

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  
«11» января 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.1 Специальные главы динамики и прочности технологического оборудования**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств

Форма обучения: очная, очно – заочная

Год начала подготовки 2021

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, 2021 г.

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 29.12.20 № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Технологическое оборудование и транспортные системы  
протокол от 30.12.20 № 1а

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:

Б1.В.ОД.1/М21ТМО; ТМО21М0-3

«11» 01 20221 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
1.1. Цель освоения дисциплины.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	8
4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	8
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам .....	10
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	14
5.1. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	14
5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	20
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	23
6.1. Учебная литература .....	23
6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	23
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	24
7.1. Перечень информационных справочных систем .....	24
7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	24
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	25
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	25
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	27
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	27
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа .....	28
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	28
10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	28
10.5. Методические указания для выполнения контрольной работы обучающимися очно-заочной формы.....	29
10.6. Методические указания для выполнения расчётно-графической работы .....	29
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	29
11.1. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости.....	29
11.1.1. Типовые задания к практическим занятиям .....	30
11.1.2. Типовые задания для лабораторных работ .....	30
11.1.3. Типовые тестовые задания.....	30
11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине .....	30

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

### **1.1 Цель освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является изучение основных положений динамики и прочности технологического оборудования.

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

- освоение методов расчета прочности элементов типового химико-технологического оборудования в условиях его статического и динамического нагружения.

- освоение методов проектных и проверочных расчётов на прочность типовых химических аппаратов.

- освоение методов расчёта динамических параметров применительно к элементам технологического оборудования.

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

Учебная дисциплина «Специальные главы динамики и прочности технологического оборудования» включена в перечень обязательных дисциплин вариативной части, определяющей направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Математика, Техническая механика, Информационные технологии, Инженерная графика, Процессы и аппараты химической технологии.

Дисциплина «Специальные главы динамики и прочности технологического оборудования» является основополагающей для дисциплин: «Диагностика, обслуживание и ремонт технологического оборудования», «Надежность, технический риск в сложных технических системах», «Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Специальные главы динамики и прочности технологического оборудования» 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		се-
		1	2	3	4	5
<b>ПК-1</b>	<i>Специальные главы динамики и прочности технологического оборудования</i>					
	Диагностика, обслуживание и ремонт технологического оборудования					
	Надежность, технический риск в сложных технических системах					
	Управление качеством					
	Учебная практика ознакомительная					
	Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности					
	Новые конструкционные материалы					
	Безопасная эксплуатация производственных объектов					
	Преддипломная практика производственная					
	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР					
<b>ПК-2</b>	<i>Специальные главы динамики и прочности технологического оборудования</i>					
	Проектно-технологическая практика					
	Проектирование объектов химической промышленности					
	Современные и перспективные конструкции оборудования химической промышленности					
	Технико-экономическое проектирование предприятий и производств					
	Современные подходы к организационно-управленческой деятельности					
	Проектирование типовых технологических процессов изготовления химиче-					
	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
ПК-1. Способен обеспечивать безопасную и эффективную работу оборудования, организовывать ремонтные работы и реконструкцию	ИПК-1.1. Осуществляет контроль за правильностью эксплуатации применяемого химического и нефтехимического оборудования, его надежной, бесперебойной и безаварийной работы. ИПК-1.2. Проверяет техническое состояние и остаточный ресурс оборудования с учетом показателей надежности и прочности. ИПК-1.3 Организует и контролирует проведение ревизии, диагностирования, технического освидетельствования и ремонтных работ по восстановлению работоспособности технологического оборудования.	<b>Знать:</b> теоретические основы расчетов на прочность элементов технологического оборудования.	<b>Уметь:</b> применять стандартные методики расчета на прочность элементов оборудования при статическом и динамическом нагружении.	<b>Владеть:</b> методами анализа прочности элементов оборудования для обеспечения его надежной, безопасной и эффективной работы.	Вопросы для тестирования(90 тестовых заданий). Собеседование при сдаче отчетов по расчётным заданиям	Вопросы для устного собеседования: 30 вопросов.

<p>ПК-2. Способен к разработке проектных решений, конструкторской, технологической, технической документации в химическом машиностроении</p>	<p>ИПК-2.1. Проводит анализ исходных данных для разработки проектных решений. ИПК-2.2. Участвует в выполнении комплекса проектных работ с использованием современных систем автоматизированного проектирования с применением действующих норм технологического проектирования. ИПК-2.3. Формирует комплект конструкторской, технологической и технической документации по проектируемым объектам.</p>	<p><b>Знать:</b> правила разработки проектных решений, конструкторской, технологической, технической документации в химическом машиностроении</p>	<p><b>Уметь:</b> применять на практике правила разработки проектных решений, конструкторской, технологической, технической документации в химическом машиностроении</p>	<p><b>Владеть:</b> умением использовать при выполнении проектных работ современных систем автоматизированного проектирования с применением действующих норм проектирования</p>	<p>Вопросы для тестирования (90 тестовых заданий). Собеседование при сдаче отчетов по расчётным заданиям</p>	<p>Вопросы для устного собеседования: 30 вопросов.</p>
--	---	---	---	--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед./216 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в табл. 3 и 4.

Таблица 3

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		1
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	58	58
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	51	51
- лекции (Л)	17	17
- лабораторные работы (ЛР)	нет	нет
- практические занятия (ПЗ)	34	34
- практикумы (П)	нет	нет
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	7	7
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	2	2
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся:		
- по выполнению РГР	1	1
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	122	122
<b>Вид промежуточной аттестации - экзамен</b>	36	36
<b>Общая трудоёмкость, часы/зачётные единицы</b>	216/6	216/6



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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		1
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	58	58
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	51	51
- лекции (Л)	17	17
- лабораторные работы (ЛР)	нет	нет
- практические занятия (ПЗ)	34	34
- практикумы (П)	нет	нет
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	7	7
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	2	2
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по выполнению РГР	1	1
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	122	122
<b>Вид промежуточной аттестации - экзамен</b>	36	36
<b>Общая трудоёмкость, часы/зачётные единицы</b>	216/6	216/6

## 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 очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: 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>1 семестр</b>									
ПК-1:ИПК-1.1 ИПК-1.2;ИПК 1.3 ПК-2: ИПК-2.1 ИПК-2.2; ИПК 2.3	<b>Тема 1.</b> Нагрузки, напряжения и прочность при статическом и динамическом нагружении	5	-	10	30	Подготовка к лекциям, собеседованию, тестированию, выполнению заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 5-72, 141-144.6.1.2: С. 30-63, 470-480.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	<b>Тема 2.</b> Механические колебания различных систем	6	-	12	20	Подготовка к лекциям, собеседованию, тестированию, выполнению заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.144-184,191-195; 6.1.2: С.5-92;6.1.4: С.44-86.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: 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					
ПК-1:ИПК-1.1 ИПК-1.2;ИПК 1.3 ПК-2: ИПК-2.1 ИПК-2.2; ИПК 2.3	<b>Тема 3.</b> Удар. Теория соударения.	2	-	4	20	Подготовка к лекциям, собеседованию, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы 6.1.1: С.187-191. 6.1.2: 472-487.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	<b>Тема 4.</b> Пуск и торможение динамической системы	2	-	4	20	Подготовка к лекциям, собеседованию, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.185-187; 6.1.4: С. 136-238.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	<b>Тема 5.</b> Усталостная прочность	2	-	4	10	Подготовка к лекциям, собеседованию, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.127-130; 6.1.2: С.499-520.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-	22		Защита РГР		
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	17	-	34	122				

Таблица 6

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

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: 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>1 семестр</b>									
ПК-1:ИПК-1.1 ИПК-1.2;ИПК 1.3 ПК-2: ИПК-2.1 ИПК-2.2; ИПК 2.3	<b>Тема 1.</b> Нагрузки, напряжения и прочность при статическом и динамическом нагружении	5	-	10	30	Подготовка к лекциям, собеседованию, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 5-72, 141-144. 6.1.2: С. 30-63, 470-480.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	<b>Тема 2.</b> Механические колебания различных систем	6	-	12	20	Подготовка к лекциям, собеседованию, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.144-184,191-195; 6.1.2: С.5-92; 6.1.4: С.44-86.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: 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					
ПК-1:ИПК-1.1 ИПК-1.2;ИПК 1.3 ПК-2: ИПК-2.1 ИПК-2.2; ИПК 2.3	<b>Тема 3.</b> Удар. Теория соударения.	2	-	4	20	Подготовка к лекциям, собеседованию, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы 6.1.1: С.187-191. 6.1.2: 472-487.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	<b>Тема 4.</b> Пуск и торможение динамической системы	2	-	4	20	Подготовка к лекциям, собеседованию, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.185-187; 6.1.4: С. 136-238.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	<b>Тема 5.</b> Усталостная прочность	2	-	4	10	Подготовка к лекциям, собеседованию, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.127-130; 6.1.2: С.499-520.	Собеседование, тестирование в Moodle		Конспект лекций
	Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-	22		Защита РГР		
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	17	-	34	122				

## 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**

**Примеры заданий к практическим занятиям**

**Задание №1. Определение диаметра и удлинения стержня при движении вверх с ускорением**

Круглый стальной стержень длиной  $L$  с двумя грузами ( $G_1, G_2$ ) движется равноускоренно вверх (см. рис. А). Стержень проходит за время  $t$  путь  $S$ .

Определить необходимую площадь сечения стержня, его диаметр  $d$  и динамическое удлинение  $\Delta L$ . Исходные данные приведены в таблице А.

Таблица А

Вариант	$L$ , м	$L_1$ , м	$G_1$ , Н	$G_2$ , Н	$t$ , с.	$S$ , м	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$E \cdot 10^{-6}$ , МПа
1.	2	1.5	1200	800	1	3,0	7900	2,0
2.	2.4	2.0	1400	900	1,5	3,5	7850	1,96
3.	2.8	2.2	1600	950	1,8	3,8	7900	1,99
4.	3.2	2.7	1800	1000	2,0	3,7	7850	2,0
5.	3.6	3.1	1850	1200	2,2	3,6	7900	1,96
6.	3.8	3.2	2000	1400	2,4	4,2	7850	1,99
7.	4.0	3.0	2200	1600	2,6	4,0	7900	2,0
8.	4.2	3.1	2400	1800	2,8	4,3	7850	1,96
9.	4.3	4.1	2600	1850	3,0	4,4	7900	1,99
10.	4.4	3.6	2700	2000	2,7	3,0	7850	2,0
11.	4.5	4.0	2800	2200	2,4	3,2	7900	1,96
12.	4.8	4.2	3000	2400	2,5	2,7	7850	1,99

Примечание: Допускаемые напряжения: чётные варианты  $[\sigma] = 140$  МПа, нечётные варианты  $[\sigma] = 136$  МПа.

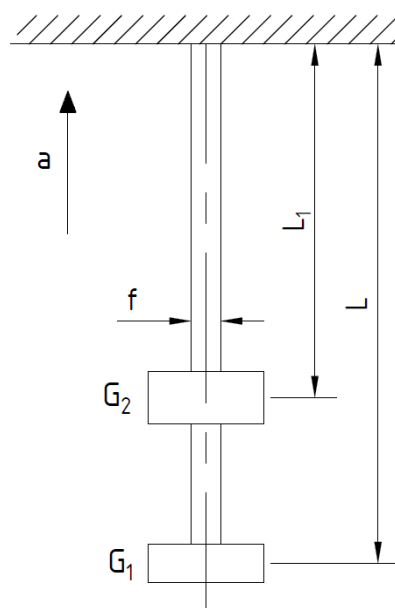


Рисунок А

**Задание №2. Определение напряжений и перемещений в балке, движущейся с ускорением вверх**

Имеется стальная балка сечением  $b \times h$ , установленная на платформе. Платформа движется вверх с ускорением  $a$ . Определить напряжения и перемещения в точке А балки при её статическом ( $a = 0$ ) и динамическом нагружении. Проверить прочность балки. Исходные данные приведены в таблице Б. Расчетная схема балки приведена на рис.Б.

Таблица Б

Вариант	$P, \text{Н}$	$L, \text{м}$	$L_1, \text{м}$	$b, \text{м}$	$h, \text{м}$	$a, \text{м/с}^2$
1.	3600	0,5	0,24	0,03	0,09	5,6
2.	2000	0,4	0,15	0,04	0,08	6
3.	3000	0,6	0,2	0,04	0,10	7
4.	3000	0,8	0,3	0,05	0,08	6
5.	3200	0,8	0,45	0,04	0,12	9,81
6.	3600	1,0	0,3	0,06	0,08	7,5
7.	4000	1,0	0,4	0,06	0,12	6,5
8.	5000	0,6	0,36	0,05	0,14	7
9.	6000	0,6	0,2	0,06	0,15	10
10.	3800	0,7	0,3	0,04	0,12	6,5
11.	5400	0,8	0,25	0,06	0,08	8
12.	6200	0,4	0,15	0,04	0,09	7,5

Примечание: Для всех вариантов  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ;  $[\sigma] = 140 \text{ МПа}$ .  
Для определения перемещений использовать способ Верещагина.

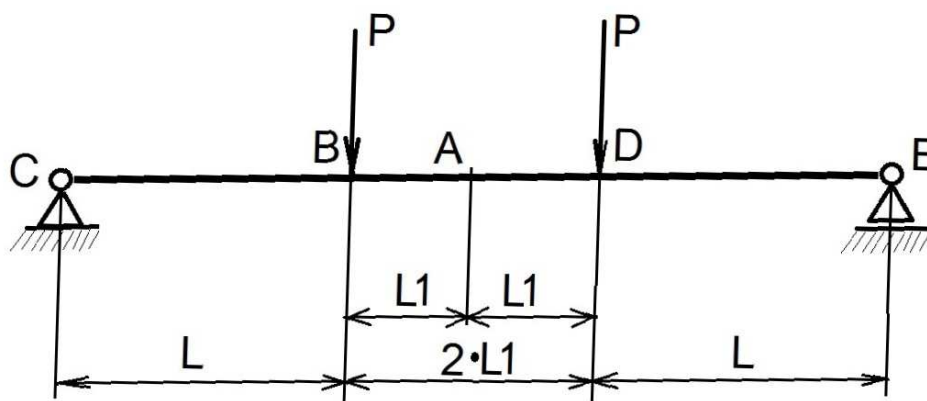


Рисунок Б

**Задание №3 Расчёт угловой частоты собственных колебаний консольной балки с промежуточной опорой**

Имеется консольная балка длиной  $L$  с одной промежуточной опорой на расстоянии  $l$  от заделки. На конце балки размещен груз массой  $M$ . Сечение балки постоянное  $b \times b$ . Материал балки - сталь. Модуль продольной упругости материала балки  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .  
Найти угловую частоту  $\omega_0$  собственных колебаний балки с промежуточной опорой, построить график зависимости  $\omega_0$  от положения промежуточной опоры  $l$  по шести точкам. Исходные данные приведены в таблице В.

Таблица В

Вариант	$M, кг$	$L, м$	$b, м$	$l, м$	Примечание
1	120	3,0	0,05	0	
	120	3,0	0,05	0,3	
	120	3,0	0,05	0,6	
	120	3,0	0,05	0,9	
	120	3,0	0,05	1,2	
	120	3,0	0,05	1,5	
2	150	3,2	0,072	0	
	150	3,2	0,072	0,4	
	150	3,2	0,072	0,8	
	150	3,2	0,072	1,2	
	150	3,2	0,072	1,6	
	150	3,2	0,072	2,0	
3	135	2,8	0,06	0	
	135	2,8	0,06	0,25	
	135	2,8	0,06	0,5	
	135	2,8	0,06	0,75	
	135	2,8	0,06	1,0	
	135	2,8	0,06	1,25	
И другие варианты					

Сформулировать вывод о влиянии положения промежуточной опоры на угловую частоту собственных колебаний  $\omega_0$ .

#### Задание №4 Ударное действие нагрузки

На вертикальный стальной брус высотой  $A$  постоянного прямоугольного сечения  $B \times C$ , с высоты  $H$ (м) падает тело весом  $G$  ( $H$ ). Определить коэффициент динамичности. Найти деформации и напряжения в статике и динамике (от удара). Построить эпюры напряжений и перемещения сечений бруса от ударного действия нагрузки. Исходные данные приведены в таблице Г.

Таблица Г

Вариант	Вес тела, $G$ ( $H$ ).	Высота падения, $H$ (м)	Размеры, м			Примечание
			$A$	$B$	$C$	
1.	500	1,2	0,8	0,14	0,12	
2.	600	1,4	1,0	0,18	0,14	
3.	700	1,5	1,2	0,2	0,18	
4.	800	1,6	1,4	0,22	0,2	
5.	900	1,4	0,9	0,24	0,2	
6.	1000	1,2	0,8	0,26	0,22	
7.	1200	1,0	1,0	0,26	0,24	
8.	1300	0,8	0,9	0,28	0,24	
9.	1400	1,2	1,0	0,3	0,26	
10.	1500	1,2	0,8	0,32	0,3	
11.	400	1,2	0,8	0,14	0,12	
12.	500	1,4	1,0	0,18	0,14	
Примечание: Принять модуль продольной упругости стали $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.						



### Задание №5 Пуск и торможение механизма

Имеется механизм, состоящий из трёх колёс на двух валах. Материал частей механизма – сталь. Определить какую мощность необходимо подвести, чтобы разогнать ротор механизма с начальной скорости  $n_1 = 0$  до скорости вращения  $n_2$  (об/мин). Данные для расчета приведены в таблице Д. Схема механизма приведена на рис. В.

Таблица Д

Вариант	$R_1, м$	$R_2, м$	$R_3, м$	$B_1, м$	$B_2, м$	$n_2$ об/мин	$t_{п},$ сек.	$t_{т},$ сек.
1.	0,3	0,14	0,5	0,062	0,08	1200	45	80
2.	0,32	0,16	0,6	0,064	0,085	1100	45	90
3.	0,36	0,18	0,72	0,066	0,086	1000	50	90
4.	0,4	0,16	0,74	0,072	0,090	960	50	90
5.	0,42	0,18	0,76	0,072	0,092	920	55	90
6.	0,46	0,20	0,78	0,072	0,094	880	55	100
7.	0,5	0,20	0,80	0,074	0,10	840	58	100
8.	0,52	0,22	0,80	0,062	0,08	820	58	100
9.	0,54	0,20	0,76	0,062	0,084	800	44	90
10.	0,56	0,24	0,84	0,064	0,08	750	45	90
11.	0,58	0,24	0,86	0,062	0,082	720	46	90
12.	0,60	0,26	0,86	0,072	0,09	700	42	90

Примечание: Массой валов пренебречь.  $t_{п}$  - время разгона механизма;  $t_{т}$  - время торможения механизма.

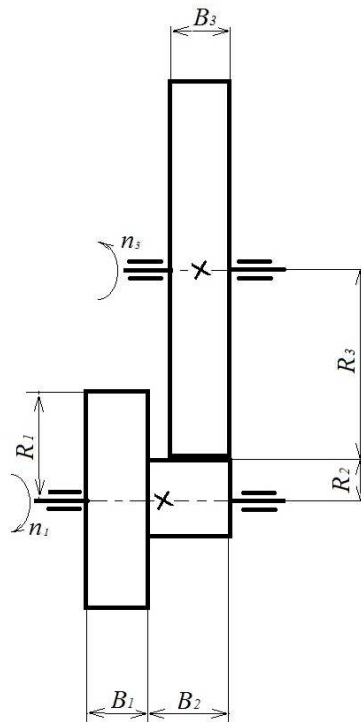


Рисунок В

**Задание на РГР по дисциплине Б1.В.ОД.1 «Специальные главы динамики и прочности технологического оборудования»**

Тема работы: «Расчет тощины стенки корпуса насадочной колонны»

Расчету и последующей проверке подлежит корпус колонны. Расчет выполнить для рабочих условий и для гидроиспытаний. Пробное давление для гидроиспытаний определять по ГОСТ 34347-2017.

Расчет выполняется с учетом рабочих условий и гидроиспытаний исходя из условий прочности и устойчивости.

Колонна предназначена для ректификации бинарной смеси бензол-толуол. Процесс проводят под небольшим разрежением.

По заданным размерам разработать насадочную колонну с цельносварным корпусом, выполнить расчет корпуса.

Основные параметры разрабатываемой колонны приведены в таблице Е.

Таблица Е

Вариант	$D$	$H_n$	$P_{ост}$	$t$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$D_{л}$	$H_{оп}$	Тип насадки
1	1000	5	0,07	80	50	100	40	50	80	400	1600	1/35
2	1000	6	0,09	89	50	100	40	50	80	400	1600	5/25
3	1200	5	0,08	85	65	125	50	65	100	400	1600	6/50
4	1200	6	0,06	75	65	125	50	65	100	400	1600	2/25
5	1400	4,6	0,07	80	80	150	65	80	125	400	1600	6/50
6	1400	5,2	0,08	85	80	150	65	80	125	400	1600	4/35
7	1600	5,6	0,07	81	100	200	80	100	150	450	1800	4/50
8	1600	6,2	0,06	76	100	200	80	100	150	450	1800	3/50
9	1800	5,4	0,06	75	125	250	100	125	200	450	1800	3/60
10	1800	4,8	0,07	82	125	250	100	125	200	450	1800	3/50
11	2000	7	0,08	85	150	300	125	150	250	500	2000	1/50
12	2000	6	0,06	76	150	300	125	150	250	500	2000	6/50

**Примечания:**  $D$  – внутренний диаметр колонны, мм;  $H_n$  – общая высота слоев насадки, м;  $P_{ост}$  – остаточное давление при работе колонны, МПа;  $t$  – температура в колонне, °С;  $d_1$  – диаметр штуцера подачи питания, мм;  $d_2$  – диаметр верхнего штуцера вывода паров, мм;  $d_3$  – диаметр штуцера подачи флегмы на орошение, мм;  $d_4$  – диаметр нижнего штуцера вывода кубового остатка, мм;  $d_5$  – диаметр штуцера ввода паров в кубовой части, мм;  $D_{л}$  – диаметр люка, мм;  $H_{оп}$  – высота опоры, мм; Тип насадки – тип насадки / размер, мм (1 – керамические кольца Рашига; 2 – стальные кольца Рашига; 3 – керамические кольца Палля; 4 – стальные кольца Палля; 5 – керамические седла Берля; 6 – керамические седла «Инталлокс»)

Аппарат установлен внутри здания (не на открытой площадке). Количество люков определить самостоятельно. Днища – эллиптические. По условиям работы колонны в ней при работе поддерживают разрежение - с остаточным давлением  $P_{ост}$ .

Принять высоту насадки в исчерпывающей части равной высоте насадки в укрепляющей части.

Устройства ввода питания и флегмы – тарелки ТСН-3. Неизвестные размеры принимать конструктивно.

## **Перечень вопросов к экзамену в 1 семестре по дисциплине Б1.В.ОД.1 «Специальные главы динамики и прочности технологического оборудования»**

1. Технологическое оборудование. Технологические машины и технологические аппараты.
2. Основные требования, предъявляемые к конструкциям технологического оборудования.
3. Определение нагрузок и напряжений при статическом нагружении балочных конструкций.
4. Определение нагрузок и напряжений при статическом нагружении основных типов оболочковых конструкций.
5. Расчет толщины стенки и проверка прочности типовых оболочек вращения (цилиндрических, конических, сферических, эллиптических), нагруженных давлением.
6. Расчет толщины стенки типовых оболочек (цилиндрических, конических, сферических, эллиптических) с позиций устойчивости формы.
7. Проверка прочности сосудов и аппаратов с использованием программы «ПАССАТ».
8. Основные задачи динамического расчёта машин.
9. Понятие динамическое нагружение. Определение нагрузок и напряжений при динамическом нагружении конструкций. Принцип Даламбера. Коэффициент динамичности.
10. Определение нагрузок и напряжений при динамическом нагружении балочных конструкций.
11. Основные понятия теории колебаний. Колебания и вибрации. Классификация механических колебательных систем.
12. Свободные колебания. Затухание свободных колебаний. Коэффициент демпферирования. Логарифмический декремент колебаний.
13. Свободные колебания линейной одномассовой системы. Метод расчёта по Релею.
14. Свободные колебания линейной одномассовой системы. Метод расчёта по Донкерли.
15. Способы возбуждения колебаний. Вибровозбудители: механические, гидравлические, пневматические, электромагнитные, инерционные (конструкции).
16. Вынужденные колебания. Коэффициент динамического усиления (коэффициент динамичности). Амплитудно-частотная характеристика.
17. Вынужденные колебания. Резонанс. Амплитудно-частотная характеристика при наличии вязкого сопротивления.
18. Расчёт валов машин с учётом вибростойкости. Валы жесткие и гибкие.
19. Системы с несколькими степенями свободы. Свободные колебания. Формы колебаний. Ортогональность собственных форм. Изгибные колебания вала.
20. Системы с несколькими степенями свободы. Вынужденные колебания. Разложение решения по собственным формам. Анतिрезонанс.
21. Системы с распределенными параметрами. Колебания стержней с распределенными параметрами.
22. Удар. Теория соударения Герца.
23. Удар. Упрощенные методы расчета ударных систем
24. Ударное нагружение двухмассовой системы.
25. Виброизоляция. Назначение виброизоляции. Коэффициент эффективности виброзащиты.

26. Виброизоляция. Активная виброизоляция. Влияние вибраций на человека.

27. Пуск и торможение двухмассовой динамической системы. Расчет времени пуска – остановки и необходимой мощности.

28 Усталостная прочность. Понятие об усталостном разрушении. Циклы напряжений.

29. Усталостная прочность. Определение предела выносливости материала. Влияние различных факторов на его величину

30. Расчет вала машины с учетом усталостной прочности.

### **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 работ	Макс. балл	Максимальные баллы за подвид работы					Штрафные баллы За нарушение сроков сдачи
			1	2	3	4	5	
Посещение лекций и практических занятий	ЛК-17; ПЗ-34 0,5 балл/час.	25,5						
Выполнение практических расчётных работ	5	27,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	2
Выполнение расчётно-графической работы	1	20	20					3
Тестирование	3	27	9	9	9			
Итого, баллов		100						

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 (по БРС):

выполнение и сдача всех практических расчётных работ, РГР, тестов,

## 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
ПК-1. Способен обеспечивать безопасную и эффективную работу оборудования, организовывать ремонтные работы и реконструкцию	ИПК-1.1. Осуществляет контроль за правильностью эксплуатации применяемого химического и нефтехимического оборудования, его надежной, бесперебойной и безаварийной работы. ИПК-1.2. Проверяет техническое состояние и остаточный ресурс оборудования с учетом показателей надежности и прочности. ИПК-1.3 Организует и контролирует проведение ревизии, диагностирования, технического освидетельствования и ремонтных работ по восстановлению работоспособности технологического оборудования	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает теоретических основ прочности, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала.	Фрагментарные, поверхностные знания по теоретическим основам динамики и прочности элементов оборудования. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправляемые с помощью преподавателя. Имеются затруднения при формулировании основных положений и при 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; полностью освоил лекционный курс и рекомендуемую учебную литературу; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании.

<p>ПК-2. Способен к разработке проектных решений, конструкторской, технологической, технической документации в химическом машиностроении</p>	<p>ИПК-2.1. Проводит анализ исходных данных для разработки проектных решений. ИПК-2.2. Участвует в выполнении комплекса проектных работ с использованием современных систем автоматизированного проектирования с применением действующих норм технологического проектирования. ИПК-2.3. Формирует комплект конструкторской, технологической и технической документации по проектируемым объектам.</p>	<p>Не может вести анализ исходных данных для разработки проектных решений. Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ разработки проектных решений, конструкторской, технологической, технической документации в химическом машиностроении.</p>	<p>Фрагментарные, поверхностные знания основ разработки проектных решений, конструкторской, технологической, технической документации в химическом машиностроении. Может вести анализ исходных данных для разработки проектных решений, но допускает серьезные ошибки.</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения. Может вести анализ исходных данных для разработки проектных решений.</p>	<p>Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; полностью освоил лекционный курс и рекомендуемую учебную литературу; изложение полученных знаний полное, системное. Может вести анализ и формировать исходные данные для разработки проектных решений.</p>
--	---	--	--	--	---

## 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, 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 **Соппротивление материалов:** учебник для вузов / А.В.Александров, В.Д.Потапов, Б.П.Державин / Под ред. А.В.Александрова. – М.: Высш. школа, 2003. – 560 с.

6.1.3 **Бидерман В.Л.** Теория механических колебаний: учебник для вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 408 с.

6.1.4 **Конструирование и расчёт машин химических производств:** учебник для машиностроительных вузов/ Под ред. Э.Э.Кольмана – Иванова. – М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (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 ... «Технологические машины и оборудование» всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост. А.А.Сидягин. – Н.Новгород, 2013. -42 с.

6.2.2 **Изучение критической скорости вращения вала:** метод. указания к выполнению лаборатор. 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 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 12 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).



**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 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

№	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 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 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>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>
4	<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>

## **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;
- компьютерное тестирование степени освоения знаний и компетенций в программе Moodle.

При преподавании дисциплины «Специальные главы динамики и прочности технологического оборудования» 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 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**

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

## **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 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.

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

### **10.6. Методические указания для выполнения расчётно-графической работы**

Выполнение расчётно-графической работы (РГР) 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. Часть расчетов обучающиеся выполняют вручную. Другую часть – в программе «ПАССАТ».

#### **Примерная тематика РГР**

1. Расчет на прочность корпуса тарельчатой колонны
2. Расчет на прочность корпуса насадочной колонны.
3. Расчет на прочность реактора с рубашкой.

Задание на РГР выдается студентам по вариантам (см. пп.5.1, таблица Е)

Расчеты аппаратов должны выполняться в соответствии с действующими ГОСТами.

Работа в программе «ПАССАТ» выполняется в зале САПР кафедры (ауд.3205), где для данной программы имеется пять рабочих мест.

При выполнении РГР рекомендуется использовать методические указания:

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

## **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 занятий;
- тестирование по различным разделам курса
- выполнение РГР;
- экзамен.

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

Приведены в пп.5.1.

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

1. Как рассчитать толщину обечайки нагруженной внутренним давлением?
  2. Как рассчитать толщину обечайки нагруженной наружным давлением?
  3. Как рассчитать толщину эллиптического днища нагруженного внутренним давлением?
  4. Как рассчитать толщину эллиптического днища нагруженного наружным давлением?
  5. Какая форма оболочки под внутренним давлением является наиболее экономичной по расходу стали?
  6. В чём отличие работы оболочки на прочность и на устойчивость формы?
  7. Что такое динамическое нагружение?
  8. Как определить нагрузки и напряжения при динамическом нагружении конструкций.
  9. В чём состоит принцип Даламбера. Как найти коэффициент динамичности.
  10. В каком из случаев динамического нагружения коэффициент динамичности имеет максимальное значение?
  11. Какие валы являются жёсткими, а какие гибкими?
  12. Что такое первая критическая скорость вала?
- И т.д.

#### **11.1.3. Типовые тестовые задания**

Задания приведены на электронной платформе **Moodle**на сайте ДПИ НГТУ:

<http://dpingtu.ru/Moodle/>

[Дистанционное образование/ кафедра ТОТС/](#) дисциплина СГДиП.

#### **Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования**

Количество заданий в банке вопросов	Количество заданий, предъявляемых обучающемуся в тесте	Время на тестирование, мин
90	10 - 20	15-30

**Примечание:** количество тестирований при текущем контроле – три.

#### **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: по результатам накопительного рейтинга или в устно-письменной форме по экзаменационным билетам.

#### **Защита РГР**

Результаты защиты РГР проставляют по системе «зачтено-не зачтено» с проставлением количества баллов, набранных в соответствии с балльно-рейтинговой системой.

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену по дисциплине Б1.В.ОД.1  
«Специальные главы динамики и прочности технологического оборудования»  
(компетенции ПК-1; ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3; ПК-2: ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3):**

1. Технологическое оборудование. Технологические машины и технологические аппараты.
2. Основные требования, предъявляемые к конструкциям технологического оборудования.
3. Определение нагрузок и напряжений при статическом нагружении балочных конструкций.
4. Определение нагрузок и напряжений при статическом нагружении основных типов оболочковых конструкций.
5. Расчет толщины стенки и проверка прочности типовых оболочек вращения (цилиндрических, конических, сферических, эллиптических), нагруженных давлением.
6. Расчет толщины стенки типовых оболочек (цилиндрических, конических, сферических, эллиптических) с позиций устойчивости формы.
7. Проверка прочности сосудов и аппаратов с использованием программы «ПАССАТ».
8. Основные задачи динамического расчёта машин.
9. Понятие динамическое нагружение. Определение нагрузок и напряжений при динамическом нагружении конструкций. Принцип Даламбера. Коэффициент динамичности.
10. Определение нагрузок и напряжений при динамическом нагружении балочных конструкций.
11. Основные понятия теории колебаний. Колебания и вибрации. Классификация механических колебательных систем.
12. Свободные колебания. Затухание свободных колебаний. Коэффициент демпфирования. Логарифмический декремент колебаний.
13. Свободные колебания линейной одномассовой системы. Метод расчёта по Релею.
14. Свободные колебания линейной одномассовой системы. Метод расчёта по Донкерли.
15. Способы возбуждения колебаний. Вибровозбудители: механические, гидравлические, пневматические, электромагнитные, инерционные (конструкции).
16. Вынужденные колебания. Коэффициент динамического усиления (коэффициент динамичности). Амплитудно-частотная характеристика.
17. Вынужденные колебания. Резонанс. Амплитудно-частотная характеристика при наличии вязкого сопротивления.
18. Расчёт валов машин с учётом вибростойкости. Валы жесткие и гибкие.
19. Системы с несколькими степенями свободы. Свободные колебания. Формы колебаний. Ортогональность собственных форм. Изгибные колебания вала.
20. Системы с несколькими степенями свободы. Вынужденные колебания. Разложение решения по собственным формам. Антирезонанс.
21. Системы с распределенными параметрами. Колебания стержней с распределенными параметрами.
22. Удар. Теория соударения Герца.
23. Удар. Упрощенные методы расчета ударных систем
24. Ударное нагружение двухмассовой системы.

25. Виброизоляция. Назначение виброизоляции. Коэффициент эффективности вибрационной защиты.

26. Виброизоляция. Активная виброизоляция. Влияние вибраций на человека.

27. Пуск и торможение двухмассовой динамической системы. Расчет времени пуска – остановки и необходимой мощности.

28. Усталостная прочность. Понятие об усталостном разрушении. Циклы напряжений.

29. Усталостная прочность. Определение предела выносливости материала. Влияние различных факторов на его величину

30. Расчет вала машины с учетом усталостной прочности.

Кол-во заданий в банке вопросов <sup>1</sup>	Кол-во заданий, предъявляемых обучающемуся	Время на тестирование, мин.
120	30	20

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

В ходе подготовки к текущему контролю обучающимся предоставляется возможность пройти тест самопроверки. Тест для самопроверки по дисциплине размещен в СДО Moodle ДПИ НГТУ в свободном для обучающихся доступе.