

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

---

---

**Институт ядерной энергетики и технической физики (ИЯЭиТФ)**

*(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)*

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института

\_\_\_\_\_ Легчанов М.А.

«18» сентября 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.15 «Прикладная физика»**

*(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)*

для подготовки специалистов

Специальность: 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

*(код и направление подготовки, специальности)*

Направленность: «Проектирование и эксплуатация атомных станций»

*(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)*

Форма обучения: очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра АТС

*(аббревиатура кафедры)*

Кафедра-разработчик АГДПМиСМ

*(аббревиатура кафедры)*

Объем дисциплины 288/8

*(часов/з.е)*

Промежуточная аттестация экзамен (3, 4 сем.)

*(экзамен, зачет с оценкой, зачет)*

Разработчик (и): Жуков Александр Евгеньевич, к.т.н., доцент

*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2024 год

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», утвержденным приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28.02.2018 № 154 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол № 16 от 21.05.2024г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «АГДПМиСМ»

Зав. кафедрой «АГДПМиСМ»  
д.ф-м.н., проф.

\_\_\_\_\_  
(подпись) С.И. Герасимов

Рабочая программа рекомендована к утверждению ученым советом ИЯЭиТФ

Рабочая программа зарегистрирована в МО

Начальник МО

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НБТ

\_\_\_\_\_  
(подпись) Н.И. Кабанина

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....                                                                      | 4  |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....                                                          | 4  |
| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ<br>ДИСЦИПЛИНЫ .....                                      | 4  |
| 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ<br>С ПЛАНИРУЕМЫМИ.....                         | 6  |
| РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО.....                                                                                         | 6  |
| 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                                                              | 7  |
| 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ .....                                                       | 16 |
| ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....                                                                                      | 16 |
| 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....                                                                      | 20 |
| 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                                                          | 21 |
| 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....                                                               | 23 |
| 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ..... | 23 |
| 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                                  | 24 |
| 12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                                           | 27 |

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

### **1.1. Целями освоения дисциплины являются:**

- изучение теоретических основ инженерных методов расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость под действием статических, и динамических нагрузок;
- формирование общих понятий о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций;
- формирование навыков расчета конструктивных элементов, связанных с рациональным выбором формы, геометрических размеров и материала изделия из условия обеспечения прочности, жесткости и устойчивости.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- изучение методологических принципов расчета элементов конструкций при различных видах нагрузок;
- формирование навыков применения инженерных методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость, обеспечивающих оптимальные геометрические размеры и форму поперечных сечений стержневых элементов, гарантирующих их надежность, безопасность и экономичность.

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

Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.15 «Прикладная физика» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

Предшествующими курсами, на которых базируется данная дисциплина, являются: «Математика», «Физика», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Теоретическая механика».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Механика», «Математические методы моделирования физических процессов», «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок», «Технология конструкционных материалов».

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

### **3.1. Этапы формирования компетенций**

В результате освоения дисциплины «Прикладная физика» у обучающегося частично формируются компетенция ОПК-1, полное формирование которой последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки и завершается подготовкой к процедуре защиты и защитой ВКР (таблица 1).

**Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами**

|       | Наименование дисциплин,<br>формирующих компетенции<br>совместно      | Семестры формирования компетенций<br>дисциплинами и практиками |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|-------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|
|       |                                                                      | 1сем.                                                          | 2сем. | 3сем. | 4сем. | 5сем. | 6сем. | 7сем. | 8сем. | 9сем. | А | В |
| ОПК-1 | Химия                                                                |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Математика                                                           |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Математический анализ                                                |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Аналитическая геометрия.<br>Линейная алгебра                         |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Обыкновенные<br>дифференциальные уравнения                           |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Теория функций комплексного<br>переменного                           |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Теория вероятностей и<br>математическая статистика                   |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Физика                                                               |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Прикладная физика                                                    |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Теоретическая механика                                               |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Механика жидкости и газа                                             |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Техническая термодинамика                                            |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Нетрадиционные и<br>возобновляемые источники<br>энергии              |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Физика специальная (атомная)                                         |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Механика                                                             |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Математические методы<br>моделирования физических<br>процессов а НИР |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Электротехника и электроника                                         |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Тепломассообмен в<br>энергетических установках                       |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Ядерная физика                                                       |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Материаловедение                                                     |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Технология конструкционных<br>материалов                             |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Водоподготовка                                                       |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Физика ядерных реакторов                                             |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Электрооборудование<br>электростанций                                |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Сварка                                                               |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Ознакомительная практика                                             |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Научно-исследовательская<br>работа                                   |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |
|       | Подготовка к процедуре защиты и<br>защита ВКР                        |                                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО

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 (дескрипторы)                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                             | Оценочные материалы (ОМ)                                                                          |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                             | Текущего контроля                                                                                 | Промежуточной аттестации вопросы |
| <b>ОПК-1</b><br>Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | <b>ИОПК-1.1.</b> Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.                     | <b>Знать:</b><br>теоретические основы механики деформируемых твердых тел, основные понятия и гипотезы, используемые в курсе «Прикладная физика», теоретические положения, лежащие в основе расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций. | <b>Уметь:</b><br>- осуществлять выбор расчетных схем элементов конструкций;<br>- проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость стержней и стержневых систем.  | <b>Владеть:</b><br>навыками проведения инженерных расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость стержней и стержневых систем, работающих в различных условиях нагружения. | Вопросы для выборочного устного опроса. Тестирование по темам. Контрольные вопросы для защиты РГР | Вопросы и задачи к экзамену      |
|                                                                                                                                                                                                                               | <b>ИОПК-1.2.</b> Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | <b>Знать:</b><br>инженерные методы исследования наиболее типичных элементов конструкций на прочность, жесткость, устойчивость.                                                                                                                                    | <b>Уметь:</b><br>создавать расчетные модели реальных элементов конструкций для осуществления дальнейшего их анализа с точки зрения прочности, жесткости, и устойчивости. | <b>Владеть:</b><br>навыками теоретического и экспериментального исследования прочности наиболее типичных элементов конструкций и изучения механических свойств материалов.  | Вопросы для выборочного устного опроса. Тестирование по темам. Контрольные вопросы для защиты РГР | Вопросы и задачи к экзамену      |

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 з.е. или 288 академических часов. Распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

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

| Вид учебной работы                                                                                                                          | Трудоёмкость в часах                             |                          |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------|------------|
|                                                                                                                                             | Всего часов                                      | В том числе по семестрам |            |
|                                                                                                                                             |                                                  | 3                        | 4          |
| Формат изучения дисциплины                                                                                                                  | с использованием элементов электронного обучения |                          |            |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану                                                                                      | <b>288</b>                                       | <b>144</b>               | <b>144</b> |
| <b>1. Контактная работа:</b>                                                                                                                | <b>119</b>                                       | <b>56</b>                | <b>56</b>  |
| <b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>                                                                                                 | <b>102</b>                                       | <b>51</b>                | <b>51</b>  |
| занятия лекционного типа (Л)                                                                                                                | 68                                               | 34                       | 34         |
| практические занятия (ПЗ)                                                                                                                   | 34                                               | 17                       | 17         |
| лабораторные работы (ЛР)                                                                                                                    | —                                                | —                        | —          |
| <b>1.2. Внеаудиторная, в том числе:</b>                                                                                                     | <b>10</b>                                        | <b>5</b>                 | <b>5</b>   |
| курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)                                                                                     | —                                                | —                        | —          |
| текущий контроль, консультации по дисциплине                                                                                                | 7                                                | 5                        | 2          |
| контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)                                                                                         | —                                                | —                        | —          |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>                                                                                                      | <b>113</b>                                       | <b>61</b>                | <b>52</b>  |
| расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)                                                                                              | 52                                               | 26                       | 26         |
| контрольная работа (К)                                                                                                                      | —                                                | —                        | —          |
| курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)                                                                                                 | —                                                | —                        | —          |
| самостоятельная проработка лекционного материала, материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | 61                                               | 35                       | 26         |
| <b>подготовка к экзамену (контроль)</b>                                                                                                     | <b>63</b>                                        | <b>27</b>                | <b>36</b>  |

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 — Содержание дисциплины, структурированное по темам

| Планируемые<br>(контролируем<br>ые) результаты<br>освоения и<br>индикаторы<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов и тем                                                                                                   | Виды учебной работы, ч |                        |                         |                                     | Вид СРС                                              | Наименование<br>используемых<br>активных и<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий | Реализация в<br>рамках<br>практической<br>подготовки<br>(трудоемкость в<br>часах) | Наименование<br>разработанного<br>электронного курса<br>(трудоемкость в<br>часах) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                         |                                                                                                                               | Контактная работа      |                        |                         | Самостоятельная<br>работа студентов |                                                      |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                   |
|                                                                                                         |                                                                                                                               | Лекции                 | Лабораторные<br>работы | Практические<br>занятия |                                     |                                                      |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                   |
| 3 семестр                                                                                               |                                                                                                                               |                        |                        |                         |                                     |                                                      |                                                                                              |                                                                                   |                                                                                   |
| ОПК-1<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2                                                                           | Раздел 1. Основные понятия                                                                                                    |                        |                        |                         |                                     |                                                      |                                                                                              | -                                                                                 | -                                                                                 |
|                                                                                                         | Тема 1.1.Предмет и задачи курса                                                                                               | 0,5                    |                        |                         | 0,25                                | Подготовка к лекции:<br>п. 1.1 – 1.5 табл. 9 РПД     | Лекция, лекция с<br>элементами<br>дискуссии                                                  | -                                                                                 | -                                                                                 |
|                                                                                                         | Тема 1.2. Реальный объект и<br>расчетная схема                                                                                | 0,5                    |                        |                         | 0,25                                | Подготовка к лекции:<br>п. 1.1; 1.2; 1.3 табл. 9 РПД | Лекция                                                                                       | -                                                                                 | -                                                                                 |
|                                                                                                         | Тема 1.3. Виды и схематизация<br>внешних нагрузок                                                                             | 0,5                    |                        |                         | 0,25                                | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД      | Лекция                                                                                       |                                                                                   |                                                                                   |
|                                                                                                         | Тема 1.4. Понятие о стержне и его<br>геометрических характеристиках                                                           | 1,5                    |                        |                         | 0,5                                 | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД      | Лекция, лекция с<br>элементами<br>дискуссии                                                  |                                                                                   |                                                                                   |
|                                                                                                         | Тема 1.5. Понятие о деформациях и<br>деформированном состоянии в<br>точке                                                     | 1                      |                        |                         | 0,25                                | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД      | Лекция                                                                                       |                                                                                   |                                                                                   |
|                                                                                                         | Тема 1.6. Внутренние силы. Метод<br>сечений. Понятие о полном<br>напряжении и его составляющих.                               | 2                      |                        |                         | 1                                   | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД      | Лекция, лекция с<br>элементами<br>дискуссии                                                  |                                                                                   |                                                                                   |
|                                                                                                         | Тема 1.7. Расчет внутренних<br>силовых факторов. Эпюры<br>внутренних усилий и правила их<br>построения.                       | 2                      |                        |                         | 1                                   | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД      | Лекция                                                                                       |                                                                                   |                                                                                   |
|                                                                                                         | Тема 1.8. Дифференциальные<br>зависимости внутренних силовых<br>факторов. Эпюры внутренних<br>усилий и правила их построения. | 2                      |                        |                         | 1                                   | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД      | Лекция                                                                                       |                                                                                   |                                                                                   |

|                                                                                                                                      |     |   |    |      |                                                  |                                              |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|----|------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|--|--|
| <b>Практическое занятие №1.</b><br>Статические моменты сечения.<br>Вычисление центра тяжести сложного сечения.                       |     |   | 1  | 1    | Подготовка к ПЗ:<br>п. 1.3; 2.1; 2.3 табл. 9 РПД | Практическое занятие                         |  |  |
| <b>Практическое занятие №2.</b><br>Моменты инерции простых фигур.                                                                    |     |   | 1  | 1    | Подготовка к ПЗ:<br>п. 1.3; 2.1; 2.3 табл. 9 РПД | Практическое занятие                         |  |  |
| <b>Практическое занятие №3.</b><br>Определение главных осей инерции и главных моментов инерции.                                      |     |   | 1  | 1    | Подготовка к ПЗ:<br>п. 1.3; 2.1; 2.3 табл. 9 РПД | Практическое занятие                         |  |  |
| <b>Практическое занятие №4.</b><br>Построение эпюр внутренних усилий при растяжении-сжатии, кручении, изгибе.                        |     |   | 2  | 1    | Подготовка к ПЗ:<br>п. 1.3; 2.1; 2.3 табл. 9 РПД | Практическое занятие, работа в малых группах |  |  |
| <b>Практическое занятие №5.</b><br>Построение эпюр внутренних усилий при изгибе брусев с использованием прямой и обратной симметрии. |     |   | 2  | 1    | Подготовка к ПЗ:<br>п. 1.3; 2.1; 2.3 табл. 9 РПД | Практическое занятие, работа в малых группах |  |  |
| <b>Практическое занятие №6.</b><br>Построение эпюр внутренних усилий в статически определимых плоских рамах.                         |     |   | 2  | 1    | Подготовка к ПЗ:<br>п.1.3; 2.1; 2.3 табл. 9 РПД  | Практическое занятие, работа в малых группах |  |  |
| <b>Практическое занятие №7.</b><br>Построение эпюр внутренних усилий в случае сложного нагружения брусев.                            |     |   | 1  | 1    | Подготовка к ПЗ:<br>п.1.3; 2.1; 2.3 табл. 9 РПД  | Практическое занятие                         |  |  |
| <b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела</b>                                                                                  | 4,5 |   | 7  | 11,5 |                                                  |                                              |  |  |
| <b>Итого по 1 разделу</b>                                                                                                            | 10  | 0 | 10 | 11,5 |                                                  |                                              |  |  |
| <b>Раздел 2. Основы теории напряженного и деформированного состояний</b>                                                             |     |   |    |      |                                                  |                                              |  |  |
| <b>Тема 2.1. Тензор напряжений.</b><br>Свойства парности касательных напряжений.                                                     | 2   |   |    | 0,5  | Подготовка к лекции:<br>п. 1.1 - 1.5 табл. 9 РПД | Лекция                                       |  |  |

|                                                                                                                              |          |          |          |          |                                                  |                                       |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| <b>Тема 2.2.</b> Главные площадки и главные напряжения.                                                                      | 1        |          |          | 1        | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии |  |  |
| <b>Тема 2.3.</b> Определение главных и наибольших касательных напряжений при плоском напряженном состоянии.                  | 1        |          |          | 1        | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                |  |  |
| <b>Тема 2.4.</b> Понятие об объемном напряженном состоянии.                                                                  | 1        |          |          | 0,5      | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                |  |  |
| <b>Тема 2.5.</b> Определение напряжений на произвольной площадке по известным главным напряжениям.                           | 1        |          |          | 1        | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                |  |  |
| <b>Тема 2.6.</b> Деформированное состояние в точке. Математическая аналогия между деформированным и напряженным состояниями. | 1        |          |          | 0,5      | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                |  |  |
| <b>Тема 2.7.</b> Закон Гука при простейших напряженных состояниях. Упругие константы материала и связь между ними.           | 1        |          |          | 0,5      | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии |  |  |
| <b>Тема 2.8.</b> Обобщенный закон Гука.                                                                                      | 1        |          |          | 1        | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                |  |  |
| <b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела</b>                                                                          | 6        |          | 0        | 6        |                                                  |                                       |  |  |
| <b>Итого по 2 разделу</b>                                                                                                    | <b>9</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>6</b> |                                                  |                                       |  |  |
| <b>Раздел 3. Определение напряжений при простых деформациях</b>                                                              |          |          |          |          |                                                  |                                       |  |  |
| <b>Тема 3.1.</b> Общий порядок определения напряжений.                                                                       | 1        |          |          | 0,5      | Подготовка к лекции:<br>п. 1.1 - 1.5 табл. 9 РПД | Лекция                                |  |  |
| <b>Тема 3.2.</b> Определение напряжений и перемещений при растяжении/сжатии                                                  | 1        |          |          | 0,5      | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                |  |  |
| <b>Тема 3.3.</b> Определение напряжений и перемещений при кручении стержня круглого сечения                                  | 1        |          |          | 1        | Подготовка к лекции:<br>п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии |  |  |

|                                                                                                                               |   |   |     |     |                                               |                                              |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-----|-----|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--|--|
| <b>Тема 3.4.</b> Определение напряжений при кручении стержня прямоугольного сечения                                           | 1 |   |     | 1   | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                       |  |  |
| <b>Тема 3.5.</b> Определение напряжений при чистом изгибе                                                                     | 2 |   |     | 1   | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии        |  |  |
| <b>Тема 3.6.</b> Определение напряжений при поперечном изгибе.                                                                | 2 |   |     | 1   | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                       |  |  |
| <b>Практическое занятие №1.</b> Расчет на прочность при центральном растяжении и сжатии бруса                                 |   |   | 1   | 1   | Подготовка к ПЗ: п.1.3; 2.1; 2.3 табл. 9 РПД  | Практическое занятие                         |  |  |
| <b>Практическое занятие №2.</b> Расчет на прочность при кручении брусев круглого, кольцевого, квадратного замкнутого сечений. |   |   | 1   | 1   | Подготовка к ПЗ: п.1.3; 2.1; 2.3табл. 9 РПД   | Практическое занятие                         |  |  |
| <b>Практическое занятие №3.</b> Расчет на прочность при изгибе брусев круглого, прямоугольного и двутаврового сечений.        |   |   | 1,5 | 1   | Подготовка к ПЗ: п.1.3; 2.1; 2.3 табл. 9 РПД  | Практическое занятие, работа в малых группах |  |  |
| <b>Практическое занятие №4.</b> Расчет рам на прочность                                                                       |   |   | 1,5 | 1   | Подготовка к ПЗ: п.1.3; 2.1; 2.3табл. 9 РПД   | Практическое занятие, работа в малых группах |  |  |
| <b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела</b>                                                                           | 5 |   | 4   | 9   |                                               |                                              |  |  |
| <b>Итого по 3 разделу</b>                                                                                                     | 8 | 0 | 5   | 9   |                                               |                                              |  |  |
| <b>Раздел 4. Определение напряжений и расчеты на прочность при сложном сопротивлении</b>                                      |   |   |     |     |                                               |                                              |  |  |
| <b>Тема 4.1.</b> Формулы для нормальных и касательных напряжений.                                                             | 1 |   |     | 0,5 | Подготовка к лекции: п. 1.1 – 1.5 табл. 9 РПД | Лекция                                       |  |  |
| <b>Тема 4.2.</b> Условия прочности для частицы материала при плоском и объемном напряженном состоянии.                        | 1 |   |     | 0,5 | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии        |  |  |
| <b>Тема 4.3.</b> Основные теории прочности.                                                                                   | 2 |   |     | 0,5 | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии        |  |  |

|                               |                                                                                                                                  |     |   |    |     |                                               |                                       |  |  |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|----|-----|-----------------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
|                               | <b>Тема 4.4.</b> Частные случаи сложного сопротивления.                                                                          | 2   |   |    | 0,5 | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                |  |  |
|                               | <b>Тема 4.5.</b> Деформированное состояние в точке тела. Математическая аналогия между деформированным и напряженным состояниями | 1   |   |    | 0,5 | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                |  |  |
|                               | <b>Практическое занятие №1.</b> Определение из условия прочности допустимой нагрузки для бруса, испытывающего сложное нагружение |     |   | 2  | 1   | Подготовка к ПЗ: п.1.3; 2.1; 2.3 табл. 9 РПД  | Практическое занятие                  |  |  |
|                               | <b>Самостоятельная работа по освоению 4 раздела</b>                                                                              | 2,5 |   | 1  | 3,5 |                                               |                                       |  |  |
|                               | <b>Итого по 4 разделу</b>                                                                                                        | 7   | 0 | 2  | 3,5 |                                               |                                       |  |  |
|                               | <b>Расчетно-графическая работа (РГР)</b>                                                                                         |     |   |    | 26  |                                               |                                       |  |  |
|                               | <b>ИТОГО ЗА 3 СЕМЕСТР</b>                                                                                                        | 34  | 0 | 17 | 56  |                                               |                                       |  |  |
|                               | <b>4 семестр</b>                                                                                                                 |     |   |    |     |                                               |                                       |  |  |
| ОПК-1<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1.2 | <b>Раздел 5. Определение перемещений и расчеты на жесткость</b>                                                                  |     |   |    |     |                                               |                                       |  |  |
|                               | <b>Тема 5.1.</b> Условие жесткости. Основные типы задач, решаемых по условию жесткости                                           | 1   |   |    | 0,5 | Подготовка к лекции: п. 1.1 - 1.5 табл. 9 РПД | Лекция                                |  |  |
|                               | <b>Тема 5.2.</b> Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки                                                                  | 1   |   |    | 1   | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии |  |  |
|                               | <b>Тема 5.3.</b> Теорема о взаимности работ. Теорема о взаимности перемещений                                                    | 2   |   |    | 1   | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                |  |  |
|                               | <b>Тема 5.4.</b> Определение перемещений методом Мора                                                                            | 3   |   |    | 1   | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                |  |  |
|                               | <b>Тема 5.5.</b> Графоаналитический способ вычисления интеграла Мора (способ Верещагина)                                         | 1   |   |    | 0,5 | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии |  |  |

|                                                                                                                     |   |   |   |     |                                               |                                              |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|-----|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--|--|
| <b>Практическое занятие №1.</b><br>Определение перемещений и расчеты на жесткость при растяжении/сжатии бруса       |   |   | 1 | 1   | Подготовка к ПЗ: п. 1.3; 2.1; 2.2 табл. 9 РПД | Практическое занятие                         |  |  |
| <b>Практическое занятие №2.</b><br>Определение углов закручивания и расчет на жесткость при кручении бруса          |   |   | 1 | 1   | Подготовка к ПЗ: п. 1.3; 2.1; 2.2 табл. 9 РПД | Практическое занятие                         |  |  |
| <b>Практическое занятие №3.</b><br>Определение перемещений сечений балки при изгибе. Построение упругой линии балки |   |   | 4 | 1   | Подготовка к ПЗ: п. 1.3; 2.1; 2.3 табл. 9 РПД | Практическое занятие, работа в малых группах |  |  |
| <b>Практическое занятие №4.</b> Расчет упругих перемещений в рамах                                                  |   |   | 2 | 2   | Подготовка к ПЗ: п. 1.3; 2.1; 2.2 табл. 9 РПД | Практическое занятие, работа в малых группах |  |  |
| <b>Самостоятельная работа по освоению 5 раздела</b>                                                                 | 4 |   | 5 | 9   |                                               |                                              |  |  |
| <b>Итого по 5 разделу</b>                                                                                           | 8 | 0 | 8 | 9   |                                               |                                              |  |  |
| <b>Раздел 6. Расчет статически неопределимых систем</b>                                                             |   |   |   |     |                                               |                                              |  |  |
| 6.1. Основные понятия                                                                                               | 1 |   |   | 0,5 | Подготовка к лекции: п. 1.1 - 1.5 табл. 9 РПД | Лекция, лекция с элементами дискуссии        |  |  |
| 6.2. Порядок расчета статически неопределимых систем. Канонические уравнения метода сил                             | 4 |   |   | 1   | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии        |  |  |
| 6.3. Выбор основной системы. Использование свойств симметрии для раскрытия статической неопределимости              | 2 |   |   | 1   | Подготовка к лекции п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД   | Лекция                                       |  |  |
| 6.4. Проверка правильности расчета статически неопределимых систем                                                  | 2 |   |   | 1   | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                       |  |  |
| <b>Практическое занятие №1.</b><br>Раскрытие статической неопределимости балок                                      |   |   | 1 | 1   | Подготовка к ПЗ: п. 1.3; 2.1; 2.2 табл. 9 РПД | Практическое занятие                         |  |  |

|                                                                                                                       |     |   |   |     |                                               |                                              |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|---|-----|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--|--|
| <b>Практическое занятие №2.</b><br>Раскрытие статической неопределимости брусьев, испытывающих кручение               |     |   | 1 | 1   | Подготовка к ПЗ: п. 1.3; 2.1; 2.2 табл. 9 РПД | Практическое занятие                         |  |  |
| <b>Практическое занятие №3.</b><br>Раскрытие статической неопределимости плоских рам                                  |     |   | 2 | 2   | Подготовка к ПЗ: п. 1.3; 2.1; 2.2 табл. 9 РПД | Практическое занятие, работа в малых группах |  |  |
| <b>Самостоятельная работа по освоению 6 раздела</b>                                                                   | 3,5 |   | 1 | 4,5 |                                               |                                              |  |  |
| <b>Итого по 6 разделу</b>                                                                                             | 9   | 0 | 4 | 7,5 |                                               |                                              |  |  |
| <b>Раздел 7. Устойчивость сжатых стержней</b>                                                                         |     |   |   |     |                                               |                                              |  |  |
| <b>Тема 7.1.</b> Основные понятия.                                                                                    | 1   |   |   | 0,5 | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии        |  |  |
| <b>Тема 7.2.</b> Формула Эйлера для критической силы. Влияние опорных закреплений концов стержня на критическую силу. | 2   |   |   | 1   | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии        |  |  |
| <b>Тема 7.3.</b> Пределы применимости формулы Эйлера. Практические расчеты стержней на устойчивость.                  | 2   |   |   | 1   | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии        |  |  |
| <b>Практическое занятие №1.</b> Расчет сжатых стержней на устойчивость                                                |     |   | 2 | 1   | Подготовка к ПЗ: п. 1.3; 2.1; 2.3 табл. 9 РПД | Практическое занятие, работа в малых группах |  |  |
| <b>Самостоятельная работа по освоению 7 раздела</b>                                                                   | 2,5 |   | 1 | 3,5 |                                               |                                              |  |  |
| <b>Итого по 7 разделу</b>                                                                                             | 5   | 0 | 2 | 3,5 |                                               |                                              |  |  |
| <b>Раздел 8. Расчеты на прочность при динамических нагрузках</b>                                                      |     |   |   |     |                                               |                                              |  |  |
| <b>Тема 8.1.</b> Расчет поступательно движущихся элементов систем.                                                    | 1   |   |   | 0,5 | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии        |  |  |
| <b>Тема 8.2.</b> Расчет равномерно вращающегося стержня.                                                              | 1   |   |   | 0,5 | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                       |  |  |
| <b>Тема 8.3.</b> Расчет тонкостенного вращающегося кольца                                                             | 2   |   |   | 1   | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                       |  |  |

|                                                                                              |           |          |           |            |                                               |                                              |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|-----------|------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--|--|
| <b>Тема 8.2.</b> Расчет на ударную нагрузку. Приближенная теория удара.                      | 4         |          |           | 1          | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии        |  |  |
| <b>Практическое занятие №1.</b> Расчет на прочность равномерно вращающихся стержневых систем |           |          | 1         | 1          | Подготовка к ПЗ: п. 1.3; 2.1; 2.2 табл. 9 РПД | Практическое занятие                         |  |  |
| <b>Практическое занятие №2.</b> Расчет на прочность при ударных нагрузках                    |           |          | 2         | 1          | Подготовка к ПЗ: п. 1.3; 2.1; 2.2 табл. 9 РПД | Практическое занятие, работа в малых группах |  |  |
| <b>Самостоятельная работа по освоению 8 раздела</b>                                          | 3         |          | 2         | 5          |                                               |                                              |  |  |
| <b>Итого по 8 разделу</b>                                                                    | 8         | 0        | 3         | 5          |                                               |                                              |  |  |
| <b>Раздел 9. Расчеты на прочность при переменных напряжениях</b>                             |           |          |           |            |                                               |                                              |  |  |
| <b>Тема 9.1.</b> Явление усталости материалов                                                | 0,5       |          |           | 1          | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии        |  |  |
| <b>Тема 9.2.</b> Характеристики и виды циклов напряжений                                     | 1         |          |           | 1          | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                       |  |  |
| <b>Тема 9.3.</b> Определение предела выносливости                                            | 0,5       |          |           | 1          | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                       |  |  |
| <b>Тема 9.4.</b> Диаграммы предельных напряжений                                             | 1         |          |           | 1          | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                       |  |  |
| <b>Тема 9.5.</b> Факторы, влияющие на предел выносливости                                    | 0,5       |          |           | 1          | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция, лекция с элементами дискуссии        |  |  |
| <b>Тема 9.6.</b> Коэффициент запаса усталостной прочности                                    | 0,5       |          |           | 1          | Подготовка к лекции: п. 1.2; 1.3 табл. 9 РПД  | Лекция                                       |  |  |
| <b>Самостоятельная работа по освоению 9 раздела</b>                                          | 6         |          |           | 6          |                                               |                                              |  |  |
| <b>Расчетно-графическая работа (РГР)</b>                                                     | 4         | 0        | 0         | 6          |                                               |                                              |  |  |
| <b>Итого по 9 разделу</b>                                                                    |           |          |           | <b>26</b>  |                                               |                                              |  |  |
| <b>ИТОГО ЗА 4 СЕМЕСТР</b>                                                                    | <b>34</b> | <b>0</b> | <b>17</b> | <b>57</b>  |                                               |                                              |  |  |
| <b>ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>                                                                   | <b>68</b> | <b>0</b> | <b>34</b> | <b>113</b> |                                               |                                              |  |  |

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

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

В разделе указывается перечень типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины; описание шкал оценивания; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. Представленные контрольные мероприятия должны соответствовать таблицам 2 и 4.

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

**Таблица 5 – Перечни контрольных заданий для расчетно-графической работы**

| № работы | Название контрольных заданий                                                   | Номер схемы         |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1        | Геометрические характеристики плоских сечений                                  | 1, 2                |
| 2        | Эпюры внутренних усилий                                                        | 5-10, 17-22, 28, 29 |
| 3        | Определение напряжений и расчеты на прочность                                  | 5, 7-10, 13         |
| 4        | Определение перемещений и расчеты на жесткость                                 | 31, 33, 35, 36      |
| 5        | Статически неопределимые системы                                               | 42, 43, 47          |
| 6        | Устойчивость сжатых стержней и расчеты на прочность при динамических нагрузках | 51,52,53            |

**Таблица 6 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам для проведения текущего контроля успеваемости**

| Название темы                                   | Номер схемы         |
|-------------------------------------------------|---------------------|
| Геометрические характеристики плоских сечений   | 1– 3                |
| Эпюры внутренних усилий                         | 5-10, 17-24, 28, 29 |
| Определение напряжений и расчеты на прочность   | 5, 7–10, 13         |
| Определение перемещений и расчеты на жесткость  | 31, 33, 35, 36      |
| Статически неопределимые системы                | 42, 43, 47          |
| Устойчивость сжатых стержней                    | 51                  |
| Расчеты на прочность при динамических нагрузках | 52,53               |

### Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрены

### Тестовые задания

Для текущего контроля усвоения лекционного материала предусмотрено онлайн-тестирование. Тесты проводятся после прохождения каждой из тем курса на платформе системы управления дистанционным обучением НГТУ «e-Learning5G» (<https://edu.nntu.ru/>) . Список типовых вопросов тестовых заданий приведен в разделе 12 (Оценочные средства для контроля освоения дисциплины)

**Таблица 7 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации (экзамен) по итогам освоения дисциплины**

| №<br>п.п. | Контрольные вопросы к экзамену                                                                                                            |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 семестр |                                                                                                                                           |
| 1         | Вывод формул моментов инерции простейших фигур (прямоугольник, треугольник, круг, кольцо).                                                |
| 2         | Изменение моментов инерции сечения при переходе от центральных осей к параллельным.                                                       |
| 3         | Изменение моментов инерции сечения при повороте координатных осей.                                                                        |
| 4         | Схематизация элементов конструкций                                                                                                        |
| 5         | Схематизация структуры и свойств материалов.                                                                                              |
| 6         | Типы опор и их схематизация.                                                                                                              |
| 7         | Виды и схематизация внешних нагрузок.                                                                                                     |
| 8         | Понятие внутренних сил. Метод сечений и его алгоритм.                                                                                     |
| 9         | Правило знаков для внутренних усилий.                                                                                                     |
| 10        | Расчет ВСФ. Эпюры ВСФ.                                                                                                                    |
| 11        | Дифференциальные зависимости при простейших деформациях.                                                                                  |
| 12        | Следствия из дифференциальных зависимостей при изгибе.                                                                                    |
| 13        | Понятие о напряжении. Нормальные и касательные напряжения.                                                                                |
| 14        | Зависимости между напряжениями и внутренними усилиями.                                                                                    |
| 15        | Напряжённое состояние в точке. Тензор напряжений. Закон парности касательных напряжений.                                                  |
| 16        | Понятие о деформации. Линейная и угловая деформации.                                                                                      |
| 17        | Суть гипотезы плоских сечений.                                                                                                            |
| 18        | Закон Гука при простейших деформациях. Физический смысл входящих в него величин.                                                          |
| 19        | Порядок определения напряжений при простейших деформациях. Три стороны задачи определения напряжений.                                     |
| 20        | Простое осевое растяжение/сжатие.                                                                                                         |
| 21        | Кручение брусков круглого сечения.                                                                                                        |
| 22        | Кручение брусков прямоугольного сечения.                                                                                                  |
| 23        | Кручение тонкостенных стержней закрытого и открытого профилей.                                                                            |
| 24        | Прямой чистый изгиб.                                                                                                                      |
| 25        | Определения напряжений при чистом изгибе.                                                                                                 |
| 26        | Определение напряжений при плоском поперечном изгибе. Формула Д.И. Журавского                                                             |
| 27        | Распределение касательных напряжений по поперечным сечениям в форме прямо- угольника, двутавра и швеллера при поперечном изгибе.          |
| 28        | Сравнение нормальных и касательных напряжений при поперечном изгибе.                                                                      |
| 29        | Механические испытания материалов. Характеристики прочности и пластичности материалов.                                                    |
| 30        | Понятие предельного и допускаемого напряжений.                                                                                            |
| 31        | Расчёт простейших соединений (расчёт тяги, штифта (заклёпки), сварного соединения).                                                       |
| 32        | Понятие о концентрации напряжений. Расчёты на прочность при наличии концентраторов напряжений.                                            |
| 33        | Потенциальная энергия упругой деформации при простейших деформациях (растяжение/сжатие, чистый сдвиг, кручение, изгиб).                   |
| 34        | Определение главных и наибольших касательных напряжений по известным напряжениям на исходных площадках при плоском напряжённом состоянии. |
| 35        | Понятие о главных площадках и главных напряжениях.                                                                                        |
| 36        | Определение напряжений на произвольной площадке по известным главным напряжениям.                                                         |

|           |                                                                                                                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 37        | Напряжения на октаэдрических площадках и их расчёт.                                                              |
| 38        | Максимальные касательные напряжения и площадки, на которых они действуют.                                        |
| 39        | Основы теории деформаций. Расчётные формулы и связь с теорией напряжений.                                        |
| 40        | Вывод обобщённого закона Гука.                                                                                   |
| 41        | Основные теории прочности и их расчётные выражения.                                                              |
| 42        | Порядок расчёта на прочность при сложном нагружении.                                                             |
| 43        | Расчёт на прочность при внецентренном растяжении/сжатии.                                                         |
| 44        | Расчёт на прочность при косом изгибе.                                                                            |
| 45        | Расчёт на прочность при совместном действии изгиба и кручения.                                                   |
| 46        | Потенциальная энергия упругой деформации при объёмном напряжённом состоянии.                                     |
| 4 семестр |                                                                                                                  |
| 1.        | Виды перемещений. Условие жёсткости. Основные типы задач при расчёте на жёсткость.                               |
| 2.        | Теорема о взаимности работ. Теорема о взаимности перемещений.                                                    |
| 3.        | Определение перемещений методом Мора.                                                                            |
| 4.        | Формула Мора для определения перемещений, вызванных смещением опор.                                              |
| 5.        | Формула Мора для расчёта температурных перемещений.                                                              |
| 6.        | Определение взаимных перемещений.                                                                                |
| 7.        | Графоаналитический способ вычисления интеграла Мора (способ Верещагина).                                         |
| 8.        | Рациональные способы разбиения площадей грузовых эпюр.                                                           |
| 9.        | Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.                                                                  |
| 10.       | Понятие о статически неопределимых системах (СНС).                                                               |
| 11.       | Порядок расчета СНС. Канонические уравнения метода сил.                                                          |
| 12.       | Выбор основной системы. Требования к основной системе.                                                           |
| 13.       | Использование свойств симметрии в расчётах СНС.                                                                  |
| 14.       | Свойства симметричных и кососимметричных нагрузок.                                                               |
| 15.       | Метод преобразования нагрузок.                                                                                   |
| 16.       | Статическая и деформационная проверки расчёта СНС.                                                               |
| 17.       | Понятие о критической силе.                                                                                      |
| 18.       | Формула Эйлера для определения критической силы.                                                                 |
| 19.       | Влияние опорных закреплений концов стержня на величину критической силы.                                         |
| 20.       | Пределы применимости формулы Эйлера.                                                                             |
| 21.       | Расчёты на устойчивость за пределом пропорциональности. Эмпирические формулы для расчёта критических напряжений. |
| 22.       | Практический способ расчёта на устойчивость по коэффициенту $\varphi$ .                                          |
| 23.       | Выбор материалов и рациональных форм поперечного сечения с точки зрения устойчивости                             |
| 24.       | Расчёт поступательно движущихся элементов систем с ускорением.                                                   |
| 25.       | Расчёт напряжений в стержне, равномерно вращающемся вокруг оси.                                                  |
| 26.       | Расчёт напряжений в равномерно вращающемся тонкостенном кольце.                                                  |
| 27.       | Расчёт на ударную нагрузку.                                                                                      |
| 28.       | Частные случаи ударного взаимодействия.                                                                          |
| 29.       | Явление усталости материалов. Кривая усталости.                                                                  |
| 30.       | Характеристики и виды циклов напряжений.                                                                         |
| 31.       | Понятие о пределе выносливости.                                                                                  |
| 32.       | Экспериментальное определение предела выносливости.                                                              |
| 33.       | Диаграмма предельных амплитуд напряжений.                                                                        |
| 34.       | Основные факторы, влияющие на предел выносливости.                                                               |
| 35.       | Коэффициент запаса усталостной прочности при симметричном и асимметричном циклах напряжений.                     |

## 6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 8 — Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                        | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                             | Оценка «неудовлетворительно»                                                                                                                                                                                                                      | Оценка «удовлетворительно»                                                                                                                                                                                                                           | Оценка «хорошо»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Оценка «отлично»                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>ОПК-1</b><br>Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | <b>ИОПК-1.1.</b><br>Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.<br><b>ИОПК-1.2.</b> Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | Демонстрирует низкий уровень знаний всего теоретического материала. Не способен применять теоретические знания при решении практических задач, испытывает большие затруднения при их выполнении, допускает много ошибок и не умеет их исправлять. | Имеет фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса. Способен применять теоретические знания основного материала при решении практических задач, но плохо владеет навыками и приемами их решения, допускает ошибки и не умеет их исправлять. | Способен логично мыслить и системно излагать теоретический материал. Демонстрирует хороший уровень понимания рассматриваемых вопросов. Способен применять теоретические знания при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их решения. Допускает единичные несущественные ошибки и умеет их исправлять. | Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Демонстрирует высокий уровень понимания рассматриваемых вопросов. Способен самостоятельно и без ошибок применять теоретические знания при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их решения. |

| Оценка                                           | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Высокий уровень «5»<br>(отлично)                 | Студент заслуживает оценку «отлично», если теоретический материал курса усвоен полностью. Владеет необходимыми навыками выполнения учебных заданий. Предусмотренные РПД задания выполнены в соответствии с установленными требованиями и оценены максимальным числом баллов. Практические навыки профессионального применения усвоенных знаний сформированы.                                                                                           |
| Средний уровень «4»<br>(хорошо)                  | Студент заслуживает оценку «хорошо», если теоретический материал курса усвоен полностью. Владеет необходимыми навыками выполнения учебных заданий. Предусмотренные РПД задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, но не оценены максимальным числом баллов. Практические навыки профессионального применения усвоенных знаний в основном сформированы.                                                                            |
| Пороговый уровень «3»<br>(удовлетворительно)     | Студент заслуживает оценку «удовлетворительно», если теоретический материал курса усвоен в полном объеме. Не демонстрирует необходимых знаний программного материала, испытывает затруднения и допускает отдельные ошибки при выполнении учебных заданий. Предусмотренные РПД задания или не выполнены или оценены числом баллов, близким к минимальному. Некоторые практические навыки профессионального применения усвоенных знаний не сформированы. |
| Минимальный уровень «2»<br>(неудовлетворительно) | Студент заслуживает оценку «неудовлетворительно», если теоретический материал курса не усвоен. Не демонстрирует необходимых знаний программного материала, испытывает большие затруднения и допускает много ошибок при выполнении учебных заданий. Предусмотренные РПД задания или не выполнены, или оценены числом баллов ниже трех по оценочной шкале. Практические навыки профессионального применения усвоенных знаний не сформированы.            |

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Таблица 9 – Список учебной литературы, печатных изданий библиотечного фонда

| № п.п.                                        | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания,<br>количество страниц)                                                                                                      | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>1. Основная литература</b>                 |                                                                                                                                                                                                                            |                                           |
| 1.1.                                          | Ильичев Н.А., Кулепов В.Ф., Шурашов А.Д. Основы расчетов стержневых систем на рочность, жесткость и устойчивость: учеб. пособие/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева; Под общ. ред. Н.А. Ильичёва. - Н. Новгород, 2015. - 280 с.       | Библиотек<br>а кафедры<br>10              |
| 1.2.                                          | Кулепов В.Ф., Ильичев Н.А. и др. Сопротивление материалов. Расчеты на прочность: учеб. пособие/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева; Под общ. ред. Н.А. Ильичёва. - Н. Новгород, 2013. - 108 с.                                        | 60                                        |
| 1.3.                                          | Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: учебник для вузов, - М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 592 с.                                                                                                              | 200                                       |
| 1.4.                                          | Вольмир А.С. и др. Сопротивление материалов: учебник, -М: Дрофа, 2007. - 591 с.                                                                                                                                            | 31                                        |
| 1.5.                                          | Писаренко, Г.С. и др. Сопротивление материалов: учебник для вузов. Киев: Вища школа, 1986. – 775 с.                                                                                                                        | 10                                        |
| <b>2. Литература для практических занятий</b> |                                                                                                                                                                                                                            |                                           |
| 2.2.                                          | Ильичев Н.А., Колябин В.В., Кулепов В.Ф. и др. Определение напряжений и расчёты на прочность стержневых систем: учеб. пособие, НГТУ им. Р.Е. Алексеева; - Н. Новгород, 2012. - 130 с.                                      | 70                                        |
| 2.3.                                          | Миролюбов И.Н. Сопротивление материалов: пособие к решению задач: учеб. пособие. - СПб.: Лань, 2009.-512 с.                                                                                                                | 52                                        |
| 2.4.                                          | Сапунов В.Т. Классический курс сопротивления в решениях задач: учеб. пособие. М.: Едитория УРСС, 2004-410 с.                                                                                                               | 25                                        |
| 2.5.                                          | Жуков А.Е. и др. Механические испытания материалов: учебное пособие / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород, 2014. - 86 с.                                                                                                | 50                                        |
| 2.6.                                          | Копнов. В.А. Сопротивление материалов. Руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ. М.: Высшая школа, 2003 -                                                                      | 5                                         |
| 2.7.                                          | Горбиков Е.Н., Ильичев Н.А., Кипарисов А.Г. и др. Сопротивление материалов, прикладная механика/ Схемы к заданиям для расчетно-графических и курсовых работ.– Нижний Новгород, 2019.                                       | 30                                        |
| 2.8.                                          | Сопротивление материалов: задания для расчетно-графических работ для студентов механических направлений подготовки очной формы обучения/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: А.Н. Дербасов и др.– Нижний Новгород, 2017.-19 с. | Библио-<br>тека<br>кафедры<br>100         |

### 7.2. Справочно-библиографическая и научная литература

Таблица 10 – Список справочно-библиографической и научной литературы

| № п.п. | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания,<br>количество страниц) | Количество<br>экземпляров<br>в библиотеке |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1      | Анурьев, В.И.Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.             | 7                                         |
| 2      | Справочник по сопротивлению материалов/Г.С. Писаренко и др. – Киев.: 4                                                | 4                                         |

|   |                                                                                   |   |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|---|
|   | Наукова думка, 1988.- 736 с.                                                      |   |
| 3 | Справочник по сопротивлению материалов. - Минск : Наука и техника, 1988. - 463 с. | 6 |

### 7.3. Периодические издания

1. Журнал «Прочность конструкций и материалов»
2. Журнал «Надежность»
3. Журнал «Прикладная математика и механика»
4. Журнал «Прикладная механика и техническая физика»
5. Журнал «Проблемы прочности и пластичности»
6. Журнал «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии»

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

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

1) Е.Г. Ивашкин, Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- оформление контрольных и расчетно-графических работ, отчетов по лабораторным работам;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

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

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;

- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web>;

- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

На странице «Ресурсы» сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;

- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;

- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;

- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;

- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science и Scopus, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:

- профессиональным справочным системам «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;

- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;

- Elsevier (журналы FreedomCollection);

- SpringerNature (журналы и коллекции электронных книг);

- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);

- Questel (база данных патентного поиска OrbitIntelligencePremium).

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;

- научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: <https://cyberleninka.ru/journal>;

- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>

- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>

- система управления дистанционным обучением НГТУ «e-Learning5G» <https://edu.nntu.ru/>.

С компьютеров кафедры (ауд. 2102А и 5118) возможен доступ к внешним ресурсам:

- <http://mysopromat.ru>;

- <http://help-sopromat.narod.ru>;

- <http://technofile.ru/files/sopromat.html>

- [sopro.nnewer.ru](http://sopro.nnewer.ru) – сайт преподавателя дисциплины А.Е. Жукова

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nttu.ru/sveden/>

**Таблица 11 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

| № п.п. | 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                                                                                 |

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. 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.

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

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Сопротивление материалов» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 12.

**Таблица 12 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине**

| № п/п/ | Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы                                     | Оснащенность аудиторий и помещений                                                                                                                                                                                           | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Лаборатория сопротивления материалов 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24Б, корп. 2, ауд.2102 | Посадочных мест - 30,<br>1.Аудиторная доска для мела.<br>2.Плакаты на стенах по курсу "Сопротивление материалов".<br>3. Испытательные машины на растяжение-сжатие, кручение, ударную вязкость, твердость: Амслер-50; ИМ-50У. |                                                                                      |

|   |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                                                          | Лабораторные установки:<br>СМ-4; СМ-6; СМ-8; СМ-11;<br>СМ-12; СМ-18; СМ-34.                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2 | <b>Мультимедийная аудитория</b><br>603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24Б, корп. 2, ауд.2102а            | Посадочных мест – 25,<br>Аудиторная доска для мела.<br>2.Компьютеры DEPO Intel Core2 Duo CPU E4600 2.4 GHz, 3 GB RAM (12 шт.) в составе локальной вычислительной сети университета.<br>3.Испытательная машина М50-У.<br>4.Портативный мультимедийный проектор и экран.                                                           | Windows XP (Лицензия MSDN Academic Alliance (MSDNAA), договор №Tr021888 от 18.06.2008), Microsoft Office Professional 2003 (лицензия № 61410938), MSC. Patran 2012, MSC.Nastran 2012, MSC.Adams 2012 (договор 28-13/13-215 от 17.06.2013 г.)                                                                                                     |
| 3 | <b>Лаборатория сопротивления материалов</b><br>603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24Б, корп. 2, ауд.2106 | Посадочных мест – 4,<br>Плакаты на стенах по курсу ”Сопротивление материалов”.<br>Испытательные машины на растяжение-сжатие, кручение, ударную вязкость, твердость: К-50; МК-15; ТШ-2М; ТК-2М.                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4 | <b>Компьютерный класс</b><br>603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28Л, корп. 5, ауд.5125                   | Посадочных мест – 24;<br>1.Доска меловая;<br>2. Мультимедийный проектор BENO MP776/MP777 DigitalProjec-tor;<br>3.Компьютер PC Intel Core7-3820/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500 с Web-камерой;<br>4. Персональные компьютеры Intel Core7-3820/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500 с подключением к интернету - 12 шт. | Windows 10 Pro для учебных заведений (подписка DreamSparkPremium, договор №Tr113003 от 25.09.14);<br>Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14);<br>Microsoft Office Professional Plus 2010 (лицензия № 49487732)<br>Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)<br>Adobe Acrobat Reader DC-Russian |

Кроме перечисленных выше машин, в лаборатории имеется много специальных установок, позволяющих изучать поведение элементов конструкций при различных деформациях, например: определение реакций, напряжений и перемещений в статически определимых и неопределимых балках и рамах; тонкостенных балок открытого профиля при изгибном кручении, косом изгибе и др.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. 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 может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее – ЭИОС).

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенций ОПК-1.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия;
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты лекций;
- рабочие материалы практических занятий.

Уровень развития компетенции ОПК-1 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях (уметь, владеть);
- по результатам выполнения РГР.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях – лекции;
- на практических занятиях – выполнение индивидуального практического задания; индивидуальный опрос по теме, выполнение контрольных работ, работа в малых группах;
- защита РГР.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами по шкале оценки результатов освоения дисциплины.

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

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

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

## **11.2 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 4). 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, лабораторным работам (в случае их наличия в УП) и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Выполнение лабораторных работ учебным планом не предусмотрено.

## **11.4. 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 рассмотрение наиболее сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудитории.

Практические занятия обеспечивают:

- выработку умений систематизировать, закреплять и углублять знания теоретического характера, полученные на лекциях;
- получение навыков решения практических задач, способствовать овладению навыками и умениями выполнения расчетов, графических и других видов заданий;
- навыки работы с информацией, книгой, служебной документацией и схемами, пользоваться справочной и научной литературой;
- формирование умений учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

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

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям, мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных РГР и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, используя в качестве источника ресурсы, указанные в разделе 8 (в соответствии с рекомендациями преподавателя), а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 7.

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

## **11.6. Методические указания для выполнения РГР**

Расчетно-графическая работа выполняется в соответствии с установленным графиком. Её целью являются систематизация и закрепление теоретических знаний, развитие

практических навыков по решению прикладных задач, выработка умения анализировать полученные результаты решения и формулировать выводы на основе проведенного анализа.

Выполнение РГР включает следующие основные этапы: изучение теоретического материала, изложенного на лекциях; проработка задач, рассмотренных на практических занятиях; выполнение необходимых расчетов и анализ полученных результатов; написание выводов; оформление работы в соответствии с требованиями.

После оформления работы в соответствии с требованиями студент защищает работу.

В процессе выполнения РГР допускаются консультации у преподавателя на практических занятиях.

Выполнение основных этапов контролируется преподавателем и учитывается при проведении промежуточных аттестаций по дисциплине и при оценке РГР.

### **11.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы**

Выполнение курсовой работы учебным планом не предусмотрено.

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

Оценочные средства для контроля освоения дисциплины приведены в разделе 6 настоящей РПД.

Комплект схем к заданиям и задания для РГР приведены в методических указаниях соответственно в пп.2.7 и 2.8 таблицы 9 РПД.

Перечень вопросов для подготовки к экзаменам также приведен в таблице 7 РПД.

## **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ЗА 3-Й СЕМЕСТР ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА»**

### **ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ**

1. Геометрические характеристики плоских сечений брусев. Необходимость их определения.
2. Вывести формулы моментов инерции простейших сечений относительно центральных осей (прямоугольник, треугольник, круг, кольцевое сечение).
3. Вывести зависимости между моментами инерции относительно параллельных осей, одна из которых центральная.
4. Вывести формулы по изменению моментов инерции при повороте осей координат. Главные оси и главные моменты инерции сечения.

### **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

5. Что такое прочность?
6. Что такое жёсткость?
7. Идеализация материала (однородность, изотропность, упругость, сплошность среды) и её необходимость.
8. Идеализация геометрии тела (брус, оболочка) и её необходимость.
9. Идеализация и классификация внешних сил (объёмные поверхностные, интенсивность распределённой нагрузки, сосредоточенные силы).
10. Опорные устройства и их классификация (шарнирно-подвижная опора, шарнирно-неподвижная опора, жёсткая заделка).
11. Внутренние силы. Метод сечений (рассмотреть его на примерах при сложном нагружении бруса).

### **ПОНЯТИЕ О НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ В ТОЧКЕ ТЕЛА**

12. Напряжение. Понятие о напряжённом состоянии. Нормальные и касательные напряжения. Тензор напряжений. Определение этих напряжений при нагружении бруса.
13. Вывод закона парности касательных напряжений по всем плоскостям выделенного элемента.
14. Доказать направление касательных напряжений в точках контура поперечного сечения.

#### ВНУТРЕННИЕ УСИЛИЯ В БРУСЕ

15. Какие внутренние усилия возникают в бруске в общем случае нагружения и как они связаны с напряжениями.
16. Внутренние усилия при центральном растяжении и сжатии прямого бруса. Дифференциальная зависимость.
17. Внутренние усилия при кручении бруса. Дифференциальная зависимость.
18. Что такое изгиб бруса? Основные виды изгиба (поперечный, чистый, продольно-прямой, косой). Правила знаков для перерезывающей силы и изгибающего момента. Внутренние усилия при прямом поперечном изгибе бруса.
19. Вывести дифференциальные зависимости при поперечном изгибе бруса. Некоторые особенности эпюр  $Q_y$  и  $M_x$ . Зачем строятся эпюры?
20. Что такое опасное сечение и опасная точка при изгибе? Где она находится и почему?

#### ПОНЯТИЕ О ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ В ТОЧКЕ ТЕЛА

21. Виды элементарных деформаций упругого тела и чем они обусловлены.
22. Линейные продольная и поперечная деформации. Коэффициент Пуассона.
23. Деформация сдвига и примеры её получения.
24. Что такое деформированное состояние в данной точке упругого тела.
25. Допущение о малости деформаций и перемещений и к чему это приводит?
26. Принцип независимости действия сил и чем он обусловлен?
27. Зависимость между напряжениями и деформациями для упругого тела.

#### НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ-СЖАТИИ БРУСА

28. Вывести формулу для напряжений в поперечном сечении бруса при центральном растяжении и сжатии (геометрическое, физическое статическое и синтезирующее уравнения).
29. Где справедлива гипотеза плоских сечений? Принцип Сен-Венана.
30. Вывести формулы для перемещений при центральном растяжении-сжатии.
31. Вывести формулу для определения потенциальной энергии при центральном растяжении-сжатии.
32. Вывести формулы для напряжений в наклонных сечениях бруса при центральном растяжении-сжатии. Где действуют наибольшие нормальные и касательные напряжения и чему они равны?
33. Вывести формулы для напряжений в наклонном сечении бруса при двухосном растяжении-сжатии. Пример получения чистого сдвига.
34. Вывести закон Гука при двухосном и трёхосном растяжении-сжатии.
35. Вывести формулу изменения объёма при трёхосном растяжении-сжатии. Установить пределы изменения коэффициента Пуассона.
36. Удельная потенциальная энергия при трёхосном растяжении-сжатии.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА

37. Машинная диаграмма при испытании образца на растяжение. Её основные зоны. Объяснить происхождение линий сдвига (линии Чернова) на поверхности плоского образца.

38. Диаграмма условных и истинных напряжений. Основные прочностные характеристики материала.
39. Что такое условный предел текучести материала?
40. Характеристики пластичности материала.
41. Закон разгрузки и повторного нагружения. Наклёп.
42. Какие материалы (пластичные, хрупкие) проявляют большее сопротивление отрыву частиц, чем сдвигу их друг относительно друга и как они разрушаются при кручении образца. Почему?
43. Что такое предельные напряжения?
44. Дать определение предела текучести, предела пропорциональности, предела упругости, временного сопротивления. Показать их на диаграмме.
45. Что такое допускаемые напряжения?

### ЧИСТЫЙ СДВИГ

46. Чистый сдвиг. Примеры его получения. Установить связь между упругими постоянными материала  $E$ ,  $\mu$ ,  $G$  для изотропного материала.
47. Выражение удельной потенциальной энергии при сдвиге.

### НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ КРУЧЕНИИ

48. Вывести формулы для определения напряжений и деформаций при кручении бруса круглого сечения (геометрическое, физическое, статическое, синтезирующее уравнения).
49. Потенциальная энергия при кручении бруса.
50. Объяснить характер разрушения бруса круглого сечения из хрупкого и пластичного материала.
51. Вывести формулу для определения касательных напряжений при свободном (чистом) кручении тонкостенного бруса замкнутого сечения.
52. Напряжения и деформации при кручении бруса прямоугольного сечения.
53. Вывести формулу для определения угла закручивания  $\varphi$  при свободном (чистом) кручении тонкостенного бруса замкнутого сечения.
54. Вывести формулу для определения касательных напряжений при свободном кручении тонкостенного бруса открытого профиля.

### НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ИЗГИБЕ

55. Вывести формулу для определения нормальных напряжений при чистом изгибе (геометрическое, физическое, статическое и синтезирующее уравнения).
56. Вывести формулу Журавского для определения касательных напряжений при плоском поперечном изгибе.
57. Как определяются нормальные и касательные напряжения при плоском поперечном изгибе бруса сплошного сечения?
58. Определить закон изменения касательных напряжений по высоте бруса прямоугольного сечения при поперечном изгибе.
59. Определить закон изменения касательных напряжений по высоте бруса круглого сплошного сечения при поперечном изгибе.
60. Как определяются нормальные напряжения при изгибе тонкостенных балок?
61. Вывести формулу для определения касательных напряжений при поперечном изгибе тонкостенных балок. В чем ее отличие от формулы Журавского?
62. Определить закон изменения касательных напряжений при поперечном изгибе швеллера.
63. Определить закон изменения касательных напряжений при поперечном изгибе двутавра.
64. Определить закон изменения касательных напряжений при поперечном изгибе тавра.
65. Что такое центр изгиба? Почему при изгибе тонкостенных балок возникает крутящий момент?

66. Расчёт на прочность при простейших деформациях (растяжение-сжатие, кручение, поперечный изгиб). Три типа задач при расчётах на прочность.
67. Что такое исходные напряжения и как они определяются?

### ПЛОСКОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

68. Пример получения плоского напряжённого состояния.
69. Вывести формулы для определения нормальных и касательных напряжений в наклонных площадках, перпендикулярных свободным граням при плоском напряжённом состоянии.
70. Вывести формулы для определения главных напряжений и их направления при плоском напряжённом состоянии.
71. Вывести формулу для определения максимальных касательных напряжений и их направления при плоском напряжённом состоянии.

### ОБЪЁМНОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

72. Определение напряжений в площадке общего положения относительно координатных осей при объёмном напряжённом состоянии.
73. Дать определение главных площадок, главных осей и главных напряжений.
74. Вывести кубическое уравнение для определения главных напряжений при объёмном напряжённом состоянии.
75. Вывести формулы для определения напряжений в площадке общего положения относительно главных осей при объёмном напряжённом состоянии.
76. Дать определение октаэдрических напряжений и чему они равны?
77. Чему равны максимальные касательные напряжения при объёмном напряжённом состоянии и как она направлены по отношению к главным осям?

### КРИТЕРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ И РАЗРУШЕНИЯ

78. Для чего нужны критерии пластичности и разрушения?
79. Дать определение коэффициента запаса при объёмном напряжённом состоянии. Что такое равноопасные напряжённые состояния?
80. Дать определение эквивалентного напряжения.
81. Гипотеза наибольших нормальных напряжений.
82. Гипотеза наибольших линейных деформаций.
83. Гипотеза наибольших касательных напряжений.
84. Гипотеза октаэдрических касательных напряжений.
85. Теория прочности Мора.

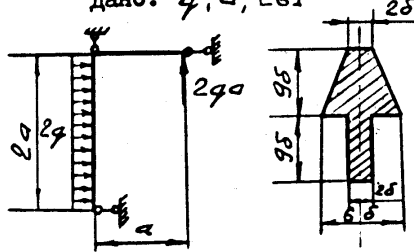
На экзамене надо решить в общем виде два типа задач:

**1 тип (основной, обязательный):** Для рамы по или балки заданной формы поперечного сечения подобрать из условия прочности поперечный размер  $\delta$  при заданных  $q$ ,  $a$ ,  $[\sigma]$  или допустимую нагрузку  $[q]$  при заданных  $\delta$ ,  $a$ ,  $[\sigma]$ .

**2 тип (дополнительный):** В опасной точке (или для указанной точки А) бруса вычислить напряжения, показать напряжённое состояние элемента в этой точке и составить для него условие прочности по теории прочности Мора.

## Примеры экзаменационных задач за 3-й семестр по дисциплине «Прикладная физика»

Задача 1. Для рамы заданного поперечного сечения подобрать из условия прочности размер  $\delta$ .  
Дано:  $q, a, C_61$

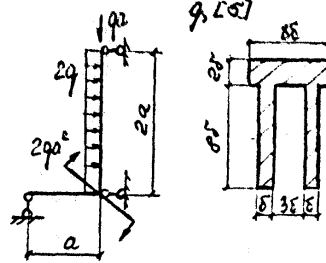


Задача 2. Для указанной точки А вычислить напряжения, показать напряженное состояние элемента в этой точке и составить для него условие прочности.

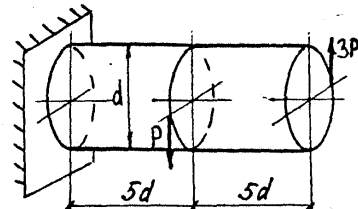


11

Задача 1. Для рамы заданного сечения подобрать из условия прочности размер  $\delta$ . Дано:  $q, C_61$



Задача 2. Для опасной точки бруса вычислить напряжения, показать напряженное состояние и записать условие прочности.



59

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ЗА 4-Й СЕМЕСТР ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА»

**Первый (основной) вопрос (номера схем даны по [1])**

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ. РАСЧЕТЫ НА ЖЕСТКОСТЬ

1. Вывести интеграл Мора для пространственного бруса малой кривизны.
2. С помощью интеграла Мора получить выражения для перемещений сечений бруса при центральном растяжении-сжатии, при кручении, при изгибе.
3. Вывести формулу для определения взаимных перемещений методом Мора на примере рамы по сх. 46.
4. Способ Верещагина вычисления интеграла Мора.
5. Расчет цилиндрических винтовых пружин малого шага.
6. Вывести дифференциальное уравнение определения перемещений сечений бруса при растяжении.
7. Вывести дифференциальное уравнение упругой линии бруса при изгибе. Рассмотреть его на примере получения выражения упругой линии балки, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой и имеющей различные закрепления концов.

### СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫЕ СИСТЕМЫ

8. Метод сил. Вывести канонические уравнения для внешне статически неопределимых систем на примере рамы по сх. 47. Дать графическое изображение коэффициентов уравнений.

9. Метод сил. Вывести канонические уравнения для внутренне статически неопределимых систем на примере рамы по сх. 46. Дать графическое изображение коэффициентов уравнений.
10. О рациональном выборе основной системы. Использование прямой симметрии на примере рамы по сх. 46.
11. О рациональном выборе основной системы. Использование обратной симметрии на примере рамы по сх. 46.

### УСТОЙЧИВОСТЬ СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ

12. Определение критической силы сжатых стержней в пределах упругости. Вывести формулу Эйлера.
13. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня.
14. Пределы применимости формулы Эйлера.
15. Практический способ расчёта сжатых стержней (расчёт по коэффициенту  $\varphi$ ).

### ДИНАМИЧЕСКОЕ НАГРУЖЕНИЕ

16. Динамическое нагружение. Понятие о статическом и динамическом нагружении. Расчёт поступательно движущихся систем.
17. Расчёт равномерно вращающегося прямого бруса переменного и постоянного сечения.
18. Динамическое нагружение. Вывести формулы для расчёта конструкции на горизонтальный удар.
19. Динамическое нагружение. Вывести формулы для расчёта конструкции на вертикальный удар. Коэффициент динамичности.

### ЯВЛЕНИЕ УСТАЛОСТИ

20. Прочность при переменных во времени напряжениях. Основные характеристики цикла. Кривая усталости и предел выносливости.
21. Зависимость предела выносливости от степени асимметрии цикла. Диаграмма предельных амплитуд и ее схематизация.
22. Основные факторы, влияющие на прочность детали при циклическом нагружении.
23. Коэффициент запаса при циклическом нагружении.

### **Второй (дополнительный) вопрос**

1. Что такое деформации и перемещения?
2. Условие жёсткости.
3. Три типа задач на жёсткость.
4. Какой принцип механики используется при выводе интеграла Мора и как он звучит?
5. Что понимается под интегралом Мора и чему он равен при силовом (при температурном) нагружении пространственной рамы?
6. Как определяются линейные и угловые перемещения сечений бруса по способу Верещагина?
7. Сколько методов определения перемещений при изгибе бруса Вы знаете? Их краткая характеристика.
8. Сколько способов вычисления интеграла Мора Вы знаете? Их краткая характеристика.
9. Что такое статически неопределимые системы? (степень статической неопределимости, избыточные связи, необходимое число связей, внешне и внутренне стат. неопределимые системы).
10. Что такое основная и эквивалентная системы?
11. В чем отличие метода сил от метода перемещений?
12. Объяснить физический смысл канонических уравнений метода сил для внешне и внутренне стат. неопределимых систем
13. Алгоритм решения стат. неопределимых систем методом сил.

14. Как определить перемещение сечений в стат. неопределимых системах?
15. Что такое устойчивость сжатых систем? Примеры потери устойчивости.
16. Что такое критическая сила?
17. В чем состоит причина, ограничивающая пределы применимости формулы Эйлера?
18. Что такое стержни малой, средней и большой гибкости?
19. Динамическое нагружение. Движение упругой конструкции с постоянным ускорением.
20. Как рассчитать на прочность и жёсткость вращающуюся раму с постоянной угловой скоростью?
21. К чему сводится расчёт конструкции на прочность и жёсткость при горизонтальном ударе?
22. К чему сводится расчёт конструкции на прочность и жёсткость при вертикальном ударе?
23. Основные характеристики цикла напряжений и пример их получения.
24. Что такое кривая усталости и как она строится?
25. Что такое предел выносливости и как его определяют?
26. Что такое диаграмма предельных амплитуд, её назначение и физический смысл.
27. Основные факторы, влияющие на прочность детали при циклическом нагружении, и чем они оцениваются.
28. Что понимается под коэффициентом запаса циклической (усталостной) прочности и чему он равен?

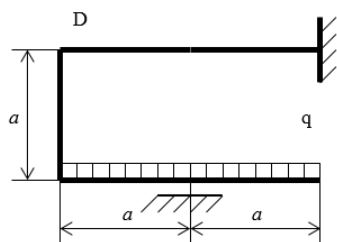
#### Типы экзаменационных задач:

1. Подобрать диаметр (или размер стороны квадратного) сплошного сечения один раз статически неопределимой рамы, отвечающего условию прочности и условию жёсткости.
2. Подобрать допустимую нагрузку, отвечающую условию прочности и условию жёсткости для один раз статически неопределимой рамы, имеющей круглое (или квадратное) сплошное поперечное сечение.
3. Груз весом  $P = qa$  падает с высоты  $h$ . Раскрыть статическую неопределимость рамы, выполнить деформационную проверку. Найти коэффициент динамичности. Задачу решить в общем виде.

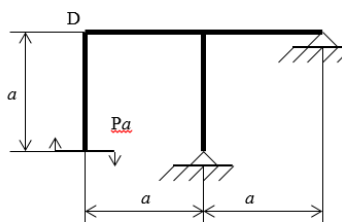
#### Примеры экзаменационных задач на экзамене в 4-ом семестре по дисциплине

##### «Прикладная физика»

Подобрать размеры квадратного сечения рамы, отвечающие условию прочности ( $\sigma_z^{\max} \leq [\sigma]$ ) и условию жесткости ( $\Delta_D^{\text{эгрт}} \leq a/200$ ). При расчете принять  $a=1$  м,  $q=0,001$  МН/м,  $[\sigma]=200$  МПа,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа. Влиянием на прочность и жесткость  $N_z$  и  $Q_y$  пренебречь.

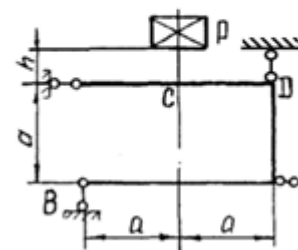


Подобрать допустимую нагрузку, отвечающую условию прочности ( $\sigma_z^{\max} \leq [\sigma]$ ) и условию жесткости ( $\Delta_D^{\text{эгрт}} \leq a/200$ ) для рамы, имеющей круглое сплошное сечение диаметром 5 см. При расчете принять  $a=1$  м,  $[\sigma]=200$  МПа,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа.



Груз весом  $P = qa$  падает с высоты  $h$ . Раскрыть статическую неопределимость рамы, выполнить деформационную проверку. Найти коэффициент динамичности. Задачу решить в общем виде.

Дано:  $q, a, h, E, I_x$ .



## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА» ЗА 3-Й СЕМЕСТР ПО ТЕМАМ

### ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ.

Предположение, что материал заполняет весь объем конструкции, не оставляя пустот, называется гипотезой...

- ☐ сплошности
- ☐ упругости
- ☐ однородности
- ☐ прочности
- ☐ изотропности
- ☐ жёсткости

Пластины и оболочки - это элементы конструкций, у которых

- ☐ два размера много меньше третьего
- ☐ все размеры одного порядка
- ☐ два размера много больше третьего

По месту действия нагрузки разделяются на

- ☐ сосредоточенные
- ☐ объёмные
- ☐ распределенные
- ☐ постоянные
- ☐ активные
- ☐ динамические
- ☐ поверхностные
- ☐ временные
- ☐ реактивные
- ☐ статические

Способность элементов конструкций не разрушаться под действием нагрузок называется

- ☐ упругость
- ☐ экономичность
- ☐ жесткость
- ☐ вязкость
- ☐ прочность
- ☐ долговечность
- ☐ живучесть
- ☐ устойчивость

Отметьте известные вам принципы, применяемые в изучаемой дисциплине

- ☐ принцип неопределённости
- ☐ принцип независимости действия сил
- ☐ принцип прочности
- ☐ принцип неизменности начальных размеров
- ☐ принцип линейности
- ☐ принцип относительности
- ☐ принцип Сен-Венана

Отметьте все фразы, относящиеся к понятию "эпюра внутренних усилий":

- ☐ - это чертёж, на котором пространственная фигура изображена в нескольких проекциях
- ☐ - строится по силовым участкам
- ☐ - позволяет определить опасные сечения в конструкции
- ☐ - это график изменения внутреннего усилия по длине бруса

Что значат индексы в обозначении касательного напряжения?

- ☐ Первый - направление нормали к площадке, второй - параллельно какой оси действует напряжение
- ☐ Индекс один. Показывает, параллельно какой оси действует напряжение
- ☐ Первый - параллельно какой оси действует напряжение, второй - направление нормали к площадке

Какая зависимость связывает напряжения и деформации в упругом теле?

- ☐ Закон Гука
- ☐ Дифференциальные зависимости между напряжениями и внутренними усилиями
- ☐ Гипотеза плоских сечений
- ☐ Коэффициент Пуассона

Установите соответствие.

В сечении, где приложена сосредоточенная сила

Выберите соответствие

функция  $M_x$  в сечении будет иметь...

На участке  $q = \text{const}$

Выберите соответствие

$M_x$  изменяется по линейному зак...

Функция  $Q_y$  изменяется по линейному закону и равна 0 в сечении

Выберите соответствие

$M_x$  изменяется по закону "квадра...

На участке  $q = 0$

Выберите соответствие

$M_x$  имеет скачок

В сечении, где приложен сосредоточенный момент

Выберите соответствие

$Q_y$  имеет скачок

## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

$$I_x = \int_A y^2 dA$$

Мерой жёсткости сечения бруса при изгибе является

- ☐ площадь поперечного сечения
- ☐ осевой момент инерции площади сечения
- ☐ полярный момент инерции площади сечения
- ☐ статический момент площади сечения
- ☐ центробежный момент площади сечения

Данная величина носит название

- ☐ статический момент площади сечения
- ☐ площадь поперечного сечения
- ☐ осевой момент инерции площади сечения
- ☐ полярный момент инерции площади сечения
- ☐ центробежный момент площади сечения

$$\frac{\pi D^4}{64}$$

Данная формула служит для вычисления

- ☐ полярный момент инерции круглого сечения
- ☐ момент инерции треугольного сечения относительно оси симметрии
- ☐ полярный момент инерции кольцеобразного сечения
- ☐ момент инерции треугольного сечения относительно центральной оси, параллельной основанию
- ☐ осевой момент инерции кольцеобразного сечения
- ☐ осевой момент инерции прямоугольного сечения
- ☐ осевой момент инерции круглого сечения

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ И ПРОСТЕЙШИЕ РАСЧЕТЫ НА ПРОЧНОСТЬ

Какое напряженное состояние имеет место при изгибе бруса?

- ☐ ПНС
- ☐ НСЧС
- ☐ ОНС
- ☐ ЛНС

Максимальное напряжение, до которого отсутствуют пластические деформации:

- ☐  $\sigma_y$
- ☐  $\sigma_{nu}$
- ☐  $\sigma_T$
- ☐  $\sigma_B$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{Q_y}{A}$$

Данная формула представляет собой

- ☐ выражение для определения минимальных нормальных напряжений при изгибе бруса прямоугольного сечения
- ☐ выражение для определения максимальных касательных напряжений при изгибе бруса прямоугольного сечения
- ☐ выражение для определения минимальных касательных напряжений при изгибе бруса прямоугольного сечения
- ☐ выражение для определения максимальных нормальных напряжений при изгибе бруса прямоугольного сечения

Установите соответствие.

$EI_x$

Выберите соответствие

Жёсткость при растяжении (с...

$GI_{p(\kappa)}$

Выберите соответствие

Жёсткость при кручении

$EA$

Выберите соответствие

Жёсткость при изгибе

$$\tau_{zy} = \frac{Q_y S_x^\omega}{I_x b(y)}$$

Данная формула представляет собой

- ☐ выражение для определения касательных напряжений при кручении
- ☐ выражение для определения нормальных напряжений при растяжении (сжатии)
- ☐ выражение для определения нормальных напряжений при изгибе
- ☐ выражение для определения касательных напряжений при изгибе
- ☐ выражение для определения нормальных напряжений при кручении

Опасной точкой опасного сечения при изгибе является

- ☐ любая точка на внешнем контуре сечения
- ☐ точки в плоскости изгиба, наиболее удаленные от нейтральной оси сечения
- ☐ центр кручения
- ☐ любая точка сечения
- ☐ точка посередине высоты прямоугольного сечения
- ☐ точка на нейтральной оси сечения

При простом одноосном растяжении (сжатии) имеет место

- ☐ плоское напряжённое состояние
- ☐ линейное (одноосное) напряжённое состояние
- ☐ напряжённое состояние чистого сдвига
- ☐ объёмное напряженное состояние
- ☐ другое

Отметьте характеристики прочности материала:

- ☐  $\sigma_{nu}$ ,
- ☐  $\sigma_T$
- ☐  $\sigma_B$
- ☐  $\sigma_y$

## ТЕОРИЯ НАПРЯЖЕННОГО И ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В ТОЧКЕ

$\sigma_2$

Выберите соответствие

-200 МПа

$\sigma_3$

Выберите соответствие

-50 МПа

$\sigma_1$

Выберите соответствие

0 МПа

Что такое главные площадки?

- ☐ Элементарные площадки, нормальные напряжения в которых равны нулю
- ☐ Элементарные площадки, касательные напряжения в которых достигают максимума
- ☐ Октаэдрические площадки
- ☐ Элементарные площадки, касательные напряжения в которых равны нулю

Что такое главные напряжения?

- ☐ Касательные напряжения, действующие в главных площадках
- ☐ Допускаемые напряжения
- ☐ Осевые напряжения
- ☐ Предельные напряжения
- ☐ Нормальные напряжения, действующие в главных площадках

Какой принцип используется при выводе зависимостей обобщенного закона Гука?

- ☐ Принцип Сен-Венана
- ☐ Принцип линейности
- ☐ Принцип независимости действия сил
- ☐ Принцип неизменности начальных размеров

Гипотезы прочности. Отметьте лишнее.

- ☐ Гипотеза О. Мора
- ☐ Гипотеза плоских сечений
- ☐ Гипотеза наибольших нормальных напряжений
- ☐ Гипотеза сплошности
- ☐ Гипотеза наибольших касательных напряжений
- ☐ Гипотеза откатаэдрических касательных напряжений
- ☐ Гипотеза наибольших линейных деформаций

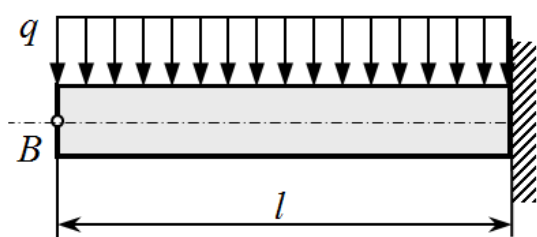
В каких площадках касательные напряжения принимают максимальные значения?

- ☐ В площадках, равнонаклонённых к главным
- ☐ В главных площадках
- ☒ Расположенных под углом 45 градусов к главным

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА» ЗА 4-Й СЕМЕСТР ПО ТЕМАМ

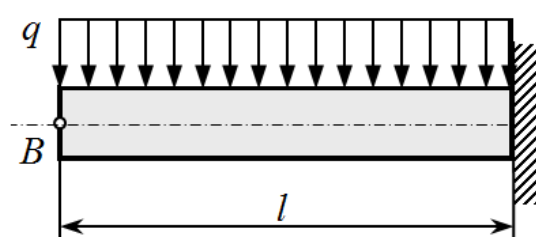
### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ И РАСЧЕТЫ НА ЖЕСТКОСТЬ

Чему равно (по модулю) линейное перемещение точки B?



- ☐  $\frac{ql^3}{6EI_x}$
- ☐  $\frac{ql^4}{8EI_x}$
- ☐ 0
- ☐  $\frac{ql^4}{8EA}$

Чему равно (по модулю) угловое перемещение точки B?



- ☐  $\frac{ql^4}{8EI_x}$
- ☐ 0
- ☐  $\frac{ql^3}{6EI_x}$
- ☐  $\frac{ql^3}{6EA}$

Отметьте условие жесткости

- ☐  $\Delta_A \leq [\Delta]$
- ☐  $P \leq [P]$
- ☐  $\sigma^{\max} \leq [\sigma]$

Теорема о взаимности работ представлена выражением:

- ☒  $P_1 \Delta_{12} = P_2 \Delta_{21}$
- ☐  $P_1 \Delta_{11} = P_2 \Delta_{22}$
- ☐  $P_1 \delta_{11} = P_2 \delta_{22}$

Когда неприменим способ Верещагина для вычисления интеграла Мора (отметьте все верные варианты)?

- ☐ Сечение бруса плавно изменяется в пределах силового участка
- ☐ Брус криволинейный
- ☐ Нагрузка описывается сложной функцией
- ☐ Сечение бруса меняется ступенчато

Укажите верное выражение для нахождения перемещения при растяжении-сжатии конструкции

- ☐  $\Delta = \sum_{i=1}^n \int_0^{l_i} \frac{M_{xi} \bar{M}_{xi}}{E_i I_{xi}} dz$
- ☐  $\Delta = \sum_{i=1}^n \int_0^{l_i} \frac{M_{zi} \bar{M}_{zi}}{G_i I_{Pi}} dz$
- ☐  $\Delta = \sum_{i=1}^n \int_0^{l_i} \frac{N_{xi} \bar{N}_{xi}}{E_i A_i} dz$

## СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫЕ СИСТЕМЫ

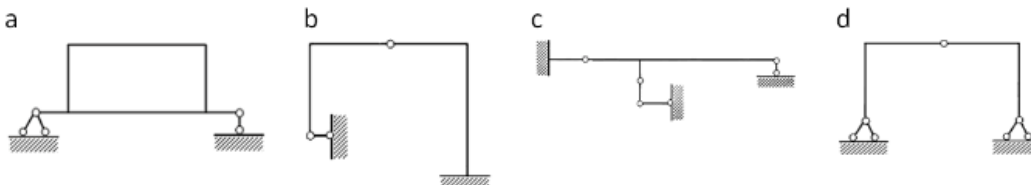
Отметьте все верные требования к основной системе.

- ☐ Система должна быть статически определимой
- ☐ Система должна быть геометрически неизменяемой
- ☐ Система должна быть как можно более простой
- ☐ Система должна быть по возможности симметричной
- ☐ Система должна быть плоской

Количество канонических уравнений метода сил равно

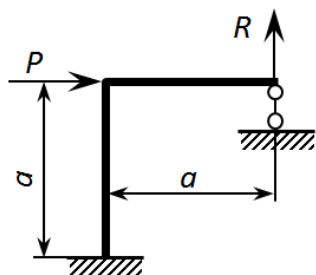
- ☐ Число силовых участков
- ☐ Число реакций опор
- ☐ Число опор
- ☐ Число лишних связей

Какая из систем является статически неопределимой?



- ☐ d
- ☐ a
- ☐ b
- ☐ c

Чему равно значение изгибающего момента в опасном сечении?



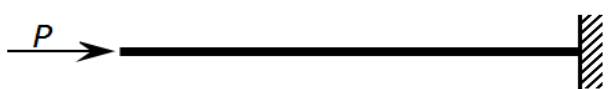
- ☐  $Pa$
- ☐  $P$
- ☐  $0$
- ☐  $5Pa/8$

Введение шарниров

- ☒ Уменьшает статическую неопределимость конструкции
- ☐ Увеличивает статическую неопределимость конструкции
- ☐ Не влияет на статическую неопределимость

## УСТОЙЧИВОСТЬ СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ

Поставьте значения коэффициентов приведения длины в соответствие вариантам закрепления стержней



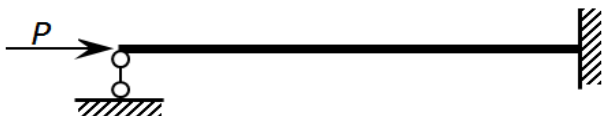
Выберите соответствие

0,5



Выберите соответствие

0,7



Выберите соответствие

2



Выберите соответствие

1

Формула  $P = a - b\lambda + c^2$  носит имя

- ☐ Журавского
- ☐ Ясинского
- ☐ Мора
- ☐ Эйлера

Критическая сила – это

- ☐ Максимальное значение сжимающей силы, при котором становится возможной новая форма упругого равновесия
- ☐ Сила, при которой происходит разрушение конструкции
- ☐ Минимальное значение сжимающей силы, при котором становится возможной новая форма упругого равновесия

Укажите формулу Эйлера

☐  $\Delta = \sum_{i=1}^n \frac{\omega_{M_{xi}} \overline{M}_{x_{c-i}}}{E_i I_{xi}}$

☐  $P = a - b\lambda + c^2$

☐  $\Delta = \sum_{i=1}^n \int_0^{l_i} \frac{M_{xi} \overline{M}_{xi}}{E_i I_{xi}} dz$

☐  $P = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{l^2}$

Как называется коэффициент  $\mu$  в формуле  $P = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l)^2}$ ?

☐ Коэффициент Пуассона

☐ Коэффициент приведения длины

☐ Коэффициент запаса

## РАСЧЕТЫ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Как влияют амортизаторы на  $k_d$ ?

☐ Не влияют

☐  $k_d$  уменьшается

☐  $k_d$  увеличивается

Масса ударяемого тела в приближенной теории удара

☐ Учитывается для расчета потенциальной энергии ударяемого тела

☐ Учитывается как мера инертности тела

☐ Не учитывается

**Чему равна нормальная сила в основании стержня длиной  $l$ , сечением  $A$ , плотность материала  $\rho$ , вращающегося равномерно с угловой скоростью  $\omega$  вокруг оси, проходящей через основание?**

☐  $N_z^{\max} = \frac{1}{2} A \rho \omega^2 l^2$

☐  $q = A \rho \omega^2 l$

☐  $N_z^{\max} = \frac{1}{2} A \rho \omega^2 (l^2 - z^2)$

Поставьте в соответствие подходы к решению задач при динамическом нагружении

Ускорение известно

Выберите соответствие

Принцип Даламбера

Ускорение неизвестно

Выберите соответствие

Закон сохранения энергии