



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

---

**Инженерная школа**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

(подпись)

«4» июля 2020 г.

\_\_\_\_\_ К.В. Змеу

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой технологий  
промышленного производства

(подпись)

«4» июля 2020 г.

\_\_\_\_\_ К.В. Змеу

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Сопrotивление материалов

**Специальность 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение**

специализация «Самолетостроение»

**Форма подготовки очная/ заочная**

курс 2/2 семестр 3,4/-

лекции 68/14 час.

практические занятия 52/14 час.

лабораторные работы 8/6 час.

в том числе с использованием MAO лек. 18/6 пр. 12/4/4/4 / лаб. 8/- час.

всего часов аудиторной нагрузки 128/34 час.

в том числе с использованием MAO 38/10 час.

самостоятельная работа 88/209 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36/9 час.

контрольные работы не предусмотрено

курсовая работа 1шт/ курсовая работа 1шт

зачет 4/- семестр

экзамен 3 семестр/ 2 курс

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12.09.2016 № 1165

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологий промышленного производства, протокол № 10 от «4» июля 2020г.

Заведующий кафедрой Змеу К.В.

Составитель Кивал А.П.

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

ия)

## **Аннотация дисциплины**

### **"Сопротивление материалов"**

Учебная дисциплина "Сопротивление материалов" разработана для студентов специальности 24.05.07 «Самолето – и вертолетостроение» специализации «Самолетостроение» и входит базовую часть дисциплин учебного плана. Дисциплина реализуется в 3,4 семестре для студентов очной формы обучения, на 2 курсе для студентов заочной формы обучения. Общая трудоемкость дисциплины составляет 252 часа (7 зачетных единиц), в том числе 128/34 часов контактной работы (68/14 часов – лекционные занятия, 52/14 часов – практические занятия, 8/6 - лабораторные работы) и 88/209 часов на самостоятельную работу студента. Оценка результатов обучения - зачет в 4 семестре, экзамен в 3 семестре/ экзамен на 2 курсе, КР.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин:

- физика,
- теоретическая механика,
- материаловедение,
- начертательная геометрия и инженерная графика,
- компьютерная графика.

Цель дисциплины – изучение основных принципов, заложенных в инженерные методы расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, изучение методов подхода к изучаемому явлению, использование полученных знаний для решения практических задач при изучении специальных дисциплин.

Задачи дисциплины:

1. Овладение основными методами выбора расчетных схем, аналитических средств и точности исходных предпосылок для решения задач расчетов на прочность, жесткость и устойчивость реальных элементов инженерных конструкций;

2. Выработка навыков выполнения инженерных расчетов, учитывая границы применимости расчетных формул и методов сопротивления материалов для расчета заданного элемента инженерной конструкции.

3. Формирование навыков использования материалов справочной литературы, прикладных программных средств для решения практических задач.

После завершения обучения дисциплины студент должен быть подготовлен к решению следующих задач для осуществления своей профессиональной деятельности:

1. применять основные принципы, заложенные в инженерные методы расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, использование полученных знаний для решения практических задач при изучении специальных дисциплин;

2. уметь пользоваться основными методами выбора расчетных схем, аналитических средств и точности исходных предпосылок для решения задач расчетов на прочность, жесткость и устойчивость реальных элементов инженерных конструкций;

3. применять навыки выполнения инженерных расчетов, учитывая границы применимости расчетных формул и методов сопротивления материалов для расчета заданного элемента инженерной конструкции;

4. использование материалов справочной литературы, прикладных программных средств решения практических задач.

Для успешного изучения дисциплины «Сопротивление материалов» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции :

- ОК-7: владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения.
- ОПК-2: способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений;

- ОПК-4: способность организовывать свой труд и самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований;

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций).

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ПК-1: способностью к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин	Знает	предметное содержание всех изученных разделов дисциплины, их взаимосвязь; принципы сопротивления конструкционных материалов; принципы статической работы и основы расчета типовых элементов конструкций.
	Умеет	составлять механико-математические модели типовых элементов конструкции, использовать их при расчетах на прочность, жесткость и устойчивость, оценивать прочностную надежность элементов конструкций
	Владеет	инженерными методами расчета типовых элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, основами проектных расчетов элементов конструкций
ПК-4: способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских	Знает	об основных пакетах прикладных программ для проведения расчетов на прочность жесткость и устойчивость; алгоритмах расчета при различных видах деформации
	Умеет	применять методы расчета при различных видах деформации; выполнить технико-экономическое обоснование типового элемента конструкции в сопротивлении материалов; проводить технические расчёты по типовым проектам, их техническую экспертизу;
	Владеет	навыками расчета при различных видах деформации с применением стандартного

решений, владением методами технической экспертизы проект		пакета прикладных программ; навыками технического и технико-экономического обоснования типовых проектов
ПК-20: готовность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию	Знает	результаты представляемой работы.
	Умеет	оформлять, представлять результаты выполненной работы
	Владеет	навыками написания статей литературным и научно-техническим языком.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Сопротивление материалов» предусмотрено 38/10/10/10 часов активного обучения, применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- мультимедийные презентации лекции;
- практические работы;
- лабораторные работы.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Раздел I. Введение в курс (4/2 час.)**

#### **Тема 1. Задачи курса сопротивления материалов. (2/- час.)**

Задачи курса сопротивления материалов по изучению напряжённо-деформированного состояния и работоспособности элементов конструкций. Связь курса с общенаучными, общеинженерными и специальными дисциплинами. Основные объекты изучения: стержень, балка, оболочка,

пластина, массивное тело. Основные допущения, принципы (гипотезы) сопротивления материалов.

### **Тема 2. Метод сечений. (1/1 час.)**

Внешние силы, их классификация, схематизация внешних сил (сосредоточенные и распределённые, активные и реактивные, силовые и моментные, постоянные, временные, статические и динамические).  
Внутренние силы. Метод сечений.

### **Тема 3. Напряжения и деформации. (1/1 час.)**

Напряжения: полное, нормальное, касательные. Связь напряжений с внутренними силовыми факторами. Напряжённое состояние в точке. Перемещения и деформации: линейные и угловые. Деформированное состояние в точке.

## **Раздел II. Центральное растяжение (сжатие) прямого бруса. (10/2 час.)**

### **Тема 1. Нормальная сила (2/1 час.)**

Нормальная сила. Эпюра нормальных сил. Дифференциальные зависимости между нормальной силой и интенсивностью внешней нагрузки. Нормальное напряжение. Эпюра нормальных напряжений. Расчёты на прочность. Условие прочности. Три вида задач: проверка прочности; подбор сечений; определение допускаемой нагрузки.

### **Тема 2. Продольные перемещения и деформации. (2/1 час.)**

Продольные перемещения и деформации. Закон Гука. Модуль Юнга. Жесткость. Эпюры перемещений. Расчёты на жесткость. Условие жесткости. Потенциальная энергия упругой деформации. Поперечные деформации. Коэффициент Пуассона. Изменение площади сечения и объёма при растяжении (сжатии).

### **Тема 3. Характеристики механических свойств материалов.**

**(2/- час.)**

Характеристики механических свойств материалов, их опытное определение при растяжении (сжатии). Диаграмма растяжения (сжатия) пластичных материалов. Параметры диаграммы. Истинная диаграмма. Закон разгрузки и

повторного нагружения (наклёп). Диаграмма для хрупких материалов. Основные понятия об экспериментальных методах исследования деформаций и напряжений.

#### **Тема 4. Напряжённо-деформированное состояние при растяжении (сжатии). Чистый сдвиг. (2/- час.)**

Напряжённо-деформированное состояние при растяжении (сжатии). Напряжения в наклонных площадках. Закон парности касательных напряжений. Угловые деформации. Закон Гука для сдвига. Модуль сдвига.

#### **Тема 5. Статически определимые и неопределимые системы. (2/- час.)**

Статически определимые и неопределимые системы. Расчёт статически неопределимых систем на нагрузку, температурные действия и принудительные натяги. Предельные нагрузки статически неопределимых систем. Учет собственного веса бруса. Брус равного сопротивления.

### **Раздел III. Основы теории напряженного и деформированного состояния. (4/1 час.)**

#### **Тема 1. Виды напряженных состояний. (2/1 час.)**

Компоненты напряжения. Тензор напряженного состояния. Виды напряженных состояний. Главные напряжения, главные площадки. Определение напряжений в наклонных площадках. Плоское напряженное состояние. Объемное напряженное состояние. Экстремальные значения касательных напряжений.

#### **Тема 2. Обобщенный закон Гука для объемного напряженного состояния. (2/- час.)**

Компоненты деформации. Тензор деформированного состояния. Обобщенный закон Гука для объемного напряженного состояния. Удельная потенциальная энергия деформации в общем случае напряженного состояния.

### **Раздел IV. Кручение. (6/2 час.)**

#### **Тема 1. Вид нагружения - кручение. (2/1)**



Вид нагружения-кручение. Внешние нагрузки (скручивающие моменты). Внутренние силовые факторы-крутящие моменты. Эпюра крутящих моментов. Состояние чистого сдвига при кручении тонкостенной трубки. Напряжения. Главные напряжения при чистом сдвиге. Удельная потенциальная энергия упругой деформации при сдвиге. Диаграмма сдвига.

### **Тема 2. Кручение цилиндрического бруса. (2/0,5 час.)**

Кручение цилиндрического бруса. Напряжения. Полярный момент инерции. Угол закручивания. Жесткость при кручении. Эпюры напряжений и углов закручивания. Расчеты на прочность и жесткость: определение напряжений и углов закручивания, подбор сечений, определение допускаемого крутящего момента.

### **Тема 3. Понятие о кручении некруглого бруса. (2/0,5 час.)**

Приложение теории кручения цилиндрического бруса к расчету витых пружин растяжения (сжатия). Понятие о кручении некруглого прямого бруса и тонкостенных стержней открытого профиля. Статически неопределимые задачи при кручении.

## **Раздел V. Геометрические характеристики плоских сечений. (2/-)**

### **Тема 1. Геометрические характеристики плоских сечений. (2/- час.)**

Статические моменты площади. Центр тяжести. Центральные оси. Моменты инерции сечения: осевые и центробежные, полярный момент инерции. Момент сопротивления. Главные (главные центральные) оси инерции. Радиус инерции. Эллипс инерции. Изменение моментов инерции при преобразовании координат: при параллельном переносе и при повороте осей. Моменты инерции сечений простой формы: прямоугольник, треугольник, круг (кольцо).

## **Раздел VI. Изгиб прямого бруса. (10/3 час.)**

### **Тема 1. Изгиб как вид нагружения. (2/1 час.)**

Изгиб прямого бруса в главной плоскости: чистый и поперечный. Внешние нагрузки, вызывающие изгиб. Опоры балок, опорные реакции. Внутренние

силовые факторы при изгибе: изгибающие моменты и поперечные силы. Правило знаков. Дифференциальные зависимости. Эпюры  $M$  и  $Q$ .

## **Тема 2. Напряженное состояние бруса при чистом изгибе.**

**(2/- час.)**

Напряженное состояние бруса при чистом изгибе. Основные допущения. Максимальные напряжения. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси изогнутого бруса. Жесткость при изгибе. Формула нормальных напряжений. Рациональная форма поперечных сечений балок. Энергия упругой деформации при изгибе. Расчет балок по нормальным напряжениям. Условия прочности для пластичных и хрупких материалов. Проверочный расчет, подбор сечений, определение допускаемого изгибающего момента.

## **Тема 3. Прямой поперечный изгиб. (2/1 час.)**

Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения (формула Д. И Журавского). Эпюры касательных напряжений. Проверка прочности по касательным напряжениям. Случаи, когда необходим учет касательных напряжений. Главные напряжения при изгибе.

## **Тема 4. Перемещения при изгибе. (2/1 час.)**

Прогибы и углы поворота сечений. Упругая линия балки. Приближенное дифференциальное уравнение упругой линии балки. Непосредственное интегрирование дифференциального уравнения изогнутой оси балки. Граничные условия. Метод начальных параметров (универсальное уравнение упругой линии балки). Проверка жесткости балок. Условие жесткости.

## **Тема 5. Энергетический метод определения перемещений.**

**(2/- час.)**

Теорема о взаимности работ и перемещений. Интеграл Мора. Способ (правило) Верещагина.

## **Раздел VII. Основы теории предельных состояний. (2/-- час.)**

### **Тема 1. Теории предельных состояний. (2/- час.)**

Понятие предельных состояний. Эквивалентное напряжение. Основные гипотезы предельных состояний: наибольших нормальных напряжений; наибольших линейных деформаций; наибольших касательных напряжений; удельной потенциальной энергии формоизменения; предельных напряжений Мора.

## **Раздел VIII. Сложное сопротивление. (6/2 час.)**

### **Тема 1. Общий случай действия внешних сил на брус. (2/- час.)**

Внутренние силовые факторы целого пространственного бруса с ломаной осью. Построение эпюр  $N, Q, M$ . Косой изгиб. Нормальные напряжения. Силовая и нулевая линии. Эпюра нормальных напряжений. Наибольшие напряжения. Подбор сечений. Определение перемещений.

### **Тема 2. Внецентренное растяжение (сжатие). (2/1 час.)**

Внецентренное растяжение (сжатие). Нормальные напряжения. Эпюра нормальных напряжений. Силовая и нулевая линии. Ядро сечения.

### **Тема 3. Изгиб с кручением цилиндрического бруса. (2/1 час.)**

Изгиб с кручением цилиндрического бруса. Напряжения. Главные напряжения. Эквивалентные напряжения по III, IV гипотезам прочности. Эквивалентные (расчетные) моменты. Подбор сечений.

## **Раздел IX. Расчет статически неопределимых балок и рамных систем. (4/2 час.)**

### **Тема 1. Канонические уравнения метода сил. (2/1 час.)**

Расчет стержневых систем методом сил. Анализ структуры стержневых систем. Степени свободы и связи. Метод сил. Выбор основной системы. Канонические уравнения метода сил.

### **Тема 2. Перемещения в статически неопределимых системах. (2/1 час.)**

Определение перемещений в статически неопределимых системах. Прямая и обратная симметрия. Статически неопределимые балки. Определение опорных реакций.

## **Раздел X. Устойчивость равновесия деформируемых систем. (2/-)**

## **Тема 1. Устойчивость равновесия деформируемых систем.**

**(2/- час.)**

Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Критическая нагрузка, критическое напряжение. Формула Эйлера при различных опорных закреплениях и пределы её применимости. Гибкость и приведённая длина стержня. Понятие о потере устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула Ясинского.

## **Раздел XI. Расчеты на прочность при переменных напряжениях.**

**(4/- час.)**

### **Тема 1. Понятие об усталостной прочности. (2/- час.)**

Понятие об усталостной прочности. Характеристики циклов. Предел усталости (выносливости). Диаграммы выносливости и их схематизация.

### **Тема 2. Коэффициент запаса по выносливости. (2/- час.)**

Факторы, влияющие на предел выносливости (концентрация напряжений, шероховатость поверхности, размеры, характеристики цикла).

Определение коэффициента запаса по выносливости. Повышение выносливости конструктивными и технологическими мероприятиями.

## **Раздел XII. Расчёт тонкостенных оболочек и толстостенных цилиндров.**

**(4/- час.)**

### **Тема 1. Расчёт тонкостенных оболочек. (2/- час.)**

Безмоментная теория осесимметричного нагружения тонкостенных оболочек вращения.

### **Тема 2. Расчет толстостенных цилиндров. (2/- час.)**

Задача Ламе. Напряжения при посадке с натягом двух цилиндров. Контактное давление.

## **Раздел XIII. Расчёты элементов конструкций с учетом инерционных и ударных нагрузок. (6/-час.)**

**Тема 1. Расчёты элементов конструкций с учетом инерционных нагрузок. (2/- час.)**

Применение принципа Даламбера. Силы инерции. Динамическая нагрузка и динамический коэффициент. Подъем и опускание груза с ускорением.

**Тема 2. Ударное воздействие на упругую систему с одной степенью свободы. (2/- час.)**

Ударное воздействие на упругую систему с одной степенью свободы. Динамический коэффициент при ударе. Определение напряжений и перемещений (деформаций) по балансу энергий: продольный, поперечный и скручивающий удар. Испытание на удар. Ударная вязкость

**Тема 3. Упругие колебания. (2/- час.)**

Упругие колебания систем с одной степенью свободы. Основные сведения из теории колебаний. Собственные, вынужденные колебания. Резонанс. Понятие о крутильных колебаниях.

**Раздел XIV. Расчёт конструкций по несущей способности. (2/- час.)**

**Тема 1. Расчёт конструкций по несущей способности. (2/- час.)**

Напряжения и перемещения в простейших стержневых системах при наличии пластических деформаций. Упруго-пластический изгиб бруса. Кручение бруса круглого поперечного сечения при наличии пластических деформаций.

**Раздел XV. Заключение по курсу. (2/- час.)**

**Тема 1. Современные проблемы сопротивления материалов. (2/- час.)**

Современные проблемы сопротивления материалов. Вопросы надёжности и долговечности. Расчёты на прочность и применение ЭВМ.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (52/14 час.)**

**Занятие 1. Центральное растяжение (сжатие). (2/2 час.)**

Внутренние силы. Метод сечений. Правила определения равнодействующей внутренних сил. Главный вектор и момент системы внутренних сил. Внутренние силовые факторы.

## **Занятие 2. Центральное растяжение (сжатие). (2/- час.)**

Центральное растяжение (сжатие). Расчет статически определимых стержней. Подбор сечений, определение усилий.

## **Занятие 3. Центральное растяжение (сжатие). (2/- час.)**

Деформации и перемещения при центральном растяжении (сжатии). Изменение площади сечения и объёма.

## **Занятие 4. Деформация чистый сдвиг. (2/- час.)**

Расчеты на срез.

## **Занятие 5. Статически неопределимые стержневые системы.**

**(2/- час.)**

Расчет статически неопределимой стержневой системы на нагрузку, температурные действия и принудительные натяги. Предельные нагрузки статически неопределимых систем.

## **Занятие 6. Виды напряженных состояний. (2/- час.)**

Главные напряжения. Главные площадки. Плоское напряженное состояние.

## **Занятие 7. Объемное напряженное состояние. (2/- час.)**

Обобщенный закон Гука для объемного напряженного состояния. Удельная потенциальная энергия деформации в общем случае напряженного состояния.

## **Занятие 8. Кручение. (2/2 час.)**

Эпюра крутящих моментов. Кручение цилиндрического бруса. Напряжения. Эпюры напряжений и углов закручивания, подбор сечений, определение допускаемого крутящего момента

## **Занятие 9. Кручение. (2/- час.)**

Приложение теории кручения цилиндрического бруса к расчету витых пружин растяжения (сжатия). Статически неопределимые задачи при кручении.

## **Занятие 10. Кручение. (2/- час.)**

Кручение некруглого прямого бруса и тонкостенных стержней открытого профиля.

### **Занятие 11. Геометрические характеристики плоских сечений.**

**(2/- час.)**

Геометрические характеристики плоских сечений. Геометрические моменты инерции сечений простой формы. Главные центральные оси инерции.

### **Занятие 12. Геометрические характеристики плоских сечений.**

**(2/- час.)**

Изменение моментов инерции при преобразовании координат. Радиус инерции. Эллипс инерции.

### **Занятие 13. Изгиб. (2/2 час.)**

Внутренние силовые факторы при изгибе. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

### **Занятие 14. Чистый изгиб. (2/2 час.)**

Расчет балок по нормальным напряжениям. Проверочный расчет, подбор сечений, определение допускаемого изгибающего момента.

### **Занятие 15. Прямой поперечный изгиб. (2/2 час.)**

Проверка прочности по касательным напряжениям. Главные напряжения при изгибе.

### **Занятие 16. Перемещения при изгибе. (2/- час.)**

Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Метод непосредственного интегрирования

### **Занятие 17. Упругая линия балки. (2/- час.)**

Универсальное уравнение упругой линии балки. Метод начальных параметров

### **Занятие 18. Способ Верещагина. (2/- час.)**

Перемещения при изгибе. Способ (правило) Верещагина.

### **Занятие 19. Сложное сопротивление. (2/2 час.)**

Косой изгиб. Нормальные напряжения. Силовая и нулевая линии. Внецентренное растяжение (сжатие). Ядро сечения.

### **Занятие 20. Сложное сопротивление. (2/2 час.)**

Изгиб с кручением цилиндрического бруса. Эквивалентные напряжения. Проверка на прочность. Подбор сечений.

**Занятие 21. Канонические уравнения метода сил. (2/- час.)**

Расчет стержневых систем методом сил.

**Занятие 22. Устойчивость сжатых стержней. (2/- час.)**

Устойчивость сжатых стержней. Критическая сила по формулам Эйлера и Ясинского.

**Занятие 23. Расчет тонкостенных оболочек вращения.**

**(2/-час.)**

Безмоментная теория осесимметричного нагружения тонкостенных оболочек вращения.

**Занятие 24. Расчет толстостенных цилиндров. (2/- час.)**

Задача Ламе. Напряжения при посадке с натягом двух цилиндров. Контактное давление.

**Занятие 25. Инерционные и ударные нагрузки. (2/- час.)**

Расчет конструкций с учетом инерционных нагрузок.

Расчет конструкций с учетом ударных нагрузок. Продольный, поперечный, скручивающий удар. Динамический коэффициент при ударе.

**Занятие 26. Расчет на прочность при колебаниях. (2/- час.)**

Свободные колебания системы. Вынужденные колебания системы.

**Лабораторные работы (8/6 час.)**

**Лабораторная работа №1. (1/1 час.)**

Испытание на растяжение стальных образцов.

**Лабораторная работа №2. (1/1 час.)**

Испытание на сжатие образцов различных материалов

**Лабораторная работа №3. (1/1 час.)**

Испытание стальных образцов на срез по одной и по двум плоскостям

**Лабораторная работа №4. (2/1 час.)**

Определение осадки винтовой цилиндрической пружины



### **Лабораторная работа №5. (1/1 час.)**

Испытание материалов на поперечный изгиб

### **Лабораторная работа №6. (1/1 час.)**

Продольный изгиб прямого стержня.

### **Лабораторная работа №7. (1/- час.)**

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Сопротивление материалов» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

## **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	ПК-1: способностью к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и	знает	УО-1	1-24
		умеет	ПР-2	1-12
		владеет	ПР-6	1-4

	естественнонаучных дисциплин			
2	ПК-4: способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владением методами технической экспертизы проекта	знает	УО-1	25-46
		умеет	ПР-2	12-21
		владеет	ПР-6	5-7
3	ПК-20: готовность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию	знает	УО-1	46-55
		умеет	ПР-2	22-26
		владеет	УО-3	56-64

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература.**

1. Александров А.В. и др. Сопротивление материалов. М., Высшая школа, 2007.-560 с.
2. Сопротивление материалов. Учебное пособие для вузов / под ред. Н.А.Костенко. М., Высшая школа, 2007.-488с.
3. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. М., Высшая школа, 1989.488с.
4. Горбачев К.П. Сопротивление материалов. Владивосток, издательство ДВГТУ, 2007.-313 с.

### **Дополнительная литература.**

1. .Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. М., Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002.-592 с.

2. Писаренко С.Г. и др. Сопротивление материалов. Киев, Вища школа, 1986.
3. Ицкович, Г.М. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов : учеб. пособие для вузов / Г.М. Ицкович, Л.С. Минин, А.И. Винокуров. – 3-е изд., перераб. и доп. –М. : Высш.школа, 2001. – 592с.
4. Степин П.А. Сопротивление материалов. Учебник для вузов.- 7-е изд.- М.:Высш. шк.,1983.-303с.
5. Тимошенко С.П., Гере Дж. Механика материалов:Учебник.-2-е изд., стер.-СПб.:Лань,2002.-672с.
6. Саргсян А.Е. Сопротивление материалов, теории упругости и пластичности. Основы теории с примерами расчетов: Учебник для вузов.-2-е изд., испр. и доп.-М.:Высш. шк.,2000.-286с.

#### Справочная литература.

1. Машиностроение. Энциклопедия. Том I-IV. Детали машин. Конструкционная прочность. –М., Машиностроение, 1995.
2. Конструкционные материалы. Справочник. Под ред. Арзамасова Б.Н.-М., Машиностроение, 1990.
3. Механика разрушения и прочность материалов. Справочное пособие. В 4-х т. Под ред. Панасюка В.В.-Киев, Наукова думка, 1988-1990.

#### **Программное обеспечение.**

- Microsoft Office Excel
- MathCAD
- Mat lab
- Компас 3D

#### **Интернет ресурсы.**

1. <http://www.soprotmat.ru/>  
Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения.  
Составитель: к.т.н., доцент кафедры теоретической и прикладной механики Каримов Ильдар.

- Башкирский государственный аграрный университет
- Кафедра теоретической и прикладной механики

Учебный курс содержит:

- Лекции с примерами решения задач
- Лекции по теории упругости
- Расчетно-графические и курсовые работы
- Экзаменационные вопросы
- Экзаменационные задачи
- Тесты для самоконтроля
- Лабораторные работы
- Справочные данные
- Литература
- Оформление титульного листа
- История науки
- Известные ученые-механики
- Глоссарий
- Музей разрушений
- Учебные кинофильмы

2. А.Г.Горшков, В.Н.Трошин, В.И.Шалашилин. Сопротивление материалов.2002г.

3. А.Е.Саргсян.Сопротивление материалов, теории упругости и пластичности (Основы теории с примерами расчетов). 2000г.

Изложен курс Сопротивления материалов, отвечающей программе

Минобразования для направлений подготовки специальностей в области техники и технологии.

[http://univer2.ru/u\\_sopromat.htm](http://univer2.ru/u_sopromat.htm)

1. Александров А.В. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ М.: Высшая школа, 2003
2. Беляев Н.М. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ М.: Наука, 1965
3. Биргер И.А. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ М.: Наука, 1986
4. Горшков А.Г. и др. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ М.: Физматлит, 2005
5. Дарков А.В. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ М.: Высшая школа, 1975
6. Ильюшин А.А. и Ленский В.С. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. М.: Физматлит, 1959

7. Кинасошвили Р.С. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. Краткий учебник. М.: Физматлит, 1960
8. Костенко Н.А. и др. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. М.: Высшая школа, 2004
9. Макаров Е.Г. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ на базе MathCad. СПб.: БХВ-Петербург, 2004
10. Писаренко Г.С. и др. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. Учебник для вузов. Киев: Вища школа, 1979
11. Работнов Ю.Н. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. М.: Физматгиз, 1962
12. Саргсян А.Е. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, теории упругости и пластичности. М.: Высшая школа, 2000
13. Стёпин П.А. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. М.: Высшая школа, 1988
14. Тимошенко С.П. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. Том 1, 2
15. Феодосьев В.И. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1 Методические указания по освоению дисциплины**

#### **Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины**

По каждой теме дисциплины «Соппротивление материалов» предполагается проведение аудиторных занятий и самостоятельной работы. Время, на изучение дисциплины и планирование объема времени на самостоятельную работу студента отводится согласно рабочему учебному плану данной специальности. Предусматриваются также активные формы обучения.

Для сокращения затрат времени на изучение дисциплины в первую очередь, необходимо своевременно выяснить, какой объем информации следует усвоить, какие умения приобрести для успешного освоения дисциплины, какие задания выполнить для того, чтобы получить достойную оценку. Сведения об этом (списки рекомендуемой и дополнительной литературы, темы практических занятий, тестовые задания, а также другие необходимые материалы) имеются в разработанной рабочей учебной программы дисциплины.

Регулярное посещение лекций и лабораторных занятий не только способствует успешному овладению профессиональными знаниями, но и помогает наилучшим образом организовать время, т.к. все виды занятий распределены в семестре планомерно, с учетом необходимых временных затрат. Важная роль в планировании и организации времени на изучение дисциплины отводится знакомству с планом-графиком выполнения самостоятельной работы студентов по данной дисциплине. В нем содержится виды самостоятельной работы для всех разделов дисциплины, указаны примерные нормы времени на выполнение и сроки сдачи заданий. .

Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась, целесообразно изучать ее поэтапно – по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие темы, как правило, опираются на предыдущие. При подготовке к практическим занятиям целесообразно за несколько дней до занятия внимательно 1–2 раза прочитать нужную тему, попытавшись разобраться со всеми теоретико-методическими положениями и примерами. Для более глубокого усвоения материала крайне важно обратиться за помощью к основной и дополнительной учебной, справочной литературе, журналам или к преподавателю за консультацией.

Важной частью работы студента является знакомство с рекомендуемой и дополнительной литературой, поскольку лекционный материал, при всей его важности для процесса изучения дисциплины, содержит лишь минимум необходимых теоретических сведений. Высшее образование предполагает

более глубокое знание предмета. Кроме того, оно предполагает не только усвоение информации, но и формирование навыков исследовательской работы. Для этого необходимо изучать и самостоятельно анализировать статьи периодических изданий и Интернет-ресурсы.

Студентам рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины «Сопротивление материалов»:

– изучение конспекта лекции в тот же день после лекции – 10 – 15 минут;

– повторение лекции за день перед следующей лекцией – 10 – 15 минут;

– изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе и конспекту – 0,5 час в неделю;

– подготовка к практическому занятию – 1 час.

Тогда общие затраты времени на освоение курса дисциплины студентами составят около 2 часа в неделю

Освоение дисциплины «Сопротивление материалов» включает несколько составных элементов учебной деятельности.

1. Внимательное чтение рабочей программы дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов).

2. Изучение методических рекомендаций по самостоятельной работе студентов.

3. Важнейшей составной частью освоения дисциплины является посещение лекций (обязательное) и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с нормативной литературой, учебными пособиями и научными материалами.

4. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на занятиях, включающая:

– повторение материала лекции по теме работы;

- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями преподавателя по подготовке к занятию;
- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях и научных материалах;
- чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
- выписывание основных терминов по теме, нахождение их объяснения в словарях и энциклопедиях и ведение глоссария;
- составление конспекта, текста сообщения, при необходимости, плана ответа на основные вопросы практического занятия, составление схем, таблиц;
- посещение консультаций преподавателя с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к занятию, передаче контрольных заданий.

5. Подготовка к устным опросам, самостоятельным работам.

6. Самостоятельная проработка тем, не излагаемых на лекциях. Написание конспекта по рекомендуемым преподавателем источникам.

7. Подготовка к зачету (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины «Соппротивление материалов».

При непосещении студентом определенных занятий, по уважительной причине, студентом отрабатывается материал на занятиях, при этом баллы за данное занятие не снижаются. Если же уважительность пропущенного занятия студентом документально не подтверждается, в таких случаях баллы по успеваемости снижаются, согласно политики дисциплины. В целях уточнения материала по определенной теме студент может посетить часы консультации преподавателя, согласно графика утвержденного на кафедре. По окончании курса студент проходит промежуточный контроль знаний по данной дисциплине в форме экзамена.

**Рекомендации по ведению конспектов лекций**



Конспектирование лекции – важный шаг в запоминании материала, поэтому конспект лекций необходимо иметь каждому студенту. Задача студента на лекции – одновременно слушать преподавателя, анализировать и конспектировать информацию. При этом как свидетельствует практика, не нужно стремиться вести дословную запись. Таким образом, лекцию преподавателя можно конспектировать, при этом важно не только внимательно слушать лектора, но и выделять наиболее важную информацию и сокращенно записывать ее. При этом одно и то же содержание фиксируется в сознании четыре раза: во-первых, при самом слушании; во-вторых, когда выделяется главная мысль; в-третьих, когда подыскивается обобщающая фраза, и, наконец, при записи. Материал запоминается более полно, точно и прочно.

Хороший конспект – залог четких ответов на занятиях, хорошего выполнения устных опросов, самостоятельных и контрольных работ. Значимость конспектирования на лекционных занятиях несомненна. Проверено, что составление эффективного конспекта лекций может сократить в четыре раза время, необходимое для полного восстановления нужной информации. Для экономии времени, перед каждой лекцией необходимо внимательно прочитать материал предыдущей лекции, внести исправления, выделить важные аспекты изучаемого материала

Конспект помогает не только лучше усваивать материал на лекции, он оказывается незаменим при подготовке экзамену. Следовательно, студенту в дальнейшем важно уметь оформить конспект так, чтобы важные моменты культурологической идеи были выделены графически, а главную информацию следует выделять в самостоятельные абзацы, фиксируя ее более крупными буквами или цветными маркерами. Конспект должен иметь поля для заметок. Это могут быть библиографические ссылки и, наконец, собственные комментарии.

### **Рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Практические занятия являются одним из видов занятий при изучении курса дисциплины «Сопротивление материалов» и включают самостоятельную подготовку студентов по заранее предложенному плану темы, конспектирование предложенной литературы, составление схем, таблиц, работу со словарями, учебными пособиями, первоисточниками, написание сообщений, подготовку докладов, решение задач.

Целью лабораторных занятий является закрепление, расширение, углубление теоретических знаний, полученных на лекциях и в ходе самостоятельной работы, развитие познавательных способностей.

Задачей лабораторного занятия является формирование у студентов навыков самостоятельного мышления и публичного выступления при изучении темы, умения обобщать и анализировать фактический материал, сравнивать различные точки зрения, определять и аргументировать собственную позицию. Основой этого вида занятий является изучение первоисточников, повторение теоретического материала, решение проблемно-поисковых вопросов. В процессе подготовки к лабораторным занятиям студент учится:

- 1) самостоятельно работать с научной, учебной литературой, научными изданиями, справочниками;
- 2) находить, отбирать и обобщать, анализировать информацию;
- 3) выступать перед аудиторией;
- 4) рационально усваивать категориальный аппарат.

Самоподготовка к лабораторным занятиям включает такие виды деятельности как:

- 1) самостоятельная проработка конспекта лекции, учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы;
- 2) конспектирование обязательной литературы; работа с первоисточниками (является основой для обмена мнениями, выявления непонятого);
- 3) подготовка к опросам и зачету.

## **2 Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса.**

Приступая к изучению дисциплины «Соппротивление материалов», студенты должны не только ознакомиться с рабочей учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в научной библиотеке ДВФУ, но и обратиться к рекомендованным электронным учебникам и учебно-методическим пособиям. Самостоятельная работа с учебниками и книгами – это важнейшее условие формирования у студента научного способа познания. Учитывая, что работа студентов с литературой, в частности, с первоисточниками, вызывает определенные трудности, методические рекомендации указывают на методы работы с ней.

Во-первых, следует ознакомиться с планом и рекомендациями преподавателя, данными к практическому занятию. Во-вторых, необходимо проработать конспект лекций, основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях, а также дополнительно использовать интернет-ресурсы. Список обязательной и дополнительной литературы, включающий первоисточники, научные статьи, учебники, учебные пособия, словари, энциклопедии, представлен в рабочей учебной программе данной дисциплины. В-третьих, все прочитанные статьи, первоисточники, указанные в списке основной литературы, следует законспектировать.

Конспектирование первоисточников предполагает краткое, лаконичное письменное изложение основного содержания, смысла (доминанты) какого-либо текста. Вместе с тем этот процесс требует активной мыслительной работы. Конспектируемый материал содержит информацию трех видов: главную, второстепенную и вспомогательную. Главной является информация, имеющая основное значение для раскрытия сущности того или иного вопроса, темы. Второстепенная информация служит для пояснения, уточнения главной мысли. К этому типу информации относятся разного рода комментарии. Назначение вспомогательной информации – помочь читателю

лучше понять данный материал. Это всякого рода напоминания о ранее изолгавшемся материале, заголовки, вопросы.

Работая над текстом, следует избегать механического переписывания текста. Важно выделять главные положения, фиксирование которых сопровождается, в случае необходимости, цитатами. Вспомогательную информацию при конспектировании не записывают. В конспекте необходимо указывать источник в такой последовательности: 1) автор; 2) название работы; 3) место издания; 4) название издательств; 5) год издания; 6) нумерация страниц (на полях конспекта). Эти данные позволят быстро найти источник, уточнить необходимую информацию при подготовке к опросу, тестированию. к контрольной работе. Усвоению нового материала неоценимую помощь оказывают собственные схемы, рисунки, таблицы, графическое выделение важной мысли. На каждой странице конспекта возможно выделение трех-четырех важных моментов по определенной теме. Необходимо в конспекте отражать сущность проблемы, поставленного вопроса, что служит решению поставленной на практическом занятии задаче.

Не следует увлекаться ксерокопированием отдельных страниц статей, книг, содержание которых не всегда полностью соответствует поставленным вопросам и не является отражением интересующих идей. Ксерокопии – возможное дополнительное средство для наиболее полного отбора учебного материала при самостоятельной работе.

### **3 Разъяснения по поводу работы с рейтинговой системой и подготовки к зачету**

Рейтинговая система представляет собой один из очень эффективных методов организации учебного процесса, стимулирующего заинтересованную работу студентов, что происходит за счет организации перехода к саморазвитию обучающегося и самосовершенствованию как ведущей цели обучения, за счет предоставления возможности развивать в себе самооценку. В конечном итоге это повышает объективность в оценке знаний.

При использовании данной системы весь курс по предмету разбивается на тематические разделы. По окончании изучения каждого из разделов обязательно проводится контроль знаний студента с оценкой в баллах. По окончании изучения курса определяется сумма набранных за весь период баллов и выставляется общая оценка. Студенты, набравшие по рейтингу более 65 баллов за семестр, могут быть освобождены от зачета.

В целях оперативного контроля уровня усвоения материала дисциплины и стимулирования активной учебной деятельности студентов (очной формы обучения) используется рейтинговая система оценки успеваемости. В соответствии с этой системой оценки студенту в ходе изучения дисциплины предоставляется возможность набрать определенный минимум баллов за текущую работу в семестре.

Студенты, не прошедшие по рейтингу, готовятся к зачету согласно вопросам, на котором должны показать, что материал курса ими освоен. При подготовке к зачету студенту необходимо:

- ознакомиться с предложенным списком вопросов;
- повторить теоретический материал дисциплины, используя материал лекций, практических занятий, учебников, учебных пособий;
- повторить основные понятия и термины;
- ответить на вопросы теста (фонд тестовых заданий).

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, № помещения 216, лаборатория деталей машин и теории механизмов машин для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 25). Место преподавателя (стол, стул), Оборудование: проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS);

промежуточной аттестации.	<p>Ноутбук Lenovo Think Pad X121e Black.11.6' HD (1366x768). AMD E300 (1,3GHz),2GB DDR3, 320 GB 5400 RPM HDD;</p> <p>Установка для динамической балансировки ротора;</p> <p>Установка для исследования износоустойчивости деталей машин;</p> <p>Установка для имитации изготовления зубчатых колес методом обкатки;</p> <p>Макеты механизмов.</p> <p>Microsoft Office – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.)- лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18.</p>
---------------------------	--



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

**Инженерная школа**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Сопротивление материалов»**

**Направление подготовки 24.05.07 Самолёто- и вертолётостроение**

**специализация «Самолётостроение»**

**Форма подготовки очная/ заочная**

**Владивосток**

**2020**

## 1. План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2 неделя 3 семестра	Метод сечений. Напряжения и деформации	2/9	Зачтено/не зачтено
2	4 неделя 3 семестра	Центральное растяжение (сжатие) прямого бруса. Статически определимые и неопределимые системы	8/9	Зачтено/не зачтено
3	5 неделя 3 семестра	Виды напряженных состояний. Обобщенный закон Гука для объемного напряженного состояния	2/9	Зачтено/не зачтено
4	6 неделя 3 семестра	Кручение цилиндрического бруса. Понятие о кручении некруглого бруса	8/18	Зачтено/не зачтено
5	7 неделя 3 семестра	Геометрические характеристики плоских сечений	12/18	Зачтено/не зачтено
6	8 неделя 3 семестра	Изгиб прямого бруса. Напряженное состояние бруса при чистом изгибе. Прямой поперечный изгиб	12/18	Зачтено/не зачтено
7	1 неделя 4 семестра	Теории предельных состояний	2/18	Зачтено/не зачтено
8	2 неделя 4 семестра	Сложное	12/18	Зачтено/не зачтено



		сопротивление		
9	3 неделя 4 семестра	Расчет статически неопределимых балок и рамных систем	4/18	Зачтено/не зачтено
10	4 неделя 4 семестра	Устойчивость равновесия деформируемых систем	4/18	Зачтено/не зачтено
11	5 неделя 4 семестра	Понятие об усталостной прочности. Коэффициент запаса по выносливости	8/18	Зачтено/не зачтено
12	6 неделя 4 семестра	Расчёт тонкостенных оболочек и толстостенных цилиндров	4/18	Зачтено/не зачтено
13	7 неделя 4 семестра	Расчёты элементов конструкций с учетом инерционных и ударных нагрузок	6/11	Зачтено/не зачтено
14	8 неделя 4 семестра	Заключение по курсу	4/9	Зачтено/не зачтено

## 2. Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Курсовая работа по дисциплине «Сопротивление материалов» предусмотрена учебным планом и рабочей учебной программой дисциплины. Цель выполнения этой работы – приобретение студентами компонентов итоговой подготовки по дисциплине «Сопротивление материалов». При выполнении работы студенты должны закрепить теоретические знания по курсу дисциплины, приобрести умения практических расчетов на прочностную надежность и экономичность элементов инженерных

конструкций.

- 1). Перед выполнением работ **необходимо изучить** теоретический материал по теме задания, используя рекомендуемую литературу, ответить на контрольные вопросы; освоить решение типовых задач, рассмотренных на практических занятиях.
- 2). Выбрать вариант задания по трем последним цифрам номера зачетной книжки, для чего записать эти цифры дважды над буквами ***a, б, в, г, д, е***.

*Например*, при цифрах ...123 это будет выглядеть так:

1	2	3	1	2	3
<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>

При отсутствии номера зачетной книжки, вариант задания выдаёт преподаватель.

- 3). Выполнение работы оформляют **пояснительной запиской** (ПЗ).

**ПЗ должна содержать:**

- Титульный лист
- Оглавление
- Введение;
- Основную часть (собственно ПЗ);
- Заключение (Выводы);
- Библиографический список;

Текстовая часть ПЗ, а также схемы, рисунки, расчеты, таблицы и т.п. должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.105–95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам»; 2.106–96 «ЕСКД. Текстовые документы». При этом следует применять установленные стандартами обозначения величин и символы в формулах. Основная часть (собственно

ПЗ) содержит расчеты, порядок изложения которых определяется характером рассчитываемых величин.

В общем случае расчеты должны содержать:

– исходные данные: эскиз или схему рассчитываемого объекта; задачу расчета (с указанием, что требуется определить при расчете); данные для расчета; условия расчета;

– расчеты.

Листы ПЗ нумеруют, начиная с титульного листа, на котором номер не указывают.

4). Работу **выполняют в сроки**, установленные графиком, утвержденным преподавателем при выдаче задания, и **представляют к защите** (для проверки) **не позднее** установленного **срока**.

При защите работы студент должен подтвердить овладение компонентами итоговой подготовки по дисциплине «Сопротивление материалов»: **ответить** на контрольные вопросы и **решить задачу**, предложенную преподавателем.

### **Задания для курсовой работы.**

Курсовая работа содержит выполнение двух заданий :

– Расчет пространственного стержня в общем случае сложного сопротивления;

– Расчет вала на статическую прочность и выносливость.

Эти задания включают расчеты на прочность и жесткость элементов инженерных конструкций в условиях сложного сопротивления при статическом и циклическом нагружении.

#### **1.1. Расчет пространственного стержня в общем случае сложного сопротивления.**

Стальной пространственный консольный стержень  $OA-AB-BC$  с ломаным очертанием осевой линии (рисунок 1.1.1) нагружен в сечении  $C$  двумя сосредоточенными силами (в зависимости от схемы –  $P_x, P_y; P_z, P_x; P_y, P_z$ ) и на участке  $BC$  равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью  $q$ .

Участок  $OA$  имеет круглое поперечное сечение диаметром  $d$ , участок  $AB$  – прямоугольное сечение  $b \times h$  ( $h = 2b$ ), участок  $BC$  – квадратное сечение со стороной  $a$  (рисунок 1.1.2).

**Требуется:**

- 1) Определить размеры сечений участков стержня при заданных длинах участков и нагрузках  $P_i, q$ .
- 2) Определить перемещение сечения  $C$  в направлении оси  $z$  (рисунок 1.1.2).

Исходные данные взять из таблицы 1.1.1.

**1.2. Расчет вала на статическую прочность и выносливость**

Стальной вал механизма (рисунок 1.2.1) передает вращающий момент  $M_x$ . На вал насажены два зубчатых колеса с делительными диаметрами  $d_1$  и  $d_2$ . Колеса нагружены окружной  $T$ , радиальной  $Q$  и осевой  $A$  силами.

**Требуется выполнить:**

- 1) расчет вала на статическую прочность: подобрать диаметр вала в опасном сечении и определить запас прочности по пределу текучести  $n_T$ ;
- 2) расчет вала на выносливость (усталостную прочность): определить запас прочности по пределу выносливости при изменении нормальных напряжений от изгиба по симметричному, а касательных напряжений от кручения – по пульсирующему циклу.

Исходные данные взять из таблицы 1.2.1.

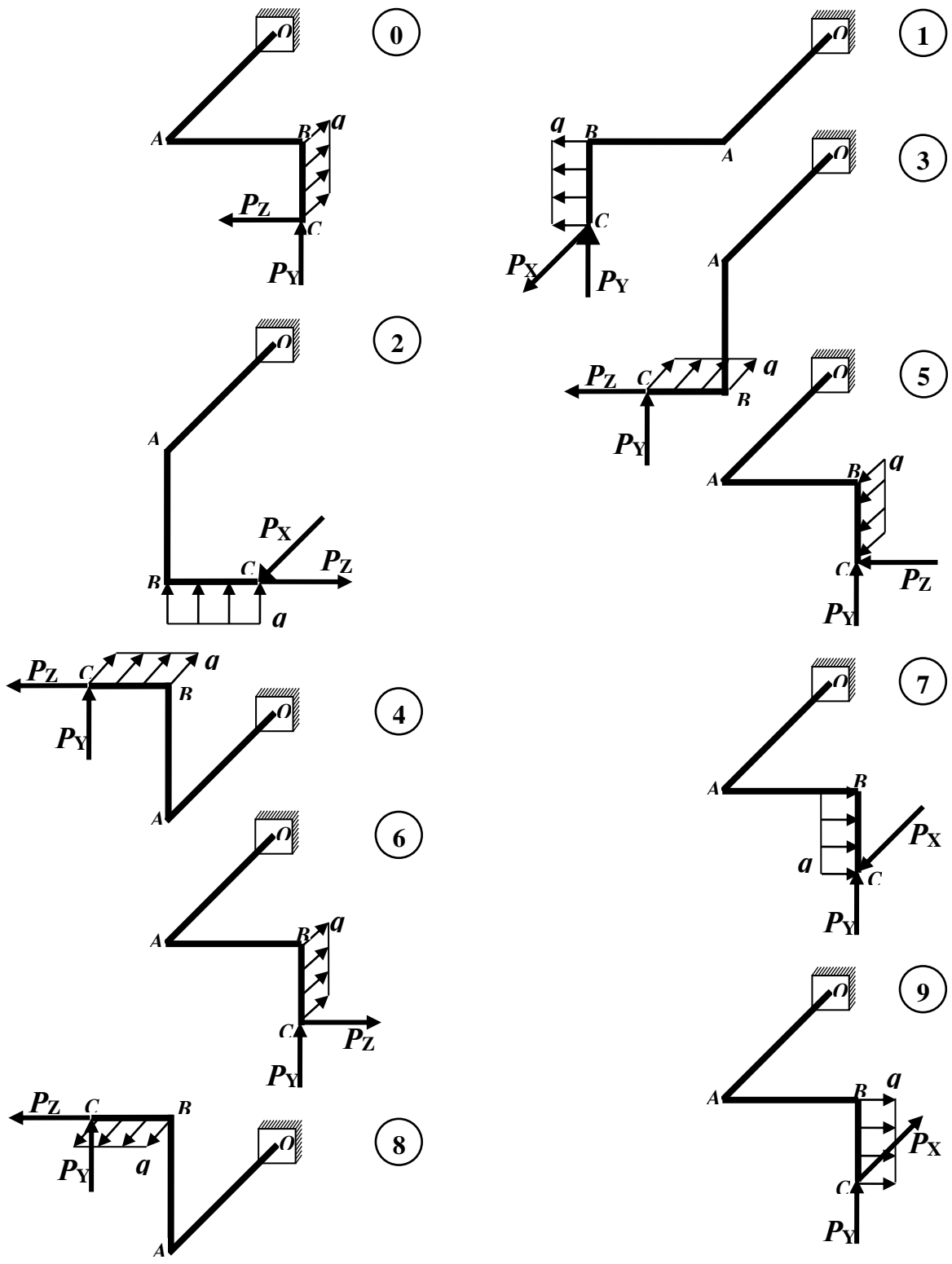


Рисунок 1.1.1 – Схема пространственного стержня

Таблица 1.1.1 – Исходные данные к расчету пространственного стержня

Строка	Схема	Силы, кН			$q$ , кН/м	Длины участков, м			$\sigma_T$ , МПа	$\tau_T$ , МПа	$k_T$
		$P_X$	$P_Y$	$P_Z$		$OA$	$AB$	$BC$			
0	0	0,8	0,4	2,0	1	0,4	0,2	0,1	180	140	1,40
1	1	1,0	0,5	2,2	2	0,6	0,3	0,2	200	140	1,45
2	2	1,2	0,6	2,4	3	0,8	0,4	0,3	220	160	1,50
3	3	1,5	0,7	2,6	4	1,0	0,5	0,4	240	160	1,55
4	4	1,8	0,8	2,8	5	1,2	0,6	0,5	260	170	1,60
5	5	2,0	1,0	3,0	5	1,1	0,6	0,5	280	190	1,65
6	6	1,6	0,9	2,9	4	1,0	0,5	0,4	320	220	1,60
7	7	1,4	0,7	2,7	3	0,9	0,5	0,3	260	170	1,55
8	8	1,2	0,5	2,5	2	0,7	0,4	0,2	220	160	1,50
9	9	1,0	0,4	2,3	1	0,5	0,3	0,1	180	140	1,45
	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>е</i>	<i>д</i>	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>е</i>	<i>д</i>	<i>б</i>		<i>в</i>

$k_T = \sigma_T / [\sigma]_p$  ( $\tau_T / [\tau]$ ) – коэффициент запаса по пределу текучести

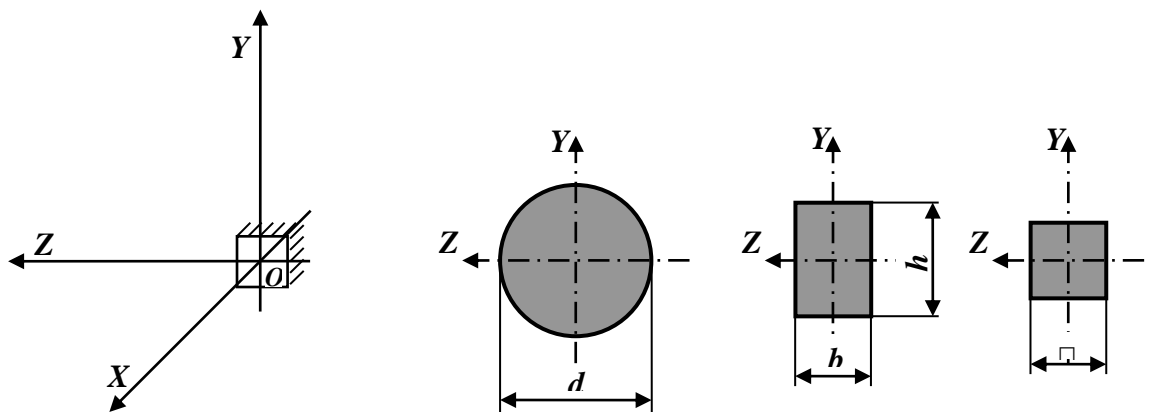


Рисунок 1.1.2 – Система координат и поперечные сечения участков стержня

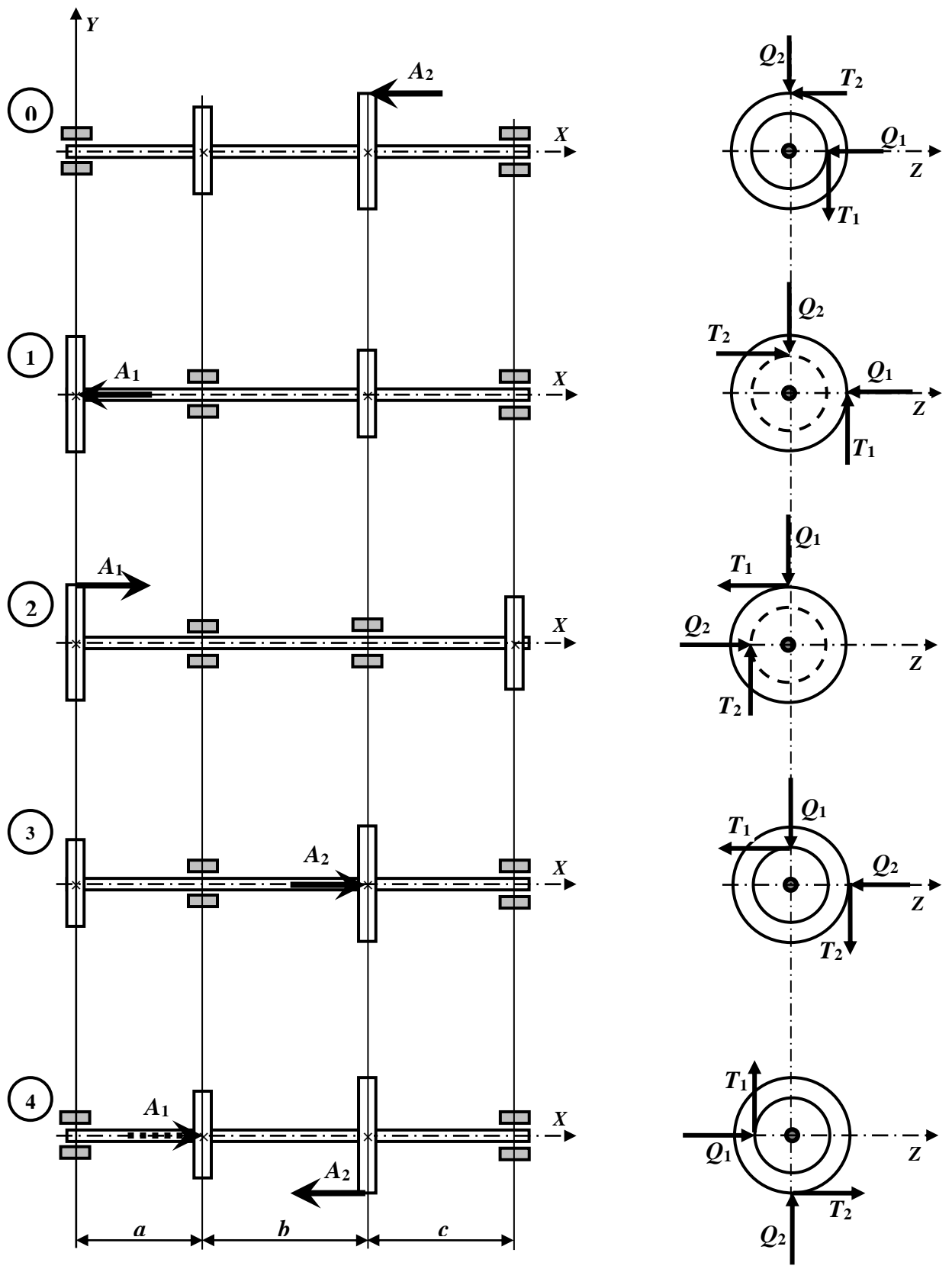


Рисунок 1.2.1 – Схема вала

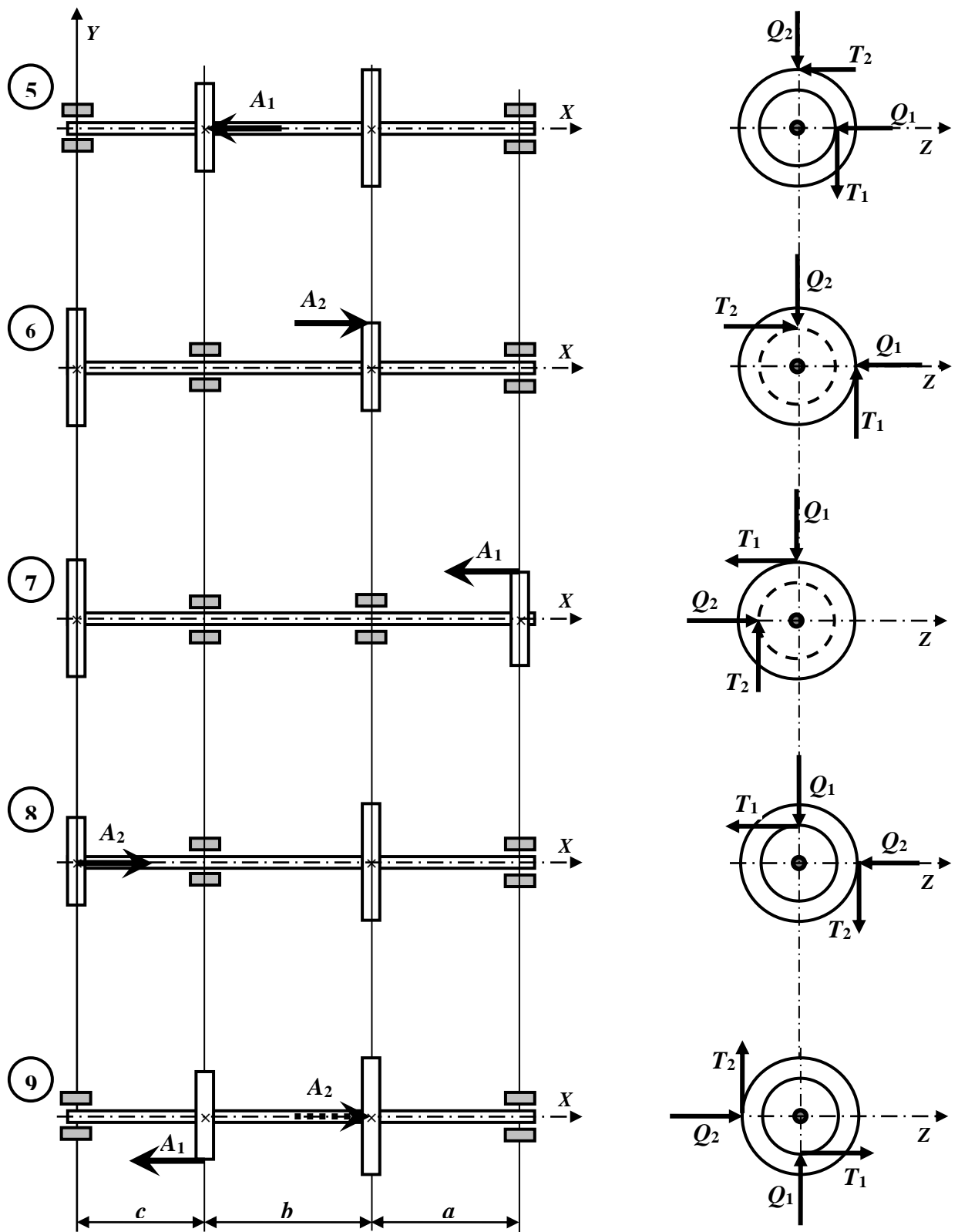


Рисунок 1.2.1 – Схема вала



Таблица 1.2.1 – Исходные данные к расчету вала

Строка	Схема	Параметры элементов передачи						Параметры вала					
		$M_x$ , кН·м	$Q_1/T_1$	$Q_2/T_2$	$A_i/T_i$	$d_1$	$d_2$	$a$	$b$	$c$	$k_\sigma$	$k_\tau$	Вид обработки
						мм							
0	0	4,2	0,12	0,36	0,32	140	260	100	210	140	1,45	1,90	ШГ
1	1	4,5	0,14	0,38	0,33	250	126	110	235	155	1,50	1,85	ШТ
2	2	5,0	0,16	0,40	0,34	150	320	120	265	175	1,60	1,80	ОТ
3	3	5,2	0,18	0,38	0,35	160	330	125	150	310	1,75	1,75	ШГ
4	4	5,5	0,36	0,18	0,32	170	350	130	100	210	1,80	1,70	ШТ
5	5	6,0	0,38	0,16	0,33	180	380	140	110	230	1,90	1,65	ОТ
6	6	6,2	0,40	0,12	0,34	280	142	150	315	205	2,00	1,60	ШГ
7	7	6,5	0,38	0,14	0,35	310	150	160	150	190	2,10	1,55	ШТ
8	8	6,8	0,18	0,36	0,32	200	420	170	160	170	2,20	1,50	ОТ
9	9	7,2	0,14	0,38	0,33	220	430	180	170	150	2,25	1,40	ШГ
	$e$	$d$	$v$		$d$	$e$		$v$	$e$	$d$	$b$	$v$	$d$

**Обозначения:**

$M_x$  – вращающий момент на валу;  $Q$  – радиальное усилие;  $T$  – окружное усилие;  
 $A$  – осевое усилие.

$k_\sigma$ ,  $k_\tau$  – коэффициенты концентрации напряжений, соответствующие конструктивным особенностям сопряжения элементов передачи с валом.

**Сокращения:**

ШГ – шлифование грубое; ШТ – шлифование тонкое; ОТ – обтачивание тонкое.

Продолжение таблицы 1.2.1

Строка	Материал вала					
	Марка стали	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\tau_T$	$\sigma_{-1}$	$\tau_{-1}$
		МПа				
0	35	540	320	190	220	125
1	40	580	340	190	230	165
2	45	610	360	220	250	175
3	50	640	380		260	185
4	55	660	390		280	200
5	60	690	410		350	225
6	40X	1000	800		400	
7	45X	1050	850		390	550
8	40XH	1000	800			
9	50XH	1100	900			
	$e$					

При расчетах принять, –

– коэффициент запаса прочности (расчет по допускаемым

напряжениям):  $k = 1,8 \dots 2,5$ ;

– наименьшее допускаемое значение запаса прочности по пределу текучести:  $n_{T\min} = 2,4$ ;

– наименьшее допускаемое значение запаса прочности по пределу выносливости:  $n_{\min} = 1,4$ .

## 2. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы.

### 2.1. Задание 1.

Последовательность расчета пространственного стержня в общем случае сложного сопротивления:

1). Построить эпюры внутренних силовых факторов (ВСФ):  $N_x$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ,  $Q_y$ ,  $Q_z$ , и определить вид нагружения для каждого участка стержня.

2). Установить на каждом участке опасное сечение – сечение, где одновременно действуют наибольшие по абсолютной величине ВСФ.

3). Установив опасное сечение, определяют нормальные напряжения от совокупности ВСФ  $N_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  и касательные напряжения от крутящего момента  $M_x$  (касательными напряжениями от ВСФ  $Q_y$  и  $Q_z$  *можно пренебречь*). Затем исследуют напряженное состояние в точках сечения, чтобы выявить опасные точки. Опасными точками будут:

а) точки, в которых нормальные напряжения достигают наибольшей величины – точки наиболее удаленные от нейтральной линии сечения (НЛС)

Положение НЛС определяют, приравняв нулю выражение суммарного нормального напряжения в сечении.

*Например*, при одновременном действии ВСФ

$N_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  нормальные напряжения определяют по формуле:

$$\sigma = N/A + M_{yz}/J_Y + M_{zy}/J_Z, \quad (1.1)$$

где  $A$  – площадь поперечного сечения;  $J_Y$ ,  $J_Z$  – главные центральные моменты инерции сечения.

Тогда, уравнение НЛС примет вид:

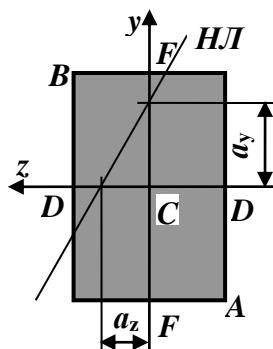


Рисунок 1.1.3 – НЛС

$$N/A + M_{yz_0} / J_Y + M_{zy_0} / J_Z = 0, \quad (1.2)$$

где  $y_0, z_0$  – координаты точек НЛС.

Положение НЛС для прямоугольного сечения изображено на рисунке 1.1.3.

От НЛС наиболее удалена точка  $A$ . Нормальное напряжение в точке  $A$ :

$$\sigma_{(A)} = N/A + M_{yz_0A} / J_Y + M_{zy_0A} / J_Z$$

В точке  $A$  имеет место линейное напряженное состояние, для которого применимо основное условие прочности по допускаемым нормальным напряжениям:

$$|\sigma_{(A)}| \leq [\sigma]$$

б) точки, в которых касательные напряжения имеют наибольшее значение.

Продолжая *пример* с сечением прямоугольной формы, – наибольшие касательные напряжения от кручения действуют в точках  $D, F$ , которые определяют по формулам:

$$\tau_D = \tau_{max} = M_x / W_k, \quad (1.3)$$

где  $W_k$  – аналог полярного момента сопротивления сечения;

$$\tau_F = \eta \tau_{max}, \quad (1.4)$$

где  $\eta$  – коэффициент, зависящий от отношения сторон сечения  $m = h/b$  (при этом необходимо учесть, что  $b$  – малая сторона прямоугольника).

Эпюры напряжений приведены на рисунке 1.1.4.

с) точки, в которых нормальные и касательные напряжения, действуя одновременно, создают плоское напряженное состояние.

Для таких точек применяют условия прочности по эквивалентным напряжениям:

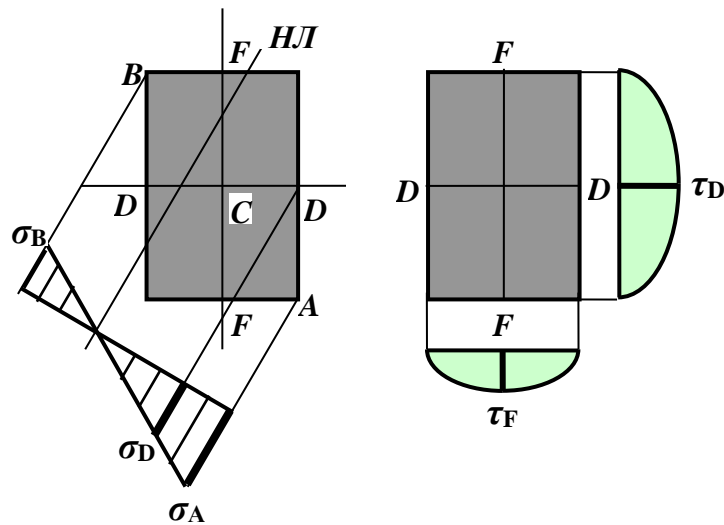


Рисунок 1.1.4 – Эпюры напряжений

$$\sigma_{\text{э}} \leq [\sigma]^*, \quad (1.5)$$

где  $\sigma_{\text{э}} = [\sigma^2 + 3\tau^2]^{1/2}$  –

– эквивалентные напряжения по III теории прочности;

$\sigma_{\text{э}} = [\sigma^2 + 4\tau^2]^{1/2}$  – эквивалентные напряжения по IV теории прочности;

$\sigma_{\text{э}} = (1 - m)\sigma/2 + (1 + m)[\sigma^2 + 4\tau^2]^{1/2}/2$  – эквивалентные напряжения по теории прочности К. Мора ( $m = \sigma_p/\sigma_c$ ).

$^*$  – для круглого поперечного сечения условие прочности принимает вид :  $M_{\text{э}}/W \leq [\sigma]$ ,

где  $M_{\text{э}} = [M_Y^2 + M_Z^2 + M_X^2]^{1/2}$  – эквивалентный момент по III теории прочности;

$M_{\text{э}} = [M_Y^2 + M_Z^2 + 0,75M_X^2]^{1/2}$  – эквивалентный момент по IV теории прочности;

$M_{\text{э}} = (1 - m)[M_Y^2 + M_Z^2]^{1/2}/2 + (1 + m) [M_Y^2 + M_Z^2 + M_X^2]^{1/2}/2$  – эквивалентный момент по теории прочности К.Мора.

4). Установив на каждом участке опасные сечения и опасные точки в этих сечениях, определяют размеры сечений заданной формы, используя соответствующие условия прочности для опасных точек.

5). Для определения перемещение сечения  $C$  в направлении оси  $z$  предпочтительнее использовать энергетические методы расчета упругих систем.

Так как заданный стержень состоит из прямолинейных участков, то перемещение можно определить по формуле Максвелла-Мора или по правилу А.Н.Верещагина.

### **Заключение**

Следует оценить рациональность заданной формы сечений участков стержня для работы в условиях сложного сопротивления.

## **2.2. Задание 2.**

### **2.2.1. Расчет вала на статическую прочность.**

Заданный вал нагружен кручением с изгибом  $^*$ . Кроме этого, действующие в сечениях вала напряжения переменны во времени.

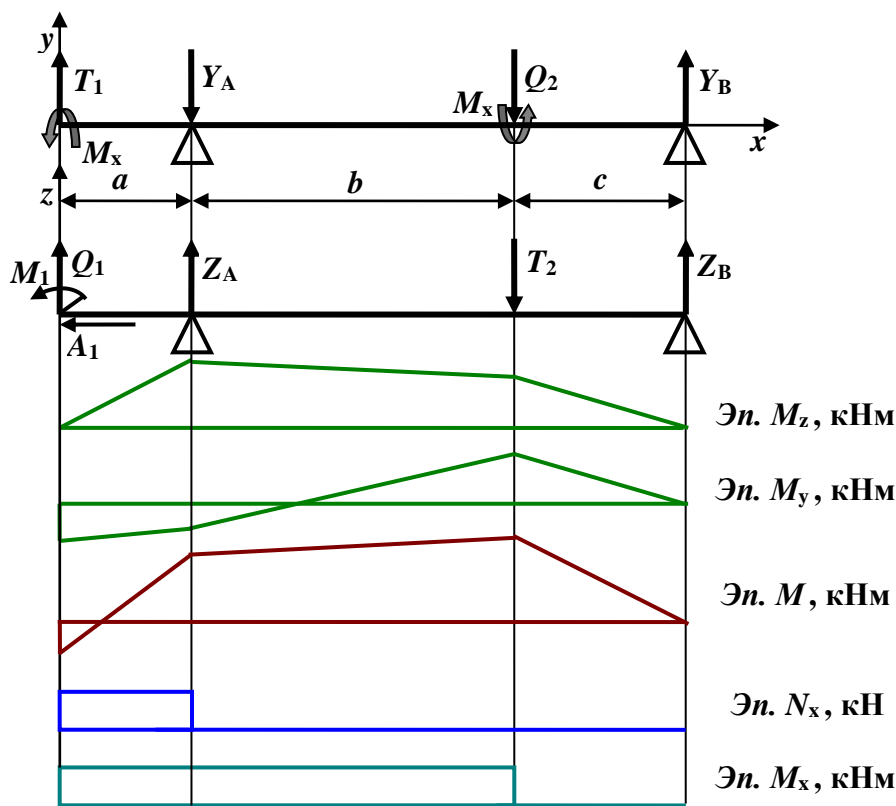
Предварительно (при проектном расчете) диаметр вала определяют, не учитывая изгиб и цикличность напряжений, из расчета на кручение заданным моментом  $M_x$  по пониженным допускаемым напряжениям  $[\tau] = 20 \dots 40$  МПа:

$$d = [16M_x/\pi[\tau]]^{1/3}. \quad (2.1)$$

Затем выполняют проверочный расчет вала:

\* – при проектном расчете *допускается* не учитывать действие нормальных сил от осевых нагрузок  $A$ .

1) Заданную пространственную схему вала представляют схемами в двух



плоскостях:

вертикальной –  $xOy$ ,  
и  
горизонтальной –  $xOz$  (рисунок 2.2.6), в которых

строят эпюры изгибающих моментов  $M_y$  и  $M_z$ .

Затем вычисляют суммарные изгибающие

моменты в

Рисунок 1.2.2 – Расчетные схемы вала сечений вала:  $M = [M_y^2 + M_z^2]^{1/2}$ , и строят эпюру, ограничивая ее прямыми линиями.

Строят эпюры  $N_x$  и  $M_x$ .

2) Проверочный расчет вала выполняют при совместном действии кручения с изгибом по эквивалентному моменту, величину которого определяют по III или IV теории прочности (см. формулы в сноске на странице 13), по условию прочности (1.5).

Если в опасном сечении действует и нормальная сила  $N_x$ , то нормальные напряжения в опасном сечении определяют по формуле:

$$\sigma = N_x/A + M_{\text{э}}/W \quad (2.2)$$

3) Определяют запас прочности по пределу текучести, –

– по нормальным напряжениям от изгиба:  $n_{T\sigma} = \sigma_T/\sigma_{\text{max}}$  ;  
(2.3)

– по касательным напряжениям от кручения:  $n_{T\tau} = \tau_T/\tau_{\text{max}}$ ;  
(2.4)

– запас прочности:  $n_T = n_{T\sigma} n_{T\tau} / [n_{T\sigma}^2 + n_{T\tau}^2]^{1/2}$ .  
(2.5)

Значение запаса прочности по пределу текучести должно удовлетворять условию:  $n_T > n_{T\text{min}}$ .

4) Определяют прогиб вала в опасном сечении и оценивают его жесткость.

### 2.2.2. Расчет вала на выносливость (усталостную прочность).

1) Определяют экстремальные напряжения циклов, –

– нормальных напряжений от изгиба:  $\sigma_{\text{max}} = M_{\text{max}}/W$ ;  $\sigma_{\text{min}} = -\sigma_{\text{max}}$ , (2.6) –  
для симметричного цикла;

– касательных напряжений от кручения:  $\tau_{\text{max}} = M_x/W_p$ ;  $\tau_{\text{min}} = 0$ , (2.7) –  
для пульсирующего (отнулевого) цикла.

2) Определяют характеристики циклов по напряжениям, –

– среднее напряжение цикла:

$$(\sigma_{max} + \sigma_{min})/2 = \sigma_m \quad ((\tau_{max} + \tau_{min})/2 = \tau_m); \quad (2.8)$$

– амплитуда цикла:

$$(\sigma_{max} - \sigma_{min})/2 = \sigma_a \quad ((\tau_{max} - \tau_{min})/2 = \tau_a). \quad (2.9)$$

3) По справочникам (или эмпирическим соотношениям) находят, –  
– коэффициенты, учитывающие факторы, влияющие на предел выносливости:

$$\beta_{m\sigma(\tau)} = 1/\varepsilon_{m\sigma(\tau)} \text{ – масштабный коэффициент}; \quad (2.10)$$

$$\beta_{п\sigma(\tau)} = 1/\varepsilon_{п\sigma(\tau)} \text{ – коэффициент качества поверхности}; \quad (2.11)$$

$$\psi_\sigma \text{ } (\psi_\tau) \text{ – коэффициент влияния асимметрии цикла}. \quad (2.12)$$

*Замечание.* Так же находят значения коэффициентов концентрации напряжений  $k_\sigma$  и  $k_\tau$ , если они не заданы.

4) Определяют запас прочности по пределу выносливости, –

$$\text{– по нормальным напряжениям: } n_\sigma = 1/(k_\sigma \beta_{m\sigma} \beta_{п\sigma} \sigma_a / \sigma_{-1} + \psi_\sigma \sigma_m / \sigma_{-1}); \quad (2.13)$$

$$\text{– по касательным напряжениям: } n_\tau = 1/(k_\tau \beta_{m\tau} \beta_{п\tau} \tau_a / \tau_{-1} + \psi_\tau \tau_m / \tau_{-1}). \quad (2.14)$$

*Замечание.* При отсутствии справочных данных о величине коэффициентов влияния асимметрии цикла  $\psi_\sigma$  и  $\psi_\tau$  их приближенно можно определить из соотношений:

$$\psi_\sigma = \sigma_{-1} / \sigma_B \quad \text{и} \quad \psi_\tau = \tau_{-1} / \tau_B. \quad (2.15)$$

$$\text{– общий (по формуле Гафа–Полларда): } n = n_\sigma n_\tau / (n_\sigma^2 + n_\tau^2)^{1/2}. \quad (2.16)$$

5) Проверяют условие прочности:  $n \geq n_{\min}$ . (2.17)

### **Заключение**

Следует проанализировать результаты расчета вала на статическую прочность и выносливость, и сделать вывод о прочности вала в опасном сечении.

При этом следует оценить отношения запасов прочности по пределу текучести и пределу выносливости, полученных при расчетах, к их нормированным значениям:  $n_T/n_{T\min}$ ,  $n/n_{\min}$ , обратив внимание на то, что для рационально сконструированных валов справедливо соотношение:

$$n_T/n = (0,8 \dots 2,7)n_{T\min}/n_{\min}. \quad (2.18)$$

На основании этого следует, при необходимости, предложить меры по выполнению соотношения (2.18) для рассчитанного вала.





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**Инженерная школа**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Сопротивление материалов»**  
**Направление подготовки 24.05.07 Самолёто- и вертолётостроение**  
**специализация «Самолётостроение»**  
**Форма подготовки очная/ заочная**

**Владивосток**  
**2020**

**Паспорт  
фонда оценочных средств по дисциплине  
«Соппротивление материалов»  
(наименование дисциплины, вид практики)**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1: способностью к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин	Знает	предметное содержание всех изученных разделов дисциплины, их взаимосвязь; принципы сопротивления конструкционных материалов; принципы статической работы и основы расчета типовых элементов конструкций.
	Умеет	составлять механико-математические модели типовых элементов конструкции, использовать их при расчетах на прочность, жесткость и устойчивость, оценивать прочностную надежность элементов конструкций
	Владеет	инженерными методами расчета типовых элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, основами проектных расчетов элементов конструкций
ПК-4: способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владением методами технической экспертизы проекта	Знает	об основных пакетах прикладных программ для проведения расчетов на прочность жесткость и устойчивость; алгоритмах расчета при различных видах деформации
	Умеет	применять методы расчета при различных видах деформации; выполнить техническое и технико-экономическое обоснование типового элемента конструкции в сопротивлении материалов; проводить технические расчёты по типовым проектам, их техническую экспертизу;
	Владеет	навыками расчета при различных видах деформации с применением стандартного пакета прикладных программ; навыками технического и технико-экономического обоснования типовых проектов
ПК-20: готовность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию	Знает	результаты представляемой работы.
	Умеет	оформлять, представлять результаты выполненной работы
	Владеет	навыками написания статей литературным и научно-техническим языком.

**КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	ПК-1: способностью к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин	знает	УО-1	1-24
		умеет	ПР-2	1-12
		владеет	ПР-6	1-4
2	ПК-4: способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владением методами технической экспертизы проекта	знает	УО-1	25-46
		умеет	ПР-2	12-21
		владеет	ПР-6	5-7
3	ПК-20: готовность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию	знает	УО-1	46-55
		умеет	ПР-2	22-26
		владеет	УО-3	56-64

**Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Сопротивление материалов»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-1: способностью к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и	знает (пороговый уровень)	основные понятия и методы аналитической геометрии, линейной алгебры, математического анализа; законы физики для решения инженерных задач в авиационной инженерии; основные	Знание основных понятий и методов аналитической геометрии, линейной алгебры, математического анализа, законов	Способность ориентироваться в понятиях аналитической геометрии, линейной алгебры, математического

естественнонаучных дисциплин		понятия и законы сопротивления материалов; о роли инженера, имеющего базовые знания математических и естественнонаучных дисциплин в авиационном производстве, истории авиации;	физики для решения инженерных задач в авиастроении;	анализа, законах физики для решения инженерных задач в авиастроении;
			Знания основных понятий и законов сопротивления материалов;	Способность перечислить основные понятия сопротивления материалов
	умеет (продвину тый)	применять математические методы, законы физики, основы теоретической механики для решения типовых инженерных задач в авиастроении; применять математические методы и вычислительную технику для проектирования типовых авиационных конструкций; воспринимать новые знания и умения в области авиастроения;	Умение работать с математическими и физическими моделями для решения инженерных задач с применением вычислительной техники.	Способность использовать знания математических и научно-естественных дисциплин в решении инженерных задач.
	владеет (высокий)	навыками решения стандартных математических задач; навыками применения законов физики, основ теоретической механики для решения типовых инженерных задач в авиастроении; навыками работы с системами автоматического проектирования, моделирования для решения типовых инженерных задач; навыками работы с распространенными системами автоматизированного проектирования и моделирования;	Умение использовать законы физики, теоретической механики для решения типовых инженерных задач с применением систем автоматизированног о проектирования и моделирования;	способность бегло и точно применять терминологический аппарат дисциплины в устных ответах на вопросы и в письменных работах, способность проводить самостоятельные исследования и представлять их результаты на обсуждение на круглых столах, семинарах, научных конференциях.

ПК-4: способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владением методами технической экспертизы проекта	знает (пороговый уровень)	основные пакеты прикладных программ для проведения расчетов на прочность жесткость и устойчивость; алгоритмах расчета при различных видах деформации	Знание основных пакетов прикладных программ для расчета на прочность жесткость и устойчивость	Способность применять основные пакеты прикладных программ для расчета на прочность жесткость и устойчивость
	умеет (продвинутый)	применять методы расчета при различных видах деформации; выполнить техническое и технико-экономическое обоснование типового элемента конструкции в сопротивлении материалов; проводить технические расчёты по типовым проектам, их техническую экспертизу;	Умение применять методы расчета при различных видах деформации; выполнить техническое и технико-экономическое обоснование типового элемента конструкции в сопротивлении материалов; проводить технические расчёты по типовым проектам, их техническую экспертизу;	Способность применять методы расчета при различных видах деформации; выполнить техническое и технико-экономическое обоснование типового элемента конструкции в сопротивлении материалов; проводить технические расчёты по типовым проектам, их техническую экспертизу;
	владеет (высокий)	навыками расчета при различных видах деформации с применением стандартного пакета прикладных программ; навыками технического и технико-экономического обоснования типовых проектов	Умение обосновать выбор типовой конструкции полученной в ходе проведения технической экспертизы	Способность обосновать выбор типовой конструкции полученной в ходе проведения технической экспертизы
ПК-20: готовность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию	знает (пороговый уровень)	Основные методы и способы анализа и обработки результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе	Знание основных методов и способов анализа и обработки результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе	Способность перечислить основные методы и способы анализа и обработки результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе
	умеет (продвинутый)	Проводить анализ и обработку результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе	Умение проводить анализ и обработку результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе	Способность проводить анализ и обработку результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе

	владеет (высокий)	Навыками проведения анализа и обработки результатов выполненной работы, обобщением результатов работы с целью получения выводов о работе с учетом оценки погрешностей	Умением проводить анализ и обработку результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе с учетом оценки погрешностей	Навыками проводить анализ и обработку результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе с учетом оценки погрешностей
--	----------------------	---	---	--

### Вопросы к зачету / экзамену

1. Наука о сопротивлении материалов. Изучаемые объекты. Внешние силы, их классификация.
2. Внутренние силы. Метод сечений.
3. Напряжение. Напряженное состояние в точке.
4. Деформация. Деформированное состояние в точке.
5. Основные гипотезы (допущения) науки о сопротивлении материалов.
6. Центральное растяжение (сжатие). Внутренние силы и напряжения в поперечных сечениях. Эпюры  $N$  и  $\sigma$ .
7. Центральное растяжение (сжатие). Удлинение стержня. Закон Гука. Коэффициент Пуассона.
8. Центральное растяжение (сжатие). Напряжения в наклонных сечениях.
9. Центральное растяжение (сжатие). Продольные деформации и перемещения. Эпюры  $\delta$ .
10. Потенциальная энергия деформации при центральном растяжении (сжатии).
11. Центральное растяжение (сжатие). Диаграмма растяжения пластичной стали. Характеристики механических свойств материалов. Диаграмма растяжения хрупких материалов.
12. Допускаемое напряжение. Расчет на прочность по допускаемым напряжениям и по предельным состояниям при центральном растяжении (сжатии).

13. Центральное растяжение (сжатие). Статически неопределимые системы. Расчет статически неопределимых систем на нагрузки, температурное действие и принудительные натяги.
14. Состояние чистого сдвига. Закон Гука при сдвиге. Расчеты на прочность при сдвиге.
15. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Основные понятия и определения. Крутящие моменты. Эпюры  $M_{кр}$ .
16. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Напряжения и деформации. Эпюры напряжений и углов поворота сечений.
17. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Расчеты на прочность и жесткость.
18. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Потенциальная энергия деформации.
19. Приложение теории кручения прямого бруса круглого поперечного сечения к расчету витых пружин растяжения (сжатия).
20. Кручение прямого бруса прямоугольного поперечного сечения.
21. Геометрические характеристики плоских сечений. Статические моменты. Центр тяжести плоской фигуры.
22. Геометрические характеристики плоских сечений. Моменты инерции сечений. Изменение моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей.
23. Геометрические характеристики плоских сечений. Главные оси инерции. Моменты инерции сечений простой формы.
24. Радиус инерции сечения. Эллипс инерции.
25. Прямой поперечный изгиб. Основные понятия и определения. Внешние нагрузки, вызывающие изгиб. Внутренние силовые факторы при изгибе. Правило знаков  $M$  и  $Q$ .
26. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределённой нагрузки.
27. Изгиб. Нормальные напряжения при чистом изгибе.

28. Изгиб. Расчёт балок по нормальным напряжениям.
29. Прямой поперечный изгиб. Формула Журавского.
30. Главные напряжения при изгибе. Проверка прочности по главным напряжениям.
32. Дифференциальное уравнение упругой линии балки
33. Универсальное уравнение упругой линии балки. Расчёт перемещений методом начальных параметров.
34. Косой изгиб. Нормальные напряжения. Подбор сечений.
35. Внецентренное растяжение (сжатие). Ядро сечения.
36. Основы теории НДС. Напряжённое состояние в точке. Главные напряжения. Виды напряжённых состояний.
37. Основы теории НДС. Плоское напряжённое состояние. Напряжения по взаимно перпендикулярным площадкам. Экстремальные значения касательных напряжений.
38. Объёмное напряжённое состояние. Обобщённый закон Гука. Потенциальная энергия деформации.
39. Теории предельных напряжённых состояний.
40. Сложное сопротивление. Изгиб с кручением цилиндрического бруса. Определение напряжений, подбор сечений.
41. Перемещения при изгибе. Интеграл Мора. Метод непосредственного интегрирования.
42. Определение перемещений в упругих системах. Способ (правило) Верещагина.
43. Статически неопределимые стержневые системы. Степень статической неопределимости.
44. Расчёт стержневых систем методом сил. Канонические уравнения метода сил.
45. Определение перемещений статически неопределимых систем при расчёте по методу сил.
46. Изгиб. Проверка жесткости балок.



47. Понятие об усталостной прочности. Характеристики циклов нагружения.
48. Понятие о пределе выносливости.
49. Основные факторы, влияющие на предел выносливости.
50. Проверка на прочность при переменных напряжениях.
51. Напряжения в осесимметричных оболочках. Уравнение Лапласа.
52. Расчет толстостенных цилиндров. Задача Ламе.
53. Устойчивая и неустойчивая форма равновесия. Критическая сила.
54. Формула Эйлера для критической силы шарнирно закреплённого стержня.
55. Понятие о потере устойчивости. Формула Ясинского.
56. Ударное воздействие на систему. Определение напряжений и перемещений при ударе.
57. Испытание на удар. Ударная вязкость.
58. Напряжения в деталях, движущихся с ускорением. Принцип Даламбера.
59. Расчёт конструкций по предельным состояниям. Расчёт статически неопределимых систем, работающих на растяжение (сжатие) с учётом пластичности.
60. Расчёт конструкций по предельным состояниям. Пластическое кручение круглого стержня.
61. Расчёт конструкций по предельным состояниям. Пластический изгиб статически определимой балки.
62. Упругие колебания. Основные понятия.
63. Свободные колебания системы с одной степенью свободы.
64. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Явление резонанса.

**Примерное содержание методических рекомендаций, определяющих процедуры оценивания результатов освоения дисциплины «Сопротивление материалов»**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Сопротивление материалов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Рекомендуются следующие формы контроля текущей успеваемости студентов:

- периодическая проверка конспектов лекций;
- опрос на практических занятиях;
- защита индивидуальных расчетно-проектировочных работ;
- защита курсовых работ;
- проверка контрольных работ с разбором на консультации и практических занятиях нерешенных примеров и задач и типичных ошибок.