

Документ подписан простой электронной подписью.  
Информация о владельце:

ФИО: Игнатенко Виталий Иванович

Должность: Проректор по образовательной деятельности и методологии образования

Дата подписания: 19.04.2023 08:33:17

Уникальный программный ключ:

a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Заполняемый государственный университет им. Н.М. Федоровского»

(ЗГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

Игнатенко В.И.

# ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

## Сопротивление материалов

### рабочая программа дисциплины (модуля)

|                         |  |  |
|-------------------------|--|--|
| Закреплена за кафедрой  | <b>Технологические машины и оборудование</b>   |  |
| Учебный план            | 28.04.2022. бак.-очн. 15.03.02_ММ-2021.plx<br>Направления подготовки 15.03.02 "Технологические машины и оборудование"<br>Профиль подготовки "Металлургические машины и оборудование" |  |
| Квалификация            | <b>бакалавр</b>  |  |
| Форма обучения          | <b>очная</b>   |  |
| Общая трудоемкость      | <b>7 ЗЕТ</b>   |  |
| Часов по учебному плану | 252  | Виды контроля в семестрах:<br>экзамены 4<br>зачеты 3 |
| в том числе:            |  |  |
| аудиторные занятия      | 120  |  |
| самостоятельная работа  | 78   |  |
| часов на контроль       | 54   |  |

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>) | 3 (2.1) |     | 4 (2.2) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|---------|-----|-------|-----|
|   | Неделя  |     | Неделя  |     |       |     |
| Неделя                                    | 18      |     | 16      |     |       |     |
| Вид занятий                               | уп      | рп  | уп      | рп  | уп    | рп  |
| Лекции                                    | 36      | 36  | 16      | 16  | 52    | 52  |
| Лабораторные                              | 18      | 18  |         |     | 18    | 18  |
| Практические                              | 18      | 18  | 32      | 32  | 50    | 50  |
| В том числе инт.                          | 20      | 20  | 4       | 4   | 24    | 24  |
| Итого ауд.                                | 72      | 72  | 48      | 48  | 120   | 120 |
| Контактная работа                         | 72      | 72  | 48      | 48  | 120   | 120 |
| Сам. работа                               | 54      | 54  | 24      | 24  | 78    | 78  |
| Часы на контроль                          | 18      | 18  | 36      | 36  | 54    | 54  |
| Итого                                     | 144     | 144 | 108     | 108 | 252   | 252 |

Программу составил(и):

*к.т.н. Доцент Федоров Андрей Аполлинарьевич* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Сопротивление материалов**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2015 г. № 1170)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Технологические машины и оборудование**

Протокол от г. №

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой к.т.н., С.С.Пилипенко

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., С.С.Пилипенко \_\_\_\_\_ 2022 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры  
**Технологические машины и оборудование**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., С.С.Пилипенко

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., С.С.Пилипенко \_\_\_\_\_ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры  
**Технологические машины и оборудование**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., С.С.Пилипенко

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., С.С.Пилипенко \_\_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**Технологические машины и оборудование**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., С.С.Пилипенко

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., С.С.Пилипенко \_\_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Технологические машины и оборудование**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., С.С.Пилипенко

| <b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> |  |
|------------------------------------|--|
| 1.1                                | Являясь базовой основой специальных курсов при проектировании машин и механизмов, дисциплина «Соппротивление материалов» ставит следующие цели:  |
| 1.2                                | • Закрепление и обобщение знаний, полученных студентами при изучении естественнонаучных и инженерных дисциплин, таких как математика, физика, теоретическая механика, информатика и др.  |
| 1.3                                | • Обеспечение основы общетехнической подготовки специалистов, теоретическая и практическая подготовка студентов в области механики деформируемого твердого тела, развитие инженерного мышления, приобретение знаний и навыков, необходимых для изучения последующих дисциплин.   |
| 1.4                                | • Овладение теоретическими и практическими методами расчётов элементов инженерных конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость; получение навыков составления расчётной модели конструктивных элементов и анализа расчётных результатов.   |
| 1.5                                | Основными задачами дисциплины «Соппротивление материалов» являются:  |
| 1.6                                | – обучение общим методам инженерных расчетов элементов конструкций, механизмов, узлов и деталей машин на прочность, жесткость и устойчивость с целью их надежной работы под действием внешних нагрузок определенный нормативный срок;  |
| 1.7                                | – обучение общим принципам проектирования и конструирования, построению моделей и алгоритмов расчетов изделий машиностроения по основным критериям работоспособности, что необходимо при оценке надежности действующего оборудования отрасли в условиях эксплуатации, а также в процессе его модернизации или создании нового. |
| 1.8                                | – обучение системному подходу к проектированию конструкций и их элементов, находить оптимальные параметры деталей, узлов, механизмов и машин по заданным условиям работы, используя главный метод сопротивления материалов – метод сечений.  |

| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП</b> |   |
|--|---|
| Цикл (раздел) ООП:                         | Б1.Б.13   |
| <b>2.1</b>                                 | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |
| 2.1.1                                      | Знать: фундаментальные основы высшей математики;  |
| 2.1.2                                      | современные средства вычислительной техники;  |
| 2.1.3                                      | фундаментальные понятия, законы и теории классической физики;   |
| 2.1.4                                      | основные законы геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства;  |
| 2.1.5                                      | основы моделирования движения и равновесия материальных тел;  |
| 2.1.6                                      | фундаментальные понятия и методы расчетов на прочность и жесткость при простом сопротивлении;   |
| 2.1.7                                      | геометрические характеристики составных сечений;  |
| 2.1.8                                      | механические свойства и конструкционная прочность металлов и сплавов.   |
| 2.1.9                                      | Уметь: самостоятельно использовать математический аппарат;  |
| 2.1.10                                     | работать на персональном компьютере;  |
| 2.1.11                                     | выполнять и читать чертежи элементов конструкций;   |
| 2.1.12                                     | применять методы решения задач о движении и равновесии механических систем;   |
| 2.1.13                                     | выполнять расчеты на прочность и жесткость при простом сопротивлении.   |
| 2.1.14                                     | Владеть: первичными навыками и основными методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчета, современной научной литературой, навыками ведения физического эксперимента. |
| 2.1.15                                     |   |
| 2.1.16                                     | Изучить дисциплины:   |
| 2.1.17                                     | Математический анализ   |
| 2.1.18                                     | Ряды и дифференциальные уравнения   |
| 2.1.19                                     | Аналитическая геометрия и линейная алгебра  |
| 2.1.20                                     | Теория вероятностей и математическая статистика   |
| 2.1.21                                     | Физика  |
| 2.1.22                                     | Начертательная геометрия и инженерная графика   |
| 2.1.23                                     | Информатика   |
| 2.1.24                                     | Теоретическая механика  |
| <b>2.2</b>                                 | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>  |
| 2.2.1                                      | Теория механизмов и машин.  |

|       |  |
|-------|--|
| 2.2.2 | Детали машин и основы конструирования.   |
| 2.2.3 | Проектирование металлических конструкций подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования. |
| 2.2.4 | Строительная механика и металлические конструкции.   |
| 2.2.5 | Динамика и прочность машин.  |
| 2.2.6 | Надёжность подъёмно-транспортных, строительных и дорожных машин.   |
| 2.2.7 | Трение и износ машин.  |

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

**ОПК-5: способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности**

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Знать:</b>   |  |
| Уровень 1       | Стандартные задачи профессиональной деятельности и информационно-коммуникационных технологий   |
| <b>Уметь:</b>   |  |
| Уровень 1       | Решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий                      |
| <b>Владеть:</b> |  |
| Уровень 1       | Методами и способами решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий |

**ПК-5: способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования**

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Знать:</b>   |  |
| Уровень 1       | Основные методики прочностных расчетов и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций с использованием стандартных средств проектирования           |
| <b>Уметь:</b>   |  |
| Уровень 1       | Применять основные методики прочностных расчетов и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций с использованием стандартных средств проектирования |
| <b>Владеть:</b> |  |
| Уровень 1       | Основными методиками прочностных расчетов и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций с использованием стандартных средств проектирования        |

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |  |
|------------|--|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>  |
| 3.1.1      | Основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней и стержневых систем при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях, прочностные характеристики и другие свойства конструкционных материалов. |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>  |
| 3.2.1      | Грамотно составлять расчетные схемы, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения, выполнять проектировочный и проверочный расчеты на прочность.   |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>  |
| 3.3.1      | Навыками расчётов деталей машин и механизмов на прочность, жёсткость и устойчивость при различных воздействиях с помощью теоретических методов.  |

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                     | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература            | Инте ракт. | Примечание |
|-------------|---|----------------|-------|-------------|-----------------------|------------|------------|
|             | <b>Раздел 1. Первый семестр обучения.</b>                     |                |       |             |                       |            |            |
| 1.1         | Введение в курс «Сопротивление материалов». /Лек/             | 3              | 2     | ОПК-5 ПК-5  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1 | 0          |            |
| 1.2         | Внутренние усилия и их эпюры при простом сопротивлении. /Лек/ | 3              | 2     | ОПК-5 ПК-5  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1 | 0          |            |
| 1.3         | Центральное растяжение и сжатие прямого стержня. /Лек/        | 3              | 4     | ОПК-5 ПК-5  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1 | 1          |            |
| 1.4         | Механические характеристики материалов. /Лек/                 | 3              | 4     | ОПК-5 ПК-5  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1 | 1          |            |

|      |  |   |    |            |                           |   |  |
|------|--|---|----|------------|---------------------------|---|--|
| 1.5  | Расчет статически неопределимых задач при растяжении сжатии. /Лек/           | 3 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1     | 0 |  |
| 1.6  | Геометрические характеристики поперечных сечений стержней. /Лек/             | 3 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1     | 0 |  |
| 1.7  | Сдвиг. Виды расчетов на прочность заклепочного соединения. /Лек/             | 3 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1     | 1 |  |
| 1.8  | Кручение прямого стержня. /Лек/  | 3 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1     | 1 |  |
| 1.9  | Изгиб прямых стержней. /Лек/   | 3 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1     | 2 |  |
| 1.10 | Определение перемещений при изгибе. Интеграл Мора. Правило Верещагина. /Лек/ | 3 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1     | 0 |  |
| 1.11 | Определение реакционных усилий. /Пр/   | 3 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 1.12 | Расчеты на прочность при растяжении и сжатии прямого стержня. /Пр/           | 3 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 1.13 | Расчет статически неопределимых балок при растяжении и сжатии. /Пр/          | 3 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 1.14 | Определение геометрических характеристик сложных сечений. /Пр/               | 3 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 2 |  |
| 1.15 | Расчет на прочность и жесткость при кручении прямого стержня. /Пр/           | 3 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 1.16 | Расчет на прочность при изгибе простых балок. /Пр/                           | 3 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 2 |  |
| 1.17 | Диаграмма растяжения малоуглеродистой стали. /Лаб/                           | 3 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.1 | 2 |  |
| 1.18 | Испытание на сжатие различных материалов. /Лаб/                              | 3 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.1 | 2 |  |
| 1.19 | Определение модуля упругости стали. /Лаб/                                    | 3 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.1 | 2 |  |
| 1.20 | Определение модуля сдвига стали. /Лаб/                                       | 3 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.1 | 2 |  |
| 1.21 | Определение напряжений при изгибе балки на двух опорах. /Лаб/                | 3 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.1 | 2 |  |
| 1.22 | Исследование кручения тонкостенных труб. /Лаб/                               | 3 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.1 | 0 |  |
| 1.23 | Определение напряжений при изгибе консольной балки. /Лаб/                    | 3 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.1 | 0 |  |
| 1.24 | Исследование деформации ломанного бруса. /Лаб/                               | 3 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.1 | 0 |  |
| 1.25 | Защита лабораторных работ. /Лаб/   | 3 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.1 | 0 |  |
| 1.26 | Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. /Ср/                      | 3 | 25 | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 1.27 | Выполнение и подготовка к защите РГР и зачету. /Ср/                          | 3 | 29 | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |

| <b>Раздел 2. Второй семестр обучения.</b> |   |   |    |            |                      |   |  |
|---|---|---|----|------------|----------------------|---|--|
| 2.1                                       | Основы теории напряженного и деформированного состояния. /Лек/                    | 4 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1     | 0 |  |
| 2.2                                       | Теория прочности. Гипотезы прочности. /Лек/                                       | 4 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1     | 0 |  |
| 2.3                                       | Сложное сопротивление: косоугольный изгиб, внецентренное растяжение-сжатие. /Лек/ | 4 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1     | 0 |  |
| 2.4                                       | Сложное сопротивление: изгиб с кручением. /Лек/                                   | 4 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1     | 2 |  |
| 2.5                                       | Статически неопределимые системы. Метод сил. /Лек/                                | 4 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1     | 0 |  |
| 2.6                                       | Устойчивость сжатых стержней. /Лек/   | 4 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1     | 0 |  |
| 2.7                                       | Действие динамических нагрузок. /Лек/   | 4 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1     | 0 |  |
| 2.8                                       | Действие периодически изменяющихся нагрузок. /Лек/                                | 4 | 2  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1     | 0 |  |
| 2.9                                       | Расчет напряженного состояния. /Пр/   | 4 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 2.10                                      | Расчет прогибов в балках. /Пр/  | 4 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 2.11                                      | Прочностные расчеты балок. /Пр/   | 4 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 2.12                                      | Расчет сложного сопротивления. /Пр/   | 4 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 2.13                                      | Расчет статически неопределимых систем. /Пр/                                      | 4 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 2 |  |
| 2.14                                      | Расчет сжатых стержней. /Пр/  | 4 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 2.15                                      | Расчет динамического действия нагрузок. /Пр/                                      | 4 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 2.16                                      | Расчет на периодическое действие нагрузок. /Пр/                                   | 4 | 4  | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 2.17                                      | Подготовка к практическим занятиям. /Ср/  | 4 | 10 | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1Л3.2 | 0 |  |
| 2.18                                      | Подготовка к экзамену. /Ср/   | 4 | 14 | ОПК-5 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1     | 0 |  |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Введение в курс «Сопротивление материалов»

1. Что изучает дисциплина «Сопротивление материалов».
2. Три группы элементов конструкций: стержень, пластина и оболочка и массивные тела.
3. Моделирование элементов конструкций и деталей машин. Что такое расчетная схема. Какие внешние воздействия бывают, как изображают силовые воздействия на схеме.
4. Моделирование материала. Основные гипотезы (допущения) о свойствах материалов деформируемых твердых тел.
5. Моделирование деформации. Назовите основные гипотезы (допущения) о характере деформирования стержней.
6. В чем заключается принцип суперпозиций (независимости действия сил) и Сен-Венана.
7. Раскройте основные понятия сопротивления материалов: прочность, жесткость, устойчивость.
8. Что такое внутренняя сила в сопротивлении материалов. Какие внутренние усилия бывают. Метод определения внутренних усилий. Его идея (в чем заключается). Что такое эпюра внутреннего усилия.
9. Что такое напряжение в точке сечения стержня. Запишите выражения внутренних усилий через нормальные и касательные напряжения.

10. Что такое деформация тела. Виды деформации. Какие деформации бывают.

Центральное растяжение и сжатие прямого стержня

1. Какие внутренние усилия возникают при растяжении-сжатии.
2. Записать формулы для определения напряжений в поперечных и наклонных сечениях бруса при растяжении – сжатии.
3. Записать закон парности касательных напряжений.
4. Показать вид эпюры напряжений при растяжении – сжатии.
5. Какие деформации возникают при растяжении и сжатии. Коэффициент Пуассона.
6. Математическая запись закона Гука. Что характеризует модуль упругости первого рода (модуль Юнга). Его физический и графический смысл. Жесткость и податливость при растяжении и сжатии.
7. Что такое допускаемое напряжение, коэффициент запаса прочности.
8. Записать условие прочности при растяжении-сжатии для хрупких материалов.
9. Записать условие прочности и жесткости при растяжении-сжатии для пластичных материалов.
10. Показать три основных вида задач при расчетах на прочность.

Геометрические характеристики поперечных сечений стержней

1. Для чего вычисляют геометрические характеристики сечений.
2. Записать формулы для определения статических моментов и центра тяжести площади.
3. Как вычисляются осевые, полярные и центробежные моменты инерции площади (прямоугольника, круга, треугольника).
4. Как вычислить момент инерции плоских сечений при параллельном переносе координатных осей.
5. Как вычислить момент инерции плоских сечений при повороте координатных осей.
6. Формулы для определения главных моментов инерции и положения главных осей.
7. Расскажите порядок вычисления моментов инерции сложных сечений.
8. Что такое момент сопротивления сечения, где его используют.

Механические характеристики материала

1. Какие испытания проводятся для определения характеристик материала. Перечислить механические характеристики материала.
2. Перечислить зоны на диаграмме растяжения малоуглеродистой стали. Описать поведение материала в каждой зоне. Показать эскиз разрушенного образца из малоуглеродистой стали
3. Что такое наклеп. Показать на диаграмме.
4. Показать график растяжения стали в осях  $\sigma - \epsilon$ . Отметить характеристики прочности материала. Их единицы измерения.
5. Записать формулу для определения предела пропорциональности. Дать определение.
6. Записать формулу для определения предела упругости. Дать определение.
7. Записать формулу для определения предела текучести. Дать определение.
8. Записать формулу для определения предела прочности. Дать определение.
9. Записать формулы для определения характеристик пластичности. Дать определение.
10. Выделить на диаграмме долю упругой и остаточной деформаций. Дать определение.
11. Показать диаграммы сжатия и растяжения хрупкого материала (на примере чугуна). Какие характеристики прочности определяются при испытании, описать поведение материала. Показать эскиз разрушенного образца.
12. Показать диаграмму сжатия пластичного материала (на примере меди). Какие характеристики прочности определяются при испытании, описать поведение материала. Показать эскиз разрушенного образца.
13. Показать диаграмму сжатия анизотропного материала (на примере дерева). Какие характеристики прочности определяются при испытании, описать поведение материала. Показать эскизы разрушенного образца при испытании вдоль и поперек волокна.
14. Какое напряжение называют допускаемым. Формула для его вычисления. Допускаемое напряжение для хрупкого и пластичного материала.

Сдвиг (срез). Кручение стержня круглого сечения

1. Какой вид деформации называется сдвиг (срез). Какие возникают внутренние усилия.
2. Какие напряжения возникают при сдвиге (срезе) в поперечном сечении стержня. Как их вычислить.
3. Какие деформации возникают при сдвиге (срезе). Формулы для их определения. Показать математическую запись закона Гука при сдвиге.
4. Дать характеристику модуля упругости второго рода (модуль сдвига). Его физический смысл. Единицы измерения. Жесткость и податливость при чистом сдвиге.
5. Записать зависимость между модулями упругости первого и второго рода и коэффициентом Пуассона.
6. Условие прочности при сдвиге (срезе) (запись через допускаемое напряжение и через коэффициент запаса).
7. Виды расчетов на прочность заклепочного соединения.
8. Расчет заклепочного соединения на срез (на примере).
9. Расчет заклепочного соединения на смятие (на примере).
10. Расчет заклепочного соединения на разрыв соединяемых листов (на примере).

Кручение стержня круглого сечения

1. Какой вид деформации называется кручением.
2. Какие внутренние усилия возникают при кручении. Как их определить (метод). Правило знаков для внутреннего усилия. Построение эпюры крутящего момента. Правила проверки правильности построения эпюр.
3. Какие напряжения возникают при кручении в поперечном сечении стержня. Как их вычислить. Опасные точки, напряжения в них. Распределение напряжений в поперечном сечении вала (эпюра напряжений).



4. Какие деформации возникают при кручении. Формулы для их определения.
5. Запись закона Гука при кручении в деформациях и напряжениях. Модуль сдвига. Его физический смысл. Единицы измерения модуля сдвига. Формула, которая связывает характеристики упругости материала. Жесткость при кручении.
6. Записать условия прочности и жесткости при скручивании бруса круглого сечения.
7. Расчет валов на прочность и жесткость. Виды расчетов на прочность (проектировочный и проверочный).
8. Статически неопределимые задачи при кручении. Порядок решения. Уравнение совместности деформаций.

#### Изгиб прямых стержней

1. Виды изгиба. Прямой и кривой изгиб. Чистый и поперечный изгиб.
2. Какой вид деформации называется прямой поперечный изгиб.
3. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечных сечениях балок при изгибе. Дать определение. Как их определить (метод). Правило знаков для внутреннего усилия. Построение эпюр внутренних усилий.
4. Правила проверки правильности построения эпюр. Записать дифференциальные зависимости Журавского.
5. Какие напряжения возникают при прямом поперечном изгибе в поперечном сечении стержня. Как их вычислить. Опасные точки, напряжения в них. Эпюры касательных и нормальных напряжений.
6. Какие деформации возникают при прямом поперечном изгибе. Формулы для их определения. Записать закон Гука, жесткость балки при изгибе.
7. Сформулировать условие прочности при изгибе. Три вида задач.
8. Расчет балок на прочность.

#### Определение перемещений в упругих системах

1. Запись дифференциального уравнения изогнутой оси балки (приближенное). Метод непосредственного интегрирования дифференциального уравнения. Значения перемещений для граничных условий. Метод начальных параметров. Порядок определения перемещений с помощью непосредственного интегрирования дифференциального уравнения, метода начальных параметров.
2. Запись интеграла Мора. Какие составляющие интеграла используют при разных видах деформации. Где применяют.
3. Формулировка правила Верещагина. Где применяют. Показать на примере. Формула Симпсона для перемножения трапеций.

#### 5.1.2. Контрольные вопросы к экзамену

##### Основы теории напряженного и деформированного состояния. Гипотезы прочности

1. Что такое напряженное состояние в точке. Виды напряженного состояния.
2. Как определить главные напряжения и положения главных площадок при линейном напряженном состоянии.
3. Записать формулы для удельной потенциальной энергии. Энергия изменения объема и энергия изменения формы.
4. Как определить главные напряжения и положения главных площадок при плоском напряженном состоянии.
5. Записать формулы для определения наибольших касательных напряжений и площадок сдвига.
6. Записать обобщенный закон Гука.
7. Понятие об эквивалентном напряжении и о равноопасных напряженных состояниях.
8. Перечислить и записать основные гипотезы прочности материала.

##### Сложное сопротивление стержня

1. Виды сложного сопротивления. Задачи сложного сопротивления.
2. Кривой изгиб. Какие внутренние усилия и напряжения возникают, их эпюры. Определение положения силовой плоскости действия полного момента, нулевой линии (оси). Что такое нейтральная ось. Какие точки сечения называют опасными. Как проводится расчет на прочность. Определение перемещений при кривом изгибе.
3. Внецентренное сжатие или растяжение. Какие внутренние усилия и напряжения возникают. Формула для определения напряжения в точке. Правило знаков. Какие точки сечения называют опасными. Положение нулевой линии. Эпюра нормальных напряжений. Что такое ядро сечения, определение его границ. Расчет на прочность.
4. Изгиб и кручение. Внутренние усилия и их эпюры. Какие деформации вала вызывает окружающая сила, осевая сила, радиальная сила. Какие точки сечения называют опасными. Эпюры нормальных и касательных напряжений в опасных точках. Как выбирается опасное сечение вала. Определение эквивалентных напряжений по третьей и четвертой гипотезам прочности. Первая и вторая гипотезы прочности. Проектировочный расчет на прочность.

##### Статически неопределимые системы. Метод сил.

1. Раскрыть понятие о степенях свободы и связях. Какие связи называют необходимыми и дополнительными (лишними). Вычисление степени статической неопределимости. Как раскрыть статическую неопределимость системы.
2. Перечислить порядок расчета простейших статически неопределимых стержневых систем методом сил. Какая система называется основной системой метода сил (требования, способы формирования). Каноническая форма записи условий совместности деформаций для раскрытия статической неопределимости (каноническое уравнение). Физический смысл коэффициентов, свободных членов канонических уравнений, их определение. Статическая и деформационная проверки. Построение действительных эпюр внутренних усилий.
3. Уравнение трех моментов. Физический смысл уравнения. Определение степени статической неопределимости. Как задается основная система для уравнения трех моментов. Порядок расчета неразрезных балок.

##### Устойчивость сжатых стержней

1. Раскрыть понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критическая сила. Для каких элементов выполняется расчет на устойчивость. В чем он заключается.

2. Устойчивость прямолинейной формы равновесия сжатых стержней в упругой стадии. Записать формулу Эйлера, пределы ее применимости. Раскрыть понятие о гибкости и приведенной длине стержня, влияние различных случаев опорных закреплений стержней.
3. Как происходит потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Запись формулы Энгессера – Ясинского для определения критической силы. График зависимости критических напряжений от гибкости стержня. Понятие предельной гибкости стержня.
4. Как выполняют практические расчеты сжатых стержней на устойчивость. Записать условие устойчивости формы равновесия сжатого стержня. Что показывает коэффициент снижения основного допускаемого напряжения (коэффициент продольного изгиба), от чего зависит. Определение несущей способности стержня.

#### Действие динамических нагрузок

1. Перечислить виды динамических нагрузок. Что показывает динамический коэффициент. Какие существуют методы расчета на динамические нагрузки (принцип Даламбера). Определение динамических напряжений.
2. Определение динамического коэффициента при подъеме-опускании или вращении элементов конструкций с ускорением. Показать эпюры внутренних усилий.
3. Основные понятия о свободных и вынужденных колебаниях упругих систем с одной степенью свободы. Период (частота) колебаний. Динамический коэффициент. Что такое резонанс, методы борьбы. Определение напряжений при вибрационной нагрузке (расчет рамы под двигателем).
4. Расчеты на удар. Динамический коэффициент. Расчет на прочность при ударе.

#### Действие периодически изменяющихся нагрузок

1. Понятие об усталостном разрушении элементов конструкций и деталей машин. Возникновение и развитие усталостных повреждений. Механизм усталостного разрушения. Классификация режимов циклических нагрузок и напряжений. Основные характеристики цикла.
2. Предел выносливости. Кривая Вёллера. Факторы, влияющие на выносливость: концентрация напряжений, масштабный эффект, качество обработки поверхности, коэффициент асимметрии цикла. Эффективные коэффициенты концентрации напряжений.
3. Выносливость при совместном циклическом изгибе и кручении. Определение коэффициента запаса усталостной прочности.
4. Диаграмма напряжений.

### 5.2. Темы письменных работ

Темы и задания для РГР представлены в источнике ЛЗ.3 (п. 6.1.3. Методические разработки).

### 5.3. Фонд оценочных средств

- Тесты первого типа по темам занятий содержат 5 вопросов. Демонстрационный вариант теста размещен на учебном сервере института в Приложении. Тесты второго типа по курсу содержат 25 вопросов. Демонстрационный вариант теста размещен на учебном сервере института в Приложении.
- Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования по Тесту первого типа (5 вопросов). Оценка за тест равна числу правильных ответов.
- Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования по Тесту второго типа (25 вопросов):
- Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 85 % тестовых заданий;
  - Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 70 % тестовых заданий;
  - Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 51 %;
  - Оценка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.
- Критерии оценки ответов на контрольные вопросы: точность определений и понятий, степень раскрытия сущности вопроса, количество правильно и полностью раскрытых вопросов:
- Оценка «отлично» ставится, если выполнены все требования: точно даны определения и понятия; полностью раскрыта сущность вопроса; даны правильные и полные ответы на все вопросы; логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы.
  - Оценка «хорошо» – основные требования выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; имеются упущения в ответах.
  - Оценка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании ответов на вопросы; отсутствуют выводы; отсутствуют пояснения к формулам, рисунки.
  - Оценка «неудовлетворительно» – тема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы; даны не полные ответы менее чем на 50% вопросов.

### 5.4. Перечень видов оценочных средств

Для контроля освоения дисциплины предусмотрен текущий контроль знаний и промежуточная аттестация. Текущий контроль проводится в виде письменного опроса (проверочная работа) и тестирования по темам занятий, защиты лабораторных работ. Оценочные средства для письменного опроса – контрольные вопросы по темам дисциплины. Оценочные средства для тестирования – Тест первого типа: тестовое задание по теме содержит 5 вопросов. Оценочные средства для защиты лабораторных работ - контрольные вопросы. Промежуточная аттестация – зачет с оценкой, экзамен. Оценочные средства: для зачета - список контрольных вопросов по темам занятий; для экзамена – экзаменационный билет, который содержит теоретические вопросы (проверка категории «знать») и задачи (проверка категорий «уметь» и «владеть»).

| <b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> |   |   |                         |          |
|--|---|---|-------------------------|----------|
| <b>6.1. Рекомендуемая литература</b>   |   |   |                         |          |
| <b>6.1.1. Основная литература</b>  |   |   |                         |          |
|  | Авторы, составители   | Заглавие, размещение  | Издательство, год       | Колич-во |
| Л1.1   | Ботвиньева И.П.   | Расчеты на прочность при простом и сложном сопротивлении: Учеб. пособие                                 | Норильск: , 2003        | 68       |
| Л1.2   | Александров А.В.,<br>Потапов В.Д.                               | Сопротивление материалов: учебник для вузов   | М.: Высш. шк.,<br>2004  | 3        |
| Л1.3   | Волосухин В. А.,<br>Логвинов В. Б.,<br>Евтушенко С И.           | Сопротивление материалов: допущено М-вом сельского хозяйства РФ в качестве учебника для студентов вузов | М.: РИОР, Инфра-М, 2014 | 15       |
| <b>6.1.2. Дополнительная литература</b>  |   |   |                         |          |
|  | Авторы, составители   | Заглавие, размещение  | Издательство, год       | Колич-во |
| Л2.1   | Феодосьев В.И.  | Сопротивление материалов: учебник для втузов  | М.: Наука, 1986         | 81       |
| <b>6.1.3. Методические разработки</b>  |   |   |                         |          |
|  | Авторы, составители   | Заглавие, размещение  | Издательство, год       | Колич-во |
| Л3.1   | Норильский индустр. ин-т; сост. И.П. Ботвиньева, З. Н. Гурмач   | Сопротивление материалов: метод. указания к лабораторным работам  | Норильск: НИИ, 2008     | 30       |
| Л3.2   | Норильский индустр. ин-т; сост.: И. П. Ботвиньева, З. М. Гурмач | Сопротивление материалов: сборник заданий для самостоятельной работы студентов всех спец.               | Норильск: НИИ, 2007     | 56       |
| <b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>                                 |   |   |                         |          |
| 6.3.1.1  | MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)            |   |                         |          |
| 6.3.1.2  | MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013) |   |                         |          |
| 6.3.1.3  | MS Office Standard 2007 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013) |   |                         |          |
| <b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>                         |   |   |                         |          |

| <b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> |   |
|---|---|
| 7.1   | Для реализации образовательного процесса задействованы аудитории:   |
| 7.2   | • Аудитория для чтения лекций, оборудованная техническими средствами обучения - видеопроектором.  |
| 7.3   | • Компьютерный класс для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью информационных технологий. |
| 7.4   | • Лаборатория «Сопротивление материалов» ауд. 109, оснащённая оборудованием и стендами для проведения лабораторных работ.                           |
| 7.5   | Перечень испытательных машин и установок:   |
| 7.6   | 1. Универсальная машина Р-5 (растяжение, сжатие) нагрузка – 5 т.  |
| 7.7   |   |
| 7.8   | 2. Универсальная машина МР-100 (растяжения с записью диаграммы). Нагрузка 10 т.   |
| 7.9   | 3. Универсальная машина УН-5А (растяжение, сжатие); запись диаграммы. Нагрузка 5 т.   |
| 7.10  | 4. Универсальная машина УММ-20 (растяжение, сжатие, изгиб); запись диаграммы растяжения. Нагрузка 20 т.   |
| 7.11  | 5. Установка для исследования деформации ломаного бруса. Тип СМ-24  |
| 7.12  | 6. Установка для определения модуля упругости при сдвиге.   |
| 7.13  | 7. Установка для исследования изгиба консольной балки. Тип СМ-7б.   |
| 7.14  | 8. Установка для исследования кручения тонкостенных труб. Тип СМ-14м.   |
| 7.15  |   |
| 7.16  | 9. Установка для исследования двух опорной балки. Тип СМ-4.   |
| 7.17  | 10. Цифровой тензометрический мост для снятия показаний с тензодатчиков. Тип ЦТМ-3.   |
| 7.18  | 11. Тензостанция СИИТ-3.  |

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Для успешного освоения учебного материала студенту необходимо ясно понимать значимость и место дисциплины в его профессиональной подготовке и активно участвовать во всех видах учебного процесса. По дисциплине учебным планом предусмотрена контактная и самостоятельная работа обучающегося.

Контактная работа включает лекционные и практические занятия, коллективные и индивидуальные консультации. Перед каждым лекционным и практическим занятием студенту необходимо самостоятельно проработать предыдущий теоретический курс, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу.

На лекционных занятиях необходимо внимательно слушать преподавателя, подробно и аккуратно вести конспект, который дополняется и корректируется в процессе самостоятельной проработки материала.

Практические занятия предусмотрены для формирования умений и навыков применения теории на практике, решения типовых задач механики. На практических занятиях необходимо активно участвовать в учебном процессе, при необходимости задавать вопросы преподавателю.

Текущий контроль проводится в виде: опроса на занятиях, проверочных и контрольных работ по темам и разделам дисциплины.

Для подготовки к проверочной работе необходимо проработать теоретический материал по данному разделу и практическое применение материала на конкретных задачах. Ответить на контрольные вопросы.

Для реализации самостоятельной работы созданы следующие условия и предпосылки:

1. студенты обеспечены информационными ресурсами в библиотеке ЗГУ (учебниками, учебными пособиями, банком индивидуальных заданий);
2. студенты обеспечены информационными ресурсами в локальной сети ЗГУ (в электронном виде выставлено методическое обеспечение дисциплины «Сопrotивление материалов»);
3. студент имеет возможность заранее (с опережением) подготовиться к занятию, попытаться ответить на контрольные вопросы, и обратиться за помощью к преподавателю в случае необходимости;
4. разработаны контролирующие материалы в тестовой форме, позволяющие оперативно оценить уровень подготовки студентов;
5. организованы еженедельные консультации.

Текущая самостоятельная работа по дисциплине направлена на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ: работа с лекционным материалом; подготовка к практическим занятиям; изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку; подготовка к тестированию и проверочным работам.

Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполнении контрольных работ, тестовых заданий и других форм текущего контроля. Баллы, полученные студентом по результатам аудиторной работы, формируют оценку текущей успеваемости студента по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет с оценкой, экзамен). Подготовка к промежуточной аттестации включает проработку теоретического материала, ответы на контрольные вопросы, разбор и самостоятельное решение типовых задач расчетов на прочность и жесткость. Вопросы, возникающие во время подготовки, можно выяснить на консультации перед экзаменом.