращающихся элементов оборудования.

**Билет 20**

1. Определение напряжений в сферических оболочках и их толщины.
2. Прочностные расчеты аппаратов с использованием программы «ПАССАТ».

**Билет 21**

1. Определение напряжений в конических оболочках и днищах и их толщины.
2. Расчет на прочность корпуса барабанного вращающегося аппарата.

**Билет 22**

1. Определение напряжений в эллиптических оболочках и их толщины.
2. Влияние различных факторов на критическую скорость вращения вала.

**Билет 23**

1. Определение напряжений в плоских днищах и их толщины.

2. Напряженное состояние вращающегося диска постоянной толщины

**Билет 24**

1. Возникновение краевого эффекта. Его влияние на несущую способность оболочек.
2. Критическая скорость вращения вала. Вали «жесткие» и «гибкие». Относительный динамический прогиб вала. Самоцентрирование.

**Билет 25**

1. Краевая задача. Напряженное состояние оболочек.
2. Расчет вращающихся оболочек, заполненных жидкостью.

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО MOODLE.