

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Мочалин Константин Сергеевич  
 Должность: И.о. ректора  
 Дата подписания: 03.07.2026 19:17:17  
 Уникальный программный ключ:  
 b7695d6b97247fced4385685adb0d9f8e6f2cdf

## ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

**Федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 "Сибирский государственный университет водного транспорта"**

**Б1.О.26**

### **Сопротивление материалов**

#### **рабочая программа дисциплины (модуля)**

|                           |                                                           |                        |                                                                                   |                          |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Закреплена за кафедрой    | <b>Технической механики и подъемно-транспортных машин</b> |                        |                                                                                   |                          |
| Образовательная программа | 26.03.02                                                  | Направление подготовки | "Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры" |                          |
|                           |                                                           | Профиль                | "Судовые энергетические установки"                                                |                          |
|                           |                                                           | год начала подготовки  | 2025                                                                              |                          |
| Квалификация              | <b>бакалавр</b>                                           |                        |                                                                                   |                          |
| Форма обучения            | <b>очная</b>                                              |                        |                                                                                   |                          |
| Общая трудоемкость        | <b>5 ЗЕТ</b>                                              |                        |                                                                                   |                          |
| Часов по учебному плану   | 180                                                       |                        |                                                                                   | Виды контроля на курсах: |
| в том числе:              |                                                           |                        |                                                                                   | экзамен 4                |
| аудиторные занятия        | 48                                                        |                        |                                                                                   |                          |
| самостоятельная работа    | 88                                                        |                        |                                                                                   |                          |
| часов на контроль         | 36                                                        |                        |                                                                                   |                          |

#### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>) | 4 (2.2) |     | Итого |     |
|-------------------------------------------|---------|-----|-------|-----|
| Неделя                                    | 19 2/6  |     |       |     |
| Вид занятий                               | уп      | ип  | уп    | ип  |
| Лекции                                    | 32      | 32  | 32    | 32  |
| Лабораторные                              | 16      | 16  | 16    | 16  |
| Иная контактная<br>работа                 | 8       | 8   | 8     | 8   |
| Итого ауд.                                | 48      | 48  | 48    | 48  |
| Контактная работа                         | 56      | 56  | 56    | 56  |
| Сам. работа                               | 88      | 88  | 88    | 88  |
| Часы на контроль                          | 36      | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 180     | 180 | 180   | 180 |

Рабочая программа дисциплины

**разработана в соответствии с ФГОС:**

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1021)

**составлена на основании учебного плана образовательной программы:**

26.03.02 Направление подготовки "Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры"  
Профиль "Судовые энергетические установки"  
год начала подготовки 2025

**Рабочую программу составил(и):**

*к.т.н., Доцент, Пахомова Людмила Владимировна*

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Заведующий кафедрой Пахомова Людмила Владимировна

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Целью дисциплины является обеспечение базового уровня знаний и навыков, необходимых для формирования способности выполнения поиска, анализа и выбора оптимального метода решения поставленной перед исследователем физической задачи используя информацию из отечественных и зарубежных источников, осуществлять математическое и численное моделирование физических процессов связанных с тематикой исследования, а также проводить анализ результатов проведенных численных экспериментов и делать оценку их достоверности. |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

|                    |                                                                                                              |      |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Цикл (раздел) ООП: |                                                                                                              | Б1.О |
| <b>2.1</b>         | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                 |      |
| 2.1.1              | Теоретическая механика                                                                                       |      |
| 2.1.2              | Начертательная геометрия и инженерная графика                                                                |      |
| 2.1.3              | Объекты морской (речной) техники                                                                             |      |
| 2.1.4              | Технология конструкционных материалов                                                                        |      |
| 2.1.5              | Материаловедение                                                                                             |      |
| 2.1.6              | Метрология, стандартизация и сертификация                                                                    |      |
| 2.1.7              | Введение в профессию                                                                                         |      |
| <b>2.2</b>         | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |      |
| 2.2.1              | Технология дноуглубительных работ                                                                            |      |
| 2.2.2              | Производственная практика                                                                                    |      |
| 2.2.3              | Управление социально-трудовыми отношениями                                                                   |      |
| 2.2.4              | Гидротехнические сооружения водных путей, портов и континентального шельфа                                   |      |
| 2.2.5              | Проектирование воднотранспортных и водноэнергетических природно-техногенных комплексов                       |      |
| 2.2.6              | Преддипломная практика                                                                                       |      |
| 2.2.7              | Технологическая (проектно-технологическая) практика                                                          |      |
| 2.2.8              | Организация и управление судостроительным предприятием                                                       |      |

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

**ОПК-4:** Способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи

ОПК-4.2: Использует стандартные методы расчетов при решении прикладных технических задач

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |                                                                                                                                                                                     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                       |
| 3.1.1      | Оборудование используемое для проведения экспериментальных исследований механических характеристик материалов. Основные информационные технологии в решении профессиональных задач. |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                       |
| 3.2.1      | Анализировать результаты экспериментов для решения практических задач обеспечения прочности конструкций. Использовать программные средства в профессиональной деятельности.         |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                     |
| 3.3.1      | Методиками проведения экспериментов по оценке прочности конструкций. Способностью использовать информационные технологии и программные средства для практических целей.             |

### 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Вид занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                 | Семестр / Курс | Часов | Литература                                | ПрПо дгот |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------------------------------------------|-----------|
| Раздел      | <b>Раздел 1. Простое сопротивление</b>                                    |                |       |                                           |           |
| Лек         | Основные модельные представления и понятия сопротивления материалов /Лек/ | 4              | 6     | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0         |

|        |                                                                                                                                                                             |   |    |                                           |   |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-------------------------------------------|---|
| Ср     | Основные модельные представления и понятия сопротивления материалов /Ср/                                                                                                    | 4 | 12 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Лек    | Внешние и внутренние силы. Метод сечений Понятие о напряжениях. Центральное растяжение – сжатие стержня /Лек/                                                               | 4 | 4  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Ср     | Внешние и внутренние силы. Метод сечений Понятие о напряжениях. Центральное растяжение – сжатие стержня /Ср/                                                                | 4 | 18 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Лек    | Механические характеристики материалов. Статически неопределимые задачи на растяжение или сжатие стержней. Анализ напряженно-деформированного состояния в точке тела. /Лек/ | 4 | 8  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Ср     | Механические характеристики материалов. Статически неопределимые задачи на растяжение или сжатие стержней. Анализ напряженно-деформированного состояния в точке тела. /Ср/  | 4 | 12 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Лек    | Геометрические характеристики сечений. Деформация сдвига. Кручение валов. Прямой поперечный изгиб стержня. /Лек/                                                            | 4 | 10 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Ср     | Геометрические характеристики сечений. Деформация сдвига. Кручение валов. Прямой поперечный изгиб стержня. /Ср/                                                             | 4 | 10 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| ИКР    | Текущий контроль /ИКР/                                                                                                                                                      | 4 | 4  |                                           | 0 |
| Раздел | <b>Раздел 2. Сложное сопротивление</b>                                                                                                                                      |   |    |                                           |   |
| Лек    | Статически неопределимые неразрезные балки /Лек/                                                                                                                            | 4 | 1  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Ср     | Статически неопределимые неразрезные балки /Ср/                                                                                                                             | 4 | 8  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Лек    | Устойчивость центрально сжатых стержней /Лек/                                                                                                                               | 4 | 1  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Лаб    | Устойчивость центрально сжатых стержней /Лаб/                                                                                                                               | 4 | 6  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Ср     | Устойчивость центрально сжатых стержней /Ср/                                                                                                                                | 4 | 8  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Лек    | Комбинированное нагружение стержней. Расчет плоских кривых брусев. Безмоментные оболочки вращения /Лек/                                                                     | 4 | 1  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Лаб    | Комбинированное нагружение стержней. Расчет плоских кривых брусев. Безмоментные оболочки вращения /Лаб/                                                                     | 4 | 4  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Ср     | Комбинированное нагружение стержней. Расчет плоских кривых брусев. Безмоментные оболочки вращения /Ср/                                                                      | 4 | 12 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |

|     |                                                                                      |   |   |                                           |   |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------------------------------------------|---|
| Лек | Динамические нагрузки (силы инерции, удар, вибрация).<br>Циклические нагрузки. /Лек/ | 4 | 1 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Лаб | Динамические нагрузки (силы инерции, удар, вибрация).<br>Циклические нагрузки. /Лаб/ | 4 | 6 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| Ср  | Динамические нагрузки (силы инерции, удар, вибрация).<br>Циклические нагрузки. /Ср/  | 4 | 8 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3 | 0 |
| ИКР | Текущий контроль /ИКР/                                                               | 4 | 4 |                                           | 0 |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Раздел 1. Простое сопротивление.

Тема 1.1 Основные модельные представления и понятия сопротивления материалов [1, 2, 7, 9].

Предмет и задачи курса сопротивления материалов. Модель деформируемого тела. Гипотезы и допущения. Понятия прочности, жесткости и устойчивости конструкций.

Тема 1.2 Внешние и внутренние силы. Метод сечений. Понятие о напряжениях. Центральное растяжение – сжатие стержня [1, 2, 7, 9].

Виды опорных закреплений и внешних нагрузок. Определение компонент внутренних сил методом сечений. Понятия напряжений и их компонентов. Интегральные зависимости между внутренними силами и напряжениями, их связь с деформациями. Напряжения и деформации стержней при растяжении - сжатии. Перемещения сечений. Продольные и поперечные деформации стержней. Закон Гука. Условия прочности и жесткости при одноосном растяжении или сжатии.

Тема 1.3 Механические характеристики материалов. Статически неопределимые задачи на растяжение или сжатие стержней. Анализ напряженно-деформированного состояния в точке тела [1, 2, 7, 9].

Экспериментальное исследование механических свойств материалов. Виды материалов. Диаграммы растяжения и сжатия.

Характеристики прочности и жесткости материалов. Допускаемые напряжения. Условия прочности при растяжении или сжатии стержня. Расчет на действие нагрузок. Расчет на изменение температур. Монтажные усилия. Виды напряженных состояний и их анализ. Главные напряжения. Графическое представление напряженного состояния на круге Мора.

Деформированное состояние и его анализ. Обобщенный и объемный закон Гука. Потенциальная энергия деформации.

Тема 1.4 Геометрические характеристики сечений. Деформация сдвига. Кручение валов. Прямой поперечный изгиб стержня [1, 2, 7, 9].

Статические моменты площадей и их использование для определения координат центра тяжести сечения. Осевой, центробежный и полярный моменты инерции. Вычисление моментов инерции составных сечений. Изменение моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей. Главные моменты инерции. Ориентация главных осей. Круг инерции. Напряженно-деформированное состояние при чистом сдвиге. Закон Гука при сдвиге. Зависимость между  $E$ ,  $G$  и  $\nu$  для изотропных материалов. Кручение валов. Эпюры крутящих моментов. Напряжения при кручении. Полярный момент инерции и полярный момент сопротивления. Углы закручивания. Условия прочности и жесткости при кручении. Определение диаметров валов. Изгиб прямого стержня в одной главной плоскости. Изгибающий момент ( $M$ ) и поперечная сила ( $Q$ ) в поперечном сечении балки и их эпюры.

Дифференциальные и интегральные соотношения Д.И. Журавского между силовыми факторами.

Нормальные напряжения при чистом изгибе. Условия прочности по нормальным напряжениям при изгибе балки.

Касательные напряжения в балках со сплошным прямоугольным сечением (формула Д.И. Журавского). Распределение касательных напряжений в других формах сечений. Проверка прочности по касательным напряжениям.

Углы поворота и прогиба балок. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Методы определения перемещений в балках: непосредственное интегрирование, метод начальных параметров, энергетический метод Мора-Максвелла. Правило А.И.Верещагина. Формулы трапеций и парабол (Симпсона). Условия жесткости.

### Раздел 2. Сложное сопротивление.

Тема 2.1 Статически неопределимые неразрезные балки [1, 2, 8, 9].

Расчет статически неопределимых балок. Лишние связи. Степень статической неопределимости. Выбор рациональной основной системы метода сил. Раскрытие статической неопределимости методом сил: каноническая форма. Уравнение трех моментов. Проверки.

Тема 2.2 Устойчивость центрально-сжатых стержней [1, 2, 8, 9].

Устойчивая и неустойчивая формы равновесия гибких стержней при сжатии. Критическая сила. Формула Л.Эйлера для идеально упругих стержней. Формула Ф.С.Ясинского при неупругом деформировании. Практические расчеты стержней на устойчивость. Гибкость стержня и ее влияние на величину коэффициента снижения основного допускаемого напряжения. Расчет на устойчивость составных стержней.

Тема 2.3 Комбинированное нагружение стержней [1, 2, 8, 9].

Условия прочности при сложном нагружении. Теории прочности: наибольших нормальных напряжений, наибольших деформаций, наибольших касательных напряжений, предельной энергии изменения формы тела. Конструкции с трещинами (теория Гриффитса, Критерий Ирвина). Общий случай нагружения стержней. Косой изгиб балок, как изгиб в двух главных плоскостях. Напряжения и перемещения при косом изгибе балок. Условия прочности. Внецентренное растяжение или сжатие стержней. Колонны при внецентренном сжатии. Распределение напряжений. Условия прочности. Нейтральная линия. Ядро сечения. Радиус инерции. Кручение с изгибом. Распределение напряжений. Применение гипотез

прочности для определения диаметра вала. Общий случай сложного сопротивления. Определение напряжений в брусках большой кривизны. Расчет на прочность. Определение перемещений.

Тема 2.4 Динамические нагрузки [1, 2, 8].

Виды динамических нагрузок. Движение конструкций с ускорением. Ударная нагрузка конструкций с одной степенью свободы. Динамический коэффициент. Внезапная нагрузка. Продольный и поперечный удар. Вибрационная нагрузка. Собственная и вынужденная частоты. Опасность резонанса.

Тема 2.5 Расчеты на усталость [1, 2, 8].

Усталость и выносливость материалов при циклическом нагружении. Виды циклов напряжений. Усталостные кривые. Диаграммы предельных амплитуд напряжений. Факторы, влияющие на усталость. Коэффициент запаса выносливости.

Содержание лабораторных работ

Раздел 1. Простое сопротивление.

Тема 1.3 Механические характеристики материалов. Статически неопределимые задачи на растяжение или сжатие стержней. Анализ напряженно-деформированного состояния в точке тела. Работа 1. Испытание на растяжение малоуглеродистой стали [6].

Работа 2. Испытание материалов на сжатие [6].

Работа 3. Определение модуля продольной упругости стали при растяжении. [6].

Работа 4. Определение модуля продольной упругости  $E$  и коэффициента поперечной деформации резины [6].

Тема 1.4 Геометрические характеристики сечений. Деформация сдвига. Кручение валов. Прямой поперечный изгиб стержня. Работа 5. Определение модуля сдвига стали [6].

Работа 6. Испытание материалов на ударный изгиб [6].

Работа 7. Определение прогибов и углов поворота поперечных сечений балки при прямом изгибе [6].

Содержание практических занятий

Раздел 1. Простое сопротивление.

Тема 1.2. Внешние и внутренние силы. Метод сечений. Понятие о напряжениях. Центральное растяжение – сжатие стержня.

Расчет стержня ступенчато-переменного сечения на центральное растяжение-сжатие [1 - 3, 4].

Тема 1.3 Механические характеристики материалов. Статически неопределимые задачи на растяжение или сжатие стержней. Анализ напряженно-деформированного состояния в точке тела.

Расчет статически неопределимых стержневых систем, работающих на растяжение-сжатие [1 - 3, 4].

Тема 1.4 Геометрические характеристики сечений. Деформация сдвига. Кручение валов. Прямой поперечный изгиб стержня. Осевой, центробежный и полярный моменты инерции Главные моменты инерции. Ориентация главных осей. Круг инерции. Расчет круглого вала ступенчато-переменного сечения. Прочностные расчеты статически определимых балок на прямой поперечный изгиб [1-3, 4].

Расчет круглого вала ступенчато-переменного сечения [1-3, 4].

Прочностные расчеты статически определимых балок на прямой поперечный изгиб (4 часа) [1 - 3, 4].

Определение перемещений в статически определимых балках [1 - 3, 4].

5 семестр

Раздел 2. Сложное сопротивление

Тема 2.1 Статически неопределимые неразрезные балки. Прочностные расчеты статически неопределимых балок [1-3, 5].

Тема 2.2 Устойчивость центрально сжатых стержней. Расчет критических сил. Расчет размеров поперечного сечения (конструкторский расчет) [1-3, 5].

Тема 2.3 Комбинированное нагружение стержней. Расчет на прочность и жесткость при совместном изгибе и кручении [1-3, 5].

Расчет на прочность при косом изгибе и внецентренном растяжении-сжатии [1-3, 5].

Тема 2.4 Динамические нагрузки Расчеты на прочность и жесткость при движении с ускорением, при ударном нагружении и при вибрации [1-3, 5]

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Вопросы текущего контроля

Вопросы к дифференциальному зачету

### 6.2. Темы письменных работ

Темы лабораторных работ:

Геометрические характеристики сечений. Деформация сдвига. Кручение валов. Прямой поперечный изгиб стержня

Статически неопределимые балки

Устойчивость центрально сжатых стержней. Определение прочности стержней. Работа муфельной печи

Темы расчетно-графических работ:

Растяжение-сжатие стержня  
Изгиб бетонной балки  
Кручение вала  
Статически неопределимая конструкция  
Геометрические характеристики сечения

### 6.3. Контрольные вопросы и задания

Типовые теоретические вопросы к диф. зачёту по дисциплине:

1. Предмет науки о сопротивлении материалов.
2. Элементы конструкций и классификация внешних сил.
3. Основные допущения, принимаемые в модели деформируемого твердого тела.
4. Понятие о расчетной схеме и виды опорных закреплений.
5. Определение внутренних усилий методом сечений. Компоненты внутренних сил.
6. Понятие напряжений. Компоненты напряжений.
7. Растяжение и сжатие. Определение продольной силы. Эпюры продольных сил.
8. Продольная и поперечная деформации при растяжении-сжатии. Коэффициент Пуассона.
9. Определение напряжений в поперечном сечении при растяжении-сжатии стержня. Эпюра нормальных напряжений.
10. Закон Гука для растяжения-сжатия. Модуль продольной упругости. Расчет стержней на жесткость.
11. Диаграмма растяжения и механические свойства материалов.
12. Допускаемые напряжения. Расчеты на прочность по допускаемым напряжениям.
13. Статически неопределимые стержневые системы. Раскрытие статической неопределимости.
14. Геометрические характеристики сечений. Общие понятия.
15. Статические моменты, сечения. Определение центра тяжести составного сечения.
16. Осевые моменты инерции сечения. Пример вычисления.
17. Полярный момент инерции сечения. Пример вычисления для круглого сечения.
18. Моменты инерции относительно осей, параллельных центральным осям.
19. Моменты инерции при повороте осей.
20. Главные оси и главные моменты инерции. Определение их положения.
21. Кручение валов. Определение крутящих моментов. Эпюра крутящих моментов.
22. Закон Гука при чистом сдвиге. Модуль упругости при сдвиге.
23. Определение касательных напряжений при кручении валов.
24. Расчеты диаметров валов по условию прочности.
25. Углы закручивания. Расчеты диаметров валов по условию жесткости.
26. Общее понятие об изгибе. Типы опор и балок.
27. Аналитическое определение поперечной силы и изгибающего момента при плоском изгибе.
28. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
29. Дифференциальные и интегральные соотношения между  $Q$  и  $M$ .
30. Нормальные напряжения при чистом изгибе.
31. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Формула Журавского.
32. Расчеты на прочность при плоском изгибе. Рациональные формы сечений балок.
33. Перемещения сечений при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
34. Определение перемещений сечений при изгибе способом непосредственного интегрирования.
35. Определение перемещений при изгибе методом начальных параметров. Универсальные формулы. Условие жесткости при изгибе балки.
36. Энергетический метод определения перемещений. Интеграл Максвелла-Мора для вычисления перемещений при плоском изгибе.
37. Определение перемещений сечений балки путём вычисления интеграла Максвелла-Мора по правилу Верещагина, формулам трапеций и парабол (Симпсона).

Типовые теоретические вопросы к экзамену по дисциплине:

1. Основные допущения, принимаемые в модели деформируемого твердого тела.
2. Виды внешних нагрузок. Типы опорных закреплений.
3. Определение внутренних сил методом сечений. Компоненты внутренних сил.
4. Понятие о видах напряжений. Компоненты напряжений.
5. Центральное растяжение – сжатие стержня. Определение продольной силы. Эпюры продольных сил.
6. Виды деформаций при растяжении-сжатии. Коэффициент Пуассона.
7. Закон Гука для растяжения-сжатия стержня. Модуль продольной упругости. Расчет стержней на жесткость.
8. Диаграмма растяжения и механические свойства материалов.
9. Методы и виды расчётов стержней на прочность при их растяжении – сжатии по допускаемым напряжениям.
10. Расчёт статически неопределимых стержневых конструкций на действие внешних нагрузок.
11. Закон Гука при чистом сдвиге. Модуль упругости при сдвиге и его связь с модулем Юнга.
12. Определение крутящих моментов при кручении круглого вала. Построение эпюры крутящих моментов.
13. Определение касательных напряжений при кручении валов.
14. Расчеты диаметров валов по условию прочности.
15. Углы закручивания. Расчеты диаметров валов по условию жесткости.
16. Общее понятие о прямом поперечном изгибе стержня. Виды балок и их опорных закреплений.
17. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов при прямом изгибе.

18. Дифференциальные и интегральные соотношения между  $M$ ,  $Q$  и  $q$  при изгибе балки.
19. Нормальные напряжения при чистом прямом изгибе балки.
20. Расчёты на прочность при прямом изгибе балки по нормальным напряжениям.
21. Касательные напряжения при прямом изгибе. Формула Журавского.
22. Условие прочности по касательным напряжениям при прямом изгибе балок.
23. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
24. Определение перемещений методом начальных параметров. Универсальные формулы.
25. Энергетический метод определения перемещений при изгибе балки. Интеграл Максвелла-Мора.
27. Сущность и порядок расчёта статически неопределимых неразрезных балок по методу сил.
28. Система канонических уравнений, определение их коэффициентов и грузовых членов.
29. Устойчивость центрально сжатых стержней. Формула Эйлера для определения критической силы при продольном изгибе.
30. Критические напряжения. Минимальная гибкость. Границы применимости формулы Эйлера.
31. Инженерные методы расчета стержней на устойчивость. Коэффициент снижения допускаемого напряжения при расчете на продольный изгиб.
32. Косой изгиб. Внутренние силы и напряжения, их определение.
33. Нейтральная линия при косом изгибе. Условия прочности при косом изгибе для различных материалов.
34. Перемещения при косом изгибе. Определение полного перемещения. Условие жёсткости при косом изгибе.
35. Внецентренное растяжение – сжатие стержня. Внутренние силы и напряжения.
36. Условия прочности при внецентренном растяжение – сжатие стержня. Ядро сечения.
37. Движение конструкций с ускорением. Динамическая сила и динамический коэффициент.
38. Продольный и поперечный удары. Динамическая сила и динамический коэффициент.
39. Определение напряжений и проверка прочности балки при продольном и поперечном ударе. Конструктивные меры, способствующие уменьшению напряжений при ударе.
40. Колебания упругой системы с одной степенью свободы. Частота собственных колебаний.
41. Вынужденные колебания упругой системы с одной степенью свободы. Динамический коэффициент. Явление резонанса.
42. Определение динамических напряжений в балке при вынужденных колебаниях.
43. Понятие о колебаниях упругих систем со многими степенями свободы.
44. Экспериментальные методы определения напряжений (тензометрия, поляризационно-оптический и др. методы).
45. Понятие об усталости. Виды циклов нагружения. Характеристики цикла.
46. Экспериментальное исследование процесса усталости. Кривые усталости.
47. Диаграмма предельных амплитуд напряжений и ее использование для расчета конструкций на выносливость.

Типовые практические задания к экзамену по дисциплине:

1. Расчет стержней, работающих на центральное растяжение-сжатие.
2. Расчет круглого вала на кручение.
3. Расчет статически определимых балок на прямой изгиб.
4. Расчет один раз статически неопределимой балки.
5. Расчет устойчивости центрально сжатого стержня.
6. Расчет балки на косой изгиб.

Название дисциплины – Сопротивление материалов

1. Стальной стержень с площадью сечения  $A=10,9 \text{ см}^2$ , длиной 3 м нагружен силой 240 кН. Модуль упругости материала  $2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ . Определить удлинение стержня (время на ответ 5 минуты).

А –  $12 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$

В –  $12 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$

Г –  $12 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^*$

Д –  $3,3 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$

2. Как изменится при увеличении длины стержня в два раза (при прочих равных условиях)? Применима формула Эйлера (время на ответ 5 минуты).

А – уменьшится в 4 раза\*

В – увеличится в 4 раза

Г – уменьшится в 2 раза

Д – увеличится в 2 раза

3. Найти диаметр круглого вала из расчёта на прочность, если подаваемая мощность 15 кВт, скорость вращения 50 рад/с, допускаемое напряжение 25 МПа (время на ответ 5 минуты).

А – 39 мм\*

В –  $39 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$

Г – 54 мм

Д – 44 мм

4. Как изменится напряжение на поверхности круглого бруса, если крутящий момент увеличится в три раза? (время на ответ 5 минуты).

А – уменьшится в три раза

В – увеличится в 9 раз

Г – увеличится в три раза\*

Д – уменьшится в 9 раз

5. Прямой брус нагружается внешней силой  $F$ . После снятия нагрузки его форма и размеры полностью восстанавливаются. Какие деформации имели место в данном случае? (время на ответ 5 минуты).

А – незначительные

В – упругие\*

Г – пластические

Д – остаточные

6. Какие напряжения возникают в поперечном сечении бруса при действии сил  $F_1$  и  $F_2$ , рисунок 1? (время на ответ 5 минуты).

А – нормальные и касательные\*

В – нормальные

Г – касательные

Д – напряжения отсутствуют.

7. Как изменится гибкость стержня при замене схемы крепления концов с варианта А на вариант Б, рисунок 2 (время на ответ 10 минут)

Ответ: уменьшится в 2,85 раза.

8. Найти осевой момент инерции относительно оси, проходящей через основание, рисунок 3 (время на ответ 10 минут)

Ответ: 879,2 см<sup>4</sup>.

9. Вычислить изгибающий момент в сечении С, рисунок 4 (время на ответ 10 минут)

Ответ: – 2 кНм.

10. Указать силу на схеме вала, которая изгибает и скручивает вал, рисунок 5 (время на ответ 10 минут)

Ответ:  $F_t$ .

11. Какой из участков вала постоянного сечения наиболее опасен по прочности? Рисунок 6 (время на ответ 10 минут)

Ответ: 4 участок.

12. Выбрать участок вала, где действует только изгибающий момент и поперечная сила, рисунок 7 (время на ответ 10 минут)

Ответ: участок 3.

#### 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Критерии оценивания:

"неудовлетворительно" - Студент показывает слабый уровень теоретических знаний, не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на дополнительные вопросы или затрудняется с ответом на них. Не имеет четкого представления об изучаемом материале, допускает грубые ошибки. Демонстрирует частичные, фрагментарные, очень поверхностные умения, допуская грубые ошибки. Демонстрирует низкий уровень владения материалом, допуская грубые ошибки. Тест - менее 60% правильных ответов.

"удовлетворительно" - Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при ведении практических примеров. Фрагментарное, знания без грубых ошибок Частичные, демонстрирует умения без грубых ошибок. Не отработаны навыки и приёмы самостоятельной работы без грубых ошибок. Тест - 60-74% правильных ответов.

"хорошо" - Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует основными понятиями. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно. Демонстрация знаний в базовом (стандартном) объёме, способность к решению типовых задач. Демонстрация умений на базовом (стандартном) уровне Владение базовыми навыками и приемами под контролем или руководством. Тест - 75-84% правильных ответов.

"отлично" - Студент показывает не только высокий уровень теоретических знаний по изучаемой дисциплине, но и видит междисциплинарные связи. Умеет анализировать практические ситуации. Ответ построен логично. Материал излагается четко, ясно, аргументировано. Уместно используется информационный и иллюстративный материал. Демонстрация высокого уровня знаний; способность самостоятельного анализа и реализации полученных знаний. Демонстрация умений высокого уровня; способность разработать самостоятельный, характерный подход к решению поставленной задачи. Владение навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала. Тест - 85-100% правильных ответов.

| <b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> |                                                                                          |                                                                                                      |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>7.1 Рекомендуемая литература</b>                                            |                                                                                          |                                                                                                      |                          |
| <b>7.1.1. Основная литература</b>                                              |                                                                                          |                                                                                                      |                          |
|                                                                                | Авторы, составители                                                                      | Заглавие                                                                                             | Издательство, год        |
| Л1.1                                                                           | Степин П. А.                                                                             | Сопротивление материалов: учебник                                                                    | Москва: Лань, 2014       |
| <b>7.1.2. Дополнительная литература</b>                                        |                                                                                          |                                                                                                      |                          |
|                                                                                | Авторы, составители                                                                      | Заглавие                                                                                             | Издательство, год        |
| Л2.1                                                                           | Викулов Станислав Викторович, Инкижинов Николай Сергеевич, Пахомова Людмила Владимировна | Сопротивление материалов: пособие к решению контр. домашних задач [для студ. дневной формы обучения] | Новосибирск: НГАВТ, 2012 |
| Л2.2                                                                           | Викулов Станислав Викторович, Инкижинов Николай Сергеевич, Пахомова Людмила Владимировна | Сопротивление материалов: пособие к решению контрол. дом. задач [для студ. дневной формы обучения]   | Новосибирск: НГАВТ, 2012 |
| Л2.3                                                                           | Викулов С. В.                                                                            | Техническая механика. Сопротивление материалов: учебное пособие                                      | Новосибирск: СГУВТ, 2020 |
| <b>7.1.3. Методические разработки</b>                                          |                                                                                          |                                                                                                      |                          |
|                                                                                | Авторы, составители                                                                      | Заглавие                                                                                             | Издательство, год        |
| Л3.1                                                                           | Викулов Станислав Викторович, Пахомова Людмила Владимировна, Сажин Павел Васильевич      | Сопротивление материалов: конспективный курс для студ. инженерных специальностей                     | Новосибирск: НГАВТ, 2013 |
| Л3.2                                                                           | Викулов Станислав Викторович, Пахомова Людмила Владимировна, Сажин Павел Васильевич      | Сопротивление материалов: конспективный курс для студентов инженерных специальностей                 | Новосибирск: НГАВТ, 2013 |
| Л3.3                                                                           | Викулов Станислав Викторович, Пахомова Людмила Владимировна                              | Сопротивление материалов: методические указания по выполнению лабораторных работ                     | Новосибирск: СГУВТ, 2021 |

|                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------|
| <b>8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> |
|-------------------------------------------------------------------|

| Назначение                                                                                       | Оборудование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лаборатория испытания материалов- учебная аудитория для проведения лабораторных занятий          | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные стенды: Машина универсальная ГМС – 50, Пресс гидравлический ПГ-100, Машина испытательная МИП-10, Машина испытательная МИП-100-2, Машина разрывная РМ-30-1, Машина разрывная; Лабораторные установки: Установка учебная СМ-11, Установка учебная СМ-14, Установка учебная СМ-31, Учебная установка СМ-18 |
| Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций                         | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные стенды: Машина универсальная ГМС – 50, Пресс гидравлический ПГ-100, Машина испытательная МИП-10, Машина испытательная МИП-100-2, Машина разрывная РМ-30-1, Машина разрывная; Лабораторные установки: Установка учебная СМ-11, Установка учебная СМ-14, Установка учебная СМ-31, Учебная установка СМ-18 |
| Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации                    | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные стенды: Машина универсальная ГМС – 50, Пресс гидравлический ПГ-100, Машина испытательная МИП-10, Машина испытательная МИП-100-2, Машина разрывная РМ-30-1, Машина разрывная; Лабораторные установки: Установка учебная СМ-11, Установка учебная СМ-14, Установка учебная СМ-31, Учебная установка СМ-18 |
| Лаборатория сопротивления материалов - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (переносной), экран (стационарный), ПК (переносной)                                                                                                                                                                                                                            |
| Лаборатория сопротивления                                                                        | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| материалов - учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций                                | (переносной), экран (стационарный), ПК (переносной); Лабораторные стенды: Учебная универсальная испытательная машина, Механические испытания материалов, Пресс с мотором Гагарина, Машина испытательная КМ-50-1, Машина испытательная Р-5, Машина испытательная УМ-5; Лабораторные установки: Установка для исследования СМ-21 (маятниковый копер 300Дж), Установка учебная СМ-5                                                                                  |
| Лаборатория сопротивления материалов - учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (переносной), экран (стационарный), ПК (переносной); Лабораторные стенды: Учебная универсальная испытательная машина, Механические испытания материалов, Пресс с мотором Гагарина, Машина испытательная КМ-50-1, Машина испытательная Р-5, Машина испытательная УМ-5; Лабораторные установки: Установка для исследования СМ-21 (маятниковый копер 300Дж), Установка учебная СМ-5 |
| Лаборатория сопротивления материалов - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий                         | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (переносной), экран (стационарный), ПК (переносной); Лабораторные стенды: Учебная универсальная испытательная машина, Механические испытания материалов, Пресс с мотором Гагарина, Машина испытательная КМ-50-1, Машина испытательная Р-5, Машина испытательная УМ-5; Лабораторные установки: Установка для исследования СМ-21 (маятниковый копер 300Дж), Установка учебная СМ-5 |