

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Козорез Д.А.  
“26” июня 2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000133899)**  
**Сопротивление материалов**

*(указывается наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Квалификации выпускника Бакалавр

Профиль подготовки Материаловедение и технология новых материалов

Форма обучения очная  
(очно, очно-заочное, заочное)

Выпускающая кафедра ТАОМ

Обеспечивающая кафедра ТАОМ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТАОМ

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	КСР, час.	СРС, час.	Экзаменов, час.	Форма промежуточ- ного контроля
3	2	72	18	12	4	0	38	0	Зо
4	4	144	30	24	8	0	46	36	Э
<b>Итого</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>48</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>84</b>	<b>36</b>	

Москва  
2019

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Разделы рабочей программы**

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС НИУ МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

---

Авторы программы:

Поляков О.А.

---

Заведующий обеспечивающей кафедрой

---

ТАОМ

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой ТАОМ

Директор выпускающего филиала

---

---

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Сопротивление материалов является достижение следующих результатов освоения(РО):

№	Шифр	Результат обучения
1	З-1(ОПК-5)	Знать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности.
2	У-1(ОПК-5)	Уметь разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности.
3	В-1(ОПК-5)	Владеть способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения типовых задач
4	З-1(ОПК-6)	Знать основные положения, законы и методы механики и технологий.
5	У-1(ОПК-6)	Уметь использовать основные положения, законы и методы механики и технологий в познавательной и профессиональной деятельности.
6	В-1(ОПК-6)	Владеть методами механики и технологий в познавательной и профессиональной деятельности для решения типовых задач
7	У-3(ПК-13)	Уметь выполнять расчеты на прочность и жесткость, расчеты деталей машин, механизмов, аппаратов

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

№	Шифр	Компетенция
1	ОПК-5	Способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности
2	ОПК-6	Способность использовать основные положения, законы и методы механики и технологий в познавательной и профессиональной деятельности, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
3	ПК-13	Способность использовать нормативные и методические материалы для подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений, испытаний, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Сопротивление материалов является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

№	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Теоретическая механика	Итоговая гос. аттестация
2	Физика	Детали машин и основы конструирования
3		Материаловедение и технологии конструкционных материалов 2
4		Организация инженерного труда (Основы инженерной и научной деятельности)
5		Преддипломная практика

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы), 216 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	КСР	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми

Сопротивление материалов (3 сем)	Внутренние силовые факторы. Характеристики сечений	4	6	0	0	14	24	72
	Напряжения и деформации.	2	0	0	0	0	2	
	Растяжение-сжатие. Характеристики механических свойств материалов	4	2	4	0	10	20	
	Кручение и изгиб	8	4	0	0	14	26	
Сопротивление материалов (4 сем)	Теории прочности	2	0	0	0	0	2	144
	Сложное сопротивление	8	8	8	0	16	40	
	Определение перемещений в упругих системах	8	4	0	0	6	18	
	Расчёт простейших статически неопределимых стержневых систем	4	4	0	0	18	26	
	Динамическая нагрузка	4	0	0	0	0	4	
	Напряжения переменные во времени	2	4	0	0	4	10	
	Продольный и продольно поперечный изгиб прямого стержня	2	4	0	0	2	8	
<b>Всего</b>		<b>48</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>84</b>	<b>180</b>	<b>216</b>

### 3.1.Содержание (дидактика) дисциплины

*В разделе приводится полный перечень дидактических единиц, подлежащих усвоению при изучении данной дисциплины.*

- 1. Внутренние силовые факторы
- 2. Геометрические характеристики плоских сечений
- 3. Напряжения и деформации
- 4. Растяжение-сжатие. Характеристики механических свойств материалов
- 5. Сдвиг (срез) и кручение
- 6. Изгиб
- 7. Критерии пластичности и разрушения. Расчет на прочность при сложном напряженном состоянии
- 8. Сложное сопротивление

- 9. Расчеты на прочность и жесткость при динамическом действии нагрузок
- 10. Расчет на прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени
- 11. Расчеты на устойчивость стержневых систем
- 12. Общие методы определения перемещений. Расчет статически неопределимых систем

### 3.2. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема лекции	Дидакт. единицы
1	1.1. Внутренние силовые факторы. Характеристики сечений	4	Введение. ВСФ, ГХПС.	1, 2
2	1.2. Напряжения и деформации.	2	Напряжения и деформации	3
3	1.3. Растяжение-сжатие. Характеристики механических свойств материалов	4	Растяжение-сжатие	4
4	1.4. Кручение и изгиб	8	Кручение и изгиб	2, 3, 5, 6
5	2.1. Теории прочности	2	Теории прочности	7
6	2.2. Сложное сопротивление	8	Сложное сопротивление.	8
7	2.3. Определение перемещений в упругих системах	8	Общие методы определения перемещений.	12
8	2.4. Расчёт простейших статически неопределимых стержневых систем	4	Расчет статически неопределимых систем	12
9	2.5. Динамическая нагрузка	4	Динамические нагрузки. Удар.	9
10	2.6. Напряжения переменные во времени	2	Расчет на прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени	10
11	2.7. Продольный и продольно-поперечный изгиб прямого стержня	2	Продольный и продольно-поперечный изгиб	11
<b>Итого:</b>		<b>48</b>		

### 3.3. Содержание лекций.

#### 1.1.1. Введение. ВСФ, ГХПС. (АЗ: 4, СРС: 0)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Основные понятия науки о Сопротивлении материалов.

Внутренние силовые факторы, метод сечений. Определение внутренних силовых факторов и построение их эпюр.

Статические моменты. Центр тяжести. Моменты инерции сечений. Главные центральные оси. Радиусы инерции. Моменты сопротивления сечений.

#### **1.2.1. Напряжения и деформации (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Напряжения, напряженное и деформированное состояние в точке, типы напряженных состояний. Закон парности касательных напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Деформации и перемещения

#### **1.3.1. Растяжение-сжатие (АЗ: 4, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Растяжение и сжатие прямого бруса. Напряжения в поперечных сечениях. Деформации и перемещения. Закон Гука. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии. Опытное изучение свойств материалов при растяжении. Диаграммы деформирования. Характеристики механических свойств материала. Требования к характеристикам механических свойств конструкционных материалов. Коэффициент запаса прочности. Допускаемые напряжения.

#### **1.4.1. Кручение и изгиб (АЗ: 8, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Напряжения в поперечном сечении. Перемещения при кручении. Кручение бруса с прямоугольным сечением. Расчеты на прочность по допускаемым напряжениям. Расчеты на жесткость.

Плоский изгиб. Основные гипотезы и определения. Нормальные и касательные напряжения. Формула Д.И. Журавского. Расчеты на прочность. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Определение перемещений в простейших случаях. Потенциальная энергия упругой деформации.

#### **2.1.1. Теории прочности (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Основные теории прочности. Теория прочности Мора. Единая теория прочности.

### **2.2.1. Сложное сопротивление. (А3: 8, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Силовые факторы при сложном сопротивлении. Косой изгиб. Определение напряжений. Нейтральная линия. Перемещение при косом изгибе. Внецентренное растяжение-сжатие. Нейтральная линия. Ядро сечения. Изгиб с кручением круглых и некруглых валов. Общий случай сложного сопротивления.

### **2.3.1. Общие методы определения перемещений. (А3: 8, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Потенциальная энергия деформации при произвольном нагружении. Теорема о взаимности работ и перемещений. Интеграл Мора. Способ Верещагина. Определение перемещений в пространственных системах.

### **2.4.1. Расчет статически неопределимых систем (А3: 4, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Расчет статически неопределимых систем методом сил. Эквивалентная система. Канонические уравнения метода сил. Деформационная проверка.

### **2.5.1. Динамические нагрузки. Удар. (А3: 4, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Силы инерции и их учет при расчете конструкций. Использование принципа Даламбера. Расчеты на прочность и жесткость при ударном действии нагрузок. Колебания упругих систем. Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Явление резонанса

### **2.6.1. Расчет на прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени (А3: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Современные представления о прочности материалов при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Механизм усталостного разрушения. Характеристики циклического нагружения. Оценка сопротивления малоциклового и многоциклового усталости.

Влияние масштабного фактора и концентрации. Влияние чистоты поверхности, агрессивных сред, и асимметрии цикла на сопротивление усталости. Технологические методы упрочнения. Влияние температуры на сопротивление усталости. Основные принципы расчетов на прочность при циклическом нагружении. Коэффициенты запаса по нормальным и касательным напряжениям. Коэффициент запаса при сложном сопротивлении.

### 2.7.1. Продольный и продольно-поперечный изгиб (АЗ: 2, СРС: 0)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Понятия об устойчивости и критических нагрузках. Задача Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Продольно-поперечный изгиб. Расчеты на устойчивость.

### 3.4. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия	Дидакт. единицы
1	1.1. Внутренние силовые факторы. Характеристик и сечений	4	Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии, кручении и изгибе.	1
2	1.1. Внутренние силовые факторы. Характеристик и сечений	2	Расчет геометрических характеристик для симметричных и несимметричных сечений.	2
3	1.3. Растяжение-сжатие. Характеристик и механических свойств материалов	2	Расчёты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии	3, 4
4	1.4. Кручение и изгиб	4	Расчёты на прочность и жесткость при кручении круглых и некруглых валов.	3, 5
5	2.2. Сложное сопротивление	8	Расчеты на прочность при косом изгибе и внецентренном растяжении – сжатии.	7, 8
6	2.3. Определение перемещений в упругих системах	4	Определение перемещений методом непосредственного интегрирования	12
7	2.4. Расчёт простейших статически неопределимых стержневых систем	4	Расчет статически неопределимых систем.	12



8	2.6.Напряжения переменные во времени	4	Расчеты на выносливость.	10
9	2.7.Продольный и продольно поперечный изгиб прямого стержня	4	Расчеты на устойчивость при продольном изгибе.	11
<b>Итого:</b>		<b>36</b>		

### 3.5.Содержание практических занятий

**1.1.1. Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии, кручении и изгибе. (АЗ: 4, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**Описание:** Определение ВСФ при простейших видах деформаций

**1.1.2. Расчет геометрических характеристик для симметричных и несимметричных сечений. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**Описание:** Определение ЦТ сечений. Нахождение главных центральных осей инерции.

**1.3.1. Расчёты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**Описание:** Определение прочностных размеров стержней. расчёт деформаций и напряжений

**1.4.1. Расчёты на прочность и жесткость при кручении круглых и некруглых валов. (АЗ: 4, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**Описание:** Определение прочностных размеров валов. Анализ деформаций и напряжений.

**2.2.1. Расчеты на прочность при косом изгибе и внецентренном растяжении – сжатии. (АЗ: 8, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**2.3.1. Определение перемещений методом непосредственного интегрирования (АЗ: 4, СРС: 6)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**Описание:** Определение перемещений в упругих системах

**2.4.1. Расчет статически неопределимых систем. (АЗ: 4, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**Описание:** Дважды статически неопределимые плоские рамы

**2.6.1. Расчеты на выносливость. (АЗ: 4, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**Описание:** Расчет на прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени

**2.7.1. Расчеты на устойчивость при продольном изгибе. (АЗ: 4, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**Описание:** Расчеты на устойчивость стержневых систем

**3.6.Лабораторные работы**

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории	Объем, часов	Дидакт. единицы
----------	----------------------	-------------------------------------	-----------------------------	-----------------	--------------------

1	1.3.Растяжение-сжатие. Характеристики механических свойств материалов	Испытание металлического образца на растяжение	Лаборатория «Сопротивление материалов», ауд. 115.	4	3, 4
2	2.2.Сложное сопротивление	Косой изгиб	Лаборатория «Сопротивление материалов», а. 115.	4	8
3	2.2.Сложное сопротивление	Внецентренное растяжение сжатие	Лаборатория «Сопротивление материалов», а. 115.	4	8
<b>Итого:</b>				12	

### 3.7.Содержание лабораторных работ

#### 1.3.1. Испытание металлического образца на растяжение (АЗ: 4, СРС: 6)

**Форма организации:** Лабораторная работа

**Прикрепленные файлы:** Методички СМ.pdf

**Описание:** Анализ первичной диаграммы растяжений. Определение прочностных характеристик материалов

#### 2.2.1. Косой изгиб (АЗ: 4, СРС: 2)

**Форма организации:** Лабораторная работа

**Описание:** Сложное сопротивление

#### 2.2.2. Внецентренное растяжение сжатие (АЗ: 4, СРС: 2)

**Форма организации:** Лабораторная работа

**Описание:** Сложное сопротивление

### 3.8.Контроль самостоятельной работы (КСР)

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема КСР
<b>Итого:</b>			

### 3.9.Содержание КСР

#### 3.10.Курсовые работы и проекты по дисциплине

#### 3.11.Промежуточная аттестация

1.

**Прикрепленные файлы:** Вопросы к зачёту по Сопромату.docx

2.

**Прикрепленные файлы:** Вопросы к экзамену по Сопромату.docx

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

#### **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения

	поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
1	ОПК-5	Способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	Лекции: 1. Напряжения и деформации . 2. Растяжение-сжатие. 3. Кручение и изгиб. 4. Теории прочности. 5. Расчет статически неопределимых систем . 6. Продольный и продольно-поперечный изгиб. Лабораторные работы: 1. Косой изгиб. 2. Внецентренное растяжение сжатие.
2	ОПК-6	Способность использовать основные положения, законы и методы механики и технологий в познавательной и профессиональной деятельности, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Лекции: 1. Введение. ВСФ, ГХПС.. 2. Напряжения и деформации . 3. Растяжение-сжатие. 4. Сложное сопротивление.. 5. Общие методы определения перемещений. . 6. Расчет статически неопределимых систем . 7. Динамические нагрузки. Удар.. 8. Расчет на прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. 9. Продольный и продольно-поперечный изгиб. Лабораторные работы: 1. Испытание металлического образца на растяжение. 2. Косой изгиб. 3. Внецентренное растяжение сжатие.
3	ПК-13	Способность использовать нормативные и методические материалы для подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений, испытаний, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Уметь выполнять расчеты на прочность и жесткость, расчеты деталей машин, механизмов, аппаратов Семестры - 3, 4

### Комплект типовых индивидуальных заданий

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Наименование типового задания
----------	----------------------	-----------------	-------------------------------

1	Внутренние силовые факторы. Характеристики сечений	10	РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ
2	Кручение и изгиб	12	РАСЧЁТЫ НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЁСТКОСТЬ ПРИ ПРОСТЕЙШИХ ВИДАХ ДЕФОРМАЦИИ
3	Сложное сопротивление	8	РАСЧЕТНО-ПРОЕКТИРОВОЧНАЯ РАБОТА «РАСЧЕТЫ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ СЛОЖНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ»
4	Расчёт простейших статически неопределимых стержневых систем	14	Расчетно-проектировочная работа «РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМ»
<b>Итого:</b>		<b>44</b>	

### **Содержание типовых заданий**

#### **1.1.1. РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ(СРС: 10)**

**Тематика:** Геометрические характеристики плоских сечений

**Тип:** Расчетная работа

**Прикрепленные файлы:** Типовые примеры РГР3.docx

#### **1.4.1. РАСЧЁТЫ НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЁСТКОСТЬ ПРИ ПРОСТЕЙШИХ ВИДАХ ДЕФОРМАЦИИ**

(СРС: 12)

**Тематика:** Построение эпюр ВСФ с последующим расчётом на прочность и жёсткость

**Тип:** Расчетная работа

**Прикрепленные файлы:** Типовые примеры РГР4.docx

#### **2.2.1. РАСЧЕТНО-ПРОЕКТИРОВОЧНАЯ РАБОТА «РАСЧЕТЫ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ СЛОЖНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ»(СРС: 8)**

**Тематика:** Сложное сопротивление

**Тип:** Расчетная работа

**Прикрепленные файлы:** Сборник заданий к РГР.pdf

#### **2.4.1. Расчетно-проектировочная работа «РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМ»(СРС: 14)**

**Тематика:** Определение перемещений в упругих системах. Статически неопределимые системы.

**Тип:** Расчетная работа

## **Вопросы к промежуточной аттестации**

### **«Соппротивление материалов»**

#### **1. Зачет с оценкой (3 семестр)**

**Прикрепленные файлы:** Вопросы к зачёту по Сопромату.docx

#### **2. Экзамен (4 семестр)**

**Прикрепленные файлы:** Вопросы к экзамену по Сопромату.docx

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

а)основная литература:

1. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Соппротивление материалов. М.: Высшая школа, 1999 г.
2. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов. М.: МГТУ им Н.Э. Баумана, 2001 г.
3. Волосухин В.А., Логвинов В.Б., Евтушенко С.И. Соппротивление материалов. М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014, 543 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-369-01159-1, <http://www.znanium.com/>
4. Миролубов И. Н. и др. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов М.: Высшая школа, 1967 г.

б)дополнительная литература:

1. Макаров Е.Г. Соппротивление материалов с использованием вычислительных комплексов М.: Высшая школа, 2009 г., 409 с.
2. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. М.: АПМ, 2005 г.
3. Габидуллин Э.Р. Построение эпюр внутренних силовых факторов для балок. М.: МАТИ, 2005 г.
4. Габидуллин Э.Р. Построение эпюр внутренних силовых факторов в рамах. М.: МАТИ, 2005 г.
5. Поляков О.А., Щугорев Ю.Ю. Определение механических свойств материалов. М.: МАТИ, 2008 г.
6. Коргин А.В. Соппротивление материалов с примерами решения задач в системе Microsoft Excel: Учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2011, 389 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-16-004840-6, <http://www.znanium.com/>

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к

электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
<b>"ZNANIUM.COM"</b>	
Электронная библиотечная система "ZNANIUM.COM".	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
<b>ООО "Издательство Лань"</b>	
Электронная библиотечная система ООО "Издательство Лань".	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
<b>ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"</b>	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	<a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> , <a href="https://biblio-online.ru/catalog/legendary">https://biblio-online.ru/catalog/legendary</a>
<b>Электронная библиотека МАИ</b>	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ).	<a href="http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web">http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web</a>
<b>Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России</b>	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России.	<a href="http://elsau.ru">http://elsau.ru</a>
<b>Библиотека РФФИ</b>	
Библиотека РФФИ	<a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library</a>
<b>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</b>	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
<b>Polpred.com</b>	
Polpred.com. Обзор СМИ	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>
<b>ООО "РУНЭБ"</b>	
Электронная библиотечная система eLIBRARY.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
<b>ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт"</b>	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт".	<a href="http://text.rucont.ru">http://text.rucont.ru</a>
<b>ООО "ИВИС"</b>	
ООО "ИВИС".	<a href="http://ivis.ru">http://ivis.ru</a>
<b>ООО "Интегратор авторского права"</b>	
ООО "Интегратор авторского права" IQlib.	<a href="http://www.iqlib.ru/">http://www.iqlib.ru/</a>
<b>ФГБУ "РГБ"</b>	
Электронная библиотека диссертаций РГБ.	<a href="http://dvs.rsl.ru">http://dvs.rsl.ru</a>
Национальная электронная библиотека (НЭБ).	<a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a>
<b>НП НЭИКОН</b>	
Некоммерческое партнерство "Национальный Электронно-Информационный Консорциум".	<a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a>
Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив).	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>



Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor&Francis Group (архив).	<a href="http://www.tandfonline.com/">http://www.tandfonline.com/</a>
База данных GreenFile компании EBSCO.	<a href="http://www.greeninfoonline.com">http://www.greeninfoonline.com</a> .
<b>Внешекономическое объединение "Академинторг"</b>	
American Physical Society American Mathematical Society	<a href="http://publish.aps.org/">http://publish.aps.org/</a> <a href="http://www.ams.org/mathscinet/index.html">http://www.ams.org/mathscinet/index.html</a>
<b>ФГБУ "ГПНТБ России"</b>	
База данных Web of Science (правообладатель - Thomson Reuters, с 03.10.2016 г. - Clarivate Analytics).	<a href="http://www.webofscience.com">www.webofscience.com</a>
База данных Scopus издательства Elsevier.	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Springer Customer Service Center GmbH в научных и образовательных целях. Springer Nature	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://www.nature.com/">http://www.nature.com/</a>
База данных компании EBSCO Publishing: БД CASC. БД <a href="http://www.mathscinet.org/">MathSciNet via EBSCOhost</a> .	<a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a>
Научные полнотекстовые журналы и книги издательства Elsevier.	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> <a href="http://www.elsevier.com/locate/science-direct">http://www.elsevier.com/locate/science-direct</a>
<b>РФФИ</b>	
Научные полнотекстовые англоязычные журналы American Chemical Society.	<a href="http://pubs.acs.org">http://pubs.acs.org</a> .

## 8.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

*Лекции:*

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, где делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Свой конспект лекции следует дорабатывать, делая в нём соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой для рабочей программы дисциплины (РПД).

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность и продолжительность действий:

- Изучение конспекта лекции в тот же день (после лекции): 10-15 минут.
- Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией: 10-15 минут.
- Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту: 2 часа в неделю.
- В течение недели 1 час работать с литературой в библиотеке (электронной библиотеке).

Рекомендации по работе с литературой заключаются в необходимости изучения информации по изучаемой тематике и изложенной в учебниках, учебных пособиях, периодических изданиях.

Рекомендуется после изучения очередного параграфа учебника выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы и попробовать ответить на них:

- о чём этот параграф?
- какие новые понятия введены, каков их смысл?
- что дадут эти понятия на практике?

#### *Семинарские занятия:*

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются семинарские/практические занятия. Планы семинарских занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи её изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или берутся из РПД.

Подготовка к семинарскому занятию включает 2 этапа: 1-й – организационный; 2-й - закрепление и углубление теоретических знаний. На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. На лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов,

объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. На семинаре каждый его участник должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане вопросам, проявлять максимальную активность при их рассмотрении. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к репродуктивному уровню (простому воспроизведению текста), не допускается и простое чтение конспекта.

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

#### *Подготовка к зачётам и экзаменам:*

При подготовке к зачёту по дисциплине обучающийся прорабатывает содержание лекций по своему конспекту и по рекомендованным учебникам. На каждый вопрос, обучающийся должен написать план ответа, кратко перечислить и запомнить основные факты, положения. На этапе подготовки к зачёту обучающийся систематизирует и интегрирует информацию, относящуюся к разным разделам лекционного материала, лучше понимает взаимосвязь различных фактов и положений дисциплины, восполняет пробелы в своих знаниях.

#### *Методические рекомендации к заданиям:*

Выполнение домашнего задания студентом является повторением, закреплением и усвоением пройденного на занятии материала, подготовка к изучению новых вопросов, расширение и углубление знаний, формирование умений и навыков. Преподаватель формулирует домашнее задание оптимальным по объёму и содержанию с вопросами для обсуждения и расчетными задачами, предполагая преемственность перехода от ранее изученного к новому.

Темы рефератов, как правило, посвящены рассмотрению одной проблемы. Объём реферата может быть от 12 до 15 страниц машинописного текста. Текстовая часть работы состоит из Введения, Основной части и Заключения.

Во введении студент кратко обосновывает актуальность избранной темы реферата, раскрывает конкретные цели и задачи, которые он собирается решить в ходе своего небольшого исследования.

В основной части подробно раскрывается содержание вопроса (вопросов) темы.

В заключении кратко должны быть сформулированы полученные результаты исследования и даны выводы. Кроме того, заключение может включать предложения автора, в том числе и по дальнейшему изучению заинтересовавшей его проблемы.

В список литературы (источников и литературы) студент включает только те документы, которые он использовал при написании реферата.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

Пакет прикладных программ APM WinMachine:

1. модуль APM WinBeam - расчет и проектирование балочных элементов конструкций,
2. модуль APM WinTruss - расчет и проектирование плоских ферменных конструкций,
3. модуль APM WinFEM2D - расчет и напряженно-деформированного состояния плоских деталей методом конечных элементов

Виртуальный лабораторный комплекс Columbus2007

Интернет-ресурсы:

– все материалы размещены на сайте Ступинского филиала МАИ в разделе «Библиотека» по адресу: <http://www.sfmai.ru>

– <http://mysopromat.ru/> (Сайт содержит конспект лекций по курсу «Сопротивление Материалов», историю создания и становления СОПРОМАТА, как учебного предмета, описание современных методов конструирования и расчета изделий на прочность и долговечность, статистические методы обработки результатов механических испытаний, описание современных программных комплексов CAD/FEA и полезные справочные материалы)

– <http://www.soprotmat.ru/> (Сайт содержит конспект лекций по курсу «Сопротивление материалов», методические указания к решению задач по различным разделам курса, справочные материалы, тесты для самоконтроля)

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лаборатория «Информационная поддержка жизненного цикла продукции», а. 105, 18 компьютеризированных посадочных мест. Комплект мультимедийного оборудования (экран настенный проекторный, проектор BenQ, доска магнитно-маркерная), принтер, доступ в Интернет через локальную сеть, лицензионный пакет системного и офисного ПО, специальное лицензионное ПО Inventor, Solid Works, QForm, APM Winmachine, Columbus, NanoCAD Механика.

Лаборатория «Сопротивление материалов», а. 115. Оборудование для механических испытаний: гидравлическая испытательная машина ZD10, механические испытательные машины FP100 и FP10, копёр МК-30А.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина Соппротивление материалов является частью Блока 1 Дисциплины дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. Дисциплина реализуется на Ступино факультете «Московский авиационного института (национального исследовательского университета)» кафедрой (кафедрами) ТАОМ.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-5 ,ОПК-6 ,ПК-13.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: – разработкой и обоснованием выбора моделей, предназначенных для выполнения расчетов деталей машин и элементов конструкций;

– проведением расчетно-экспериментальных работ по анализу характеристик конкретных механических объектов;

– проектированием деталей и узлов с использованием программных систем компьютерного проектирования;

– оптимизацией решений при создании отдельных видов продукции с учетом требований динамики, долговечности, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности;

– развитием у студентов понимания сущности явлений и основных закономерностей при взаимодействии материальных тел.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой (3 семестр) ,Экзамен (4 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (48 часов), практические (36 часов), лабораторные (12 часов) занятия и (84 часов) самостоятельной работы студента. Дисциплина «Соппротивление материалов» входит в цикл математических и естественных наук и тесно связана с физикой, высшей математикой и теоретической механикой. Знания и навыки, полученные при освоении прикладной механики, используются при дальнейшем изучении дисциплин «Детали машин», «Материаловедение» и ряда других дисциплин, направленных на решение задач подготовки специалистов.

Для усвоения студентами курса «Соппротивления материалов» необходимо предварительное изучение следующих разделов смежных дисциплин:

- из курса высшей математики - правила построения и исследования графиков функций, понятия кривизны и радиуса кривизны, основные понятия и операции векторной алгебры, матрицы и операции над матрицами, дифференцирование и интегрирование функций, геометрическая интерпретация производной, разложение функций в ряды, решение дифференциальных уравнений, основы теории вероятности и математической статистики;

- из курса физики - понятия о силе, работе, мощности и энергии, законы сохранения энергии, законы Ньютона, законы трения;

- из курса теоретической механики - понятие о системе сходящихся сил, системе параллельных сил и пар, системе пар и сил, как угодно расположенных на плоскости и в пространстве.

Прикрепленные файлы

Вопросы к зачёту по Сопромату.docx

**Вопросы к зачёту по дисциплине «Прикладная механика 1  
(Соппротивление материалов), 3 семестр.**

1. Задачи курса сопротивления материалов. Основные допущения.
2. Силовые факторы в поперечных сечениях стержня. Виды напряженно-деформированного состояния стержня. Понятие о деформациях и напряжениях.
3. Центральное растяжение. Определение напряжений в поперечных сечениях стержня. Закон Гука. Модуль упругости, коэффициент поперечной деформации (Пуассона).
4. Напряжения в наклонных сечениях при центральном растяжении стержня. Закон парности касательных напряжений.
5. Определение перемещений при центральном растяжении стержня. Условия прочности и жесткости. Основные типы задач при расчетах на прочность и жесткость растянутых (сжатых) стержней.
6. Влияние собственного веса на напряжения и деформации при центральном растяжении и сжатии. Стержень равного сопротивления.
7. Диаграмма условных напряжений при растяжении пластичных материалов. Механические характеристики материалов. Наклеп. Условный предел текучести.
8. Диаграмма условных напряжений при сжатии пластичных материалов.
9. Диаграммы условных напряжений при растяжении и сжатии хрупких материалов.
10. Нормативное и расчетное сопротивление. Нормативная и расчетная нагрузки.
11. Определение напряжений в произвольном сечении при плоском напряженном состоянии.

12. Определение главных напряжений и положения главных сечений при плоском напряженном состоянии. Экстремальные касательные напряжения и положение сечений, в которых они действуют.
13. Зависимость между напряжениями и деформациями при плоском и объемном напряженном состояниях (обобщенный закон Гука). Коэффициент относительного изменения объема.
14. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Условие прочности. Простейшие расчеты на срез.
15. Назначение гипотез прочности. Классические гипотезы прочности для хрупких материалов.
16. Классические гипотезы прочности для пластичных материалов. Приведенное напряжение. Универсальная запись условия прочности.
17. Общее понятие об изгибе. Поперечная сила и изгибающий момент. Правило знаков. Зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки.
18. Контроль правильности построения эпюр поперечной силы и изгибающего момента. Примеры.
19. Кривизна оси изогнутого стержня, вычисление деформаций и нормальных напряжений в поперечных сечениях при чистом плоском изгибе.
20. Условие прочности балки по нормальным напряжениям для случаев упруго-хрупкого и упруго-пластичного материалов. Подбор сечения балки.
21. Вычисление касательных напряжений при поперечном изгибе (формула Журавского) для балок прямоугольного и двутаврового сечений.
22. Напряжения в наклонных сечениях балки. Главные напряжения, положение главных сечений. Приведенное напряжение, коэффициент запаса прочности. Траектории главных напряжений.
23. Понятие о центре изгиба.
24. Балка равного сопротивления. Расчет рессоры.
25. Дифференциальное уравнение оси изогнутой балки, его интегрирование, определение постоянных интегрирования.

26. Метод уравнивания постоянных интегрирования при определении перемещений балки.
27. Кручение. Понятие о крутящем моменте. Определение напряжений при кручении вала круглого сечения. Условие прочности.
28. Расчет прочности при кручении бруса круглого сечения из пластичного материала по предельному состоянию всего сечения.
29. Деформации и перемещения при кручении валов. Условие жесткости.
30. Кручение стержней с некруглым поперечным сечением. Свободное кручение стержней прямоугольного поперечного сечения.



**Вопросы к экзамену по дисциплине «Прикладная механика 2  
(Сопротивление материалов), 4 семестр.**

1. Назначение гипотез прочности. Классические гипотезы прочности для хрупких материалов.
2. Классические гипотезы прочности для пластичных материалов. Приведенное напряжение. Универсальная запись условия прочности.
3. Косой изгиб. Определение напряжений, расчет прочности. Нахождение перемещений. Нейтральная линия.
4. Внецентренное растяжение и сжатие. Определение напряжений. Проверка прочности. Нейтральная линия.
5. Понятие о ядре сечения. Деформации и перемещения.
6. Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил. Вывод канонических уравнений.
7. Учет симметрии при расчете статически неопределимых стержневых систем.
8. Особенности расчета статически неопределимых многоопорных балок.
9. Методы проверки расчета статически неопределимых стержневых систем.
10. Теория напряженного состояния. Определение напряжений в произвольной площадке, проходящей через заданную точку.
11. Теория напряжений. Круг Мора.
12. Вывод формулы определения удельной потенциальной энергии деформации в общем случае напряженного состояния.
13. Эквивалентное напряжение. Коэффициент запаса для сложного напряженного состояния.
14. Теория начала текучести наибольших касательных напряжений. Вывод формулы определения эквивалентного напряжения.
15. Теория начала текучести энергии изменения формы. Вывод формулы определения эквивалентного напряжения.

16. Теория разрушения Мора. Вывод формулы для эквивалентного напряжения.

17. Основы механики разрушения. Энергетический критерий роста трещин.

18. Основы механики разрушения. Силовой критерий роста трещин.

19. Формулировка граничных условий для определения функции углов поворота нормали и функции прогибов в задаче изгиба пластин. (Для бакалавров)

20. Устойчивость продольно сжатых стержней. Определение основных понятий: устойчивость, бифуркация форм равновесия, критическая сила. Примеры потери устойчивости.

21. Статический метод (метод Эйлера) решения задач устойчивости стержня. Вывод формулы определения критической силы для шарнирно закрепленного стержня (Задача Эйлера).

22. Устойчивость сжатых стержней. Коэффициент приведения длины. Примеры определения коэффициента приведения длины.

23. Устойчивость сжатых стержней. Вывод формулы вычисления критической нагрузки энергетическим методом. Выбор пробной функции прогиба для решения задачи нахождения критической силы энергетическим методом.

24. Пределы применимости формулы Эйлера для вычисления критических нагрузок. Определение значения гибкости стержня, до которого справедлива формула Эйлера. График зависимости критических напряжений от гибкости. Определение критических напряжений при малой гибкости стержня.

25. Расчет на устойчивость по коэффициенту понижения допускаемых напряжений.

26. Продольно-поперечный изгиб стержня. Использование дифференциального уравнения упругой линии для определения прогибов стержня.

27. Расчеты на прочность при циклически изменяющихся напряжениях. Основные понятия об усталости материалов. Характеристики цикла. Кривая усталости и определение предела выносливости.

28. Усталостная прочность. Схематизация диаграммы предельных амплитуд.

29. Влияние концентрации напряжений на усталостную прочность.

30. Влияние качества обработки и состояния поверхностного слоя на усталостную прочность.

31. Влияние абсолютных размеров поперечных сечений деталей на усталостную прочность.

32. Вывод формулы для определения коэффициента запаса усталостной прочности при напряжениях, переменных во времени.

33. Определение коэффициента запаса усталостной прочности при совместном изгибе и кручении стержня.

34. Расчеты на ударную нагрузку.

## РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

### «РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ»

Для заданного составного сечения определить:

1. Положение главных центральных осей.
2. Величину главных центральных моментов инерции.
3. Величину радиусов инерции.
4. Построить эллипс инерции.

Требования к оформлению:

- Расчётно-пояснительная записка, первый файл, оформляется в Microsoft Word (титульный лист, задание, расчёты с необходимыми пояснениями);

- Чертёж составного сечения, второй файл, с необходимыми графическими пояснениями и построениями (системы координат, расстояния между ними, вспомогательная геометрия, основные геометрические размеры и пр.) должен быть выполнен в Autodesk AutoCAD согласно правил ЕСКД (рамка, штамп, формат листа А3)

Вариант №	Двутавр № (ГОСТ 8239-72)	Швеллер № (ГОСТ 8240-72)	№	Равнобокий уголок № (ГОСТ 8509-72)	Неравнобокий уголок № (ГОСТ 8510-72)	Сечение №
0	20	24	0	14	25/16	1
10	33	36	1	10	18/11	2
20	18	33	2	18	18/11	3
30	17	40	3	22	12,5/8	4
40	37	27	4	11	20/12,5	5
50	24	33	5	20	20/12,5	6
60	12	36	6	17	16/10	7
70	40	24	7	25	16/10	8
80	22	33	8	12,5	18/11	9
90	27	30	9	22	20/12,5	10

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**  
**«РАСЧЁТЫ НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЁСТКОСТЬ ПРИ ПРОСТЕЙШИХ**  
**ВИДАХ ДЕФОРМАЦИИ»**

**Задача 1. Расчеты на прочность и жесткость ступенчатого стержня при растяжении-сжатии.**

1. Для стержня, заданного вариантом работы (рис. 1), построить эпюру продольных усилий, возникающих в поперечных сечениях.
2. Подобрать диаметры сечений ( $d_1, d_2, d_3, d_4$ ) из условия прочности по заданным  $\sigma_m$  и  $[n]$ . По полученным размерам перестроить эскиз стержня.
3. Построить эпюру нормальных напряжений по длине стержня.
4. Построить эпюру осевых перемещений по длине стержня относительно верхнего сечения.
5. Из условия прочности на срез и смятие определить необходимую толщину и диаметр головки стержня, если для материала стержня  $[\tau]=0.5[\sigma]$  и  $[\sigma_{см}]=2[\sigma]$ .

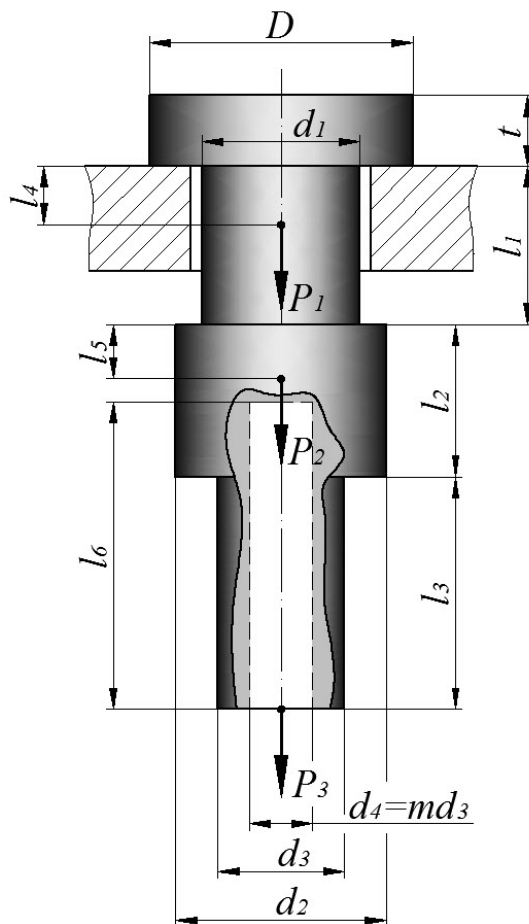


Рисунок 1

**Таблица исходных данных к Задаче 1**

Вариант	$P_1$ , кН	$P_2$ , кН	$P_3$ , кН	$m$	$N_0$	$l_1$ , см	$l_2$ , см	$l_3$ , см	$l_4$ , см	$l_5$ , см	$l_6$ , см	Материал	$\sigma_m$ , МПа	$E$ , ГПа	$[n]$
<b>0</b>	-20	10	40	0,6	<b>0</b>	10	15	20	6	8	30	сталь 10	210	190	1,4
<b>10</b>	-20	40	30	0,5	<b>1</b>	16	20	10	12	16	15	АМГ-2П	210	70	1,7
<b>20</b>	40	-10	20	0,4	<b>2</b>	40	10	16	15	5	22	ВТ1	470	125	2,0
<b>30</b>	-20	50	10	0,7	<b>3</b>	10	20	16	6	10	25	сталь 20	250	202	1,5
<b>40</b>	50	10	-20	0,6	<b>4</b>	20	16	10	14	8	16	АМГ-6	170	70	1,8
<b>50</b>	20	50	-10	0,2	<b>5</b>	16	10	20	13	6	23	МА1	140	40	1,8
<b>60</b>	30	10	20	0,5	<b>6</b>	15	12	22	9	8	32	сталь 30	300	200	1,6
<b>70</b>	10	-20	30	0,3	<b>7</b>	12	22	15	10	14	24	Д1Т	250	71	1,9
<b>80</b>	30	-40	20	0,5	<b>8</b>	22	15	12	18	9	17	СТ4	550	110	1,8
<b>90</b>	50	20	-30	0,6	<b>9</b>	15	22	12	11	17	20	сталь 40	340	214	1,7

## **Задача 2. Расчеты на прочность и жесткость стального вала при кручении.**

1. Для гладкого вала (рис. 2), вращающегося с заданной угловой скоростью  $\omega$ , из условия прочности по заданным значениям нагрузочных моментов ( $M_i$ ) определить рациональное расположение ведущего шкива приводного двигателя и передаваемую им мощность ( $N_{вед}$ ), а также построить эпюру крутящих моментов, возникающих в поперечном сечении вала. (Под  $M_{вед}$  понимается уравновешивающий момент ведущего шкива).

2. Подобрать из условия прочности по допускаемым напряжениям диаметр сплошного гладкого вала, если  $[\tau]=80$  МПа.

3. Построить эпюру угловых перемещений по длине вала относительно левого конечного сечения ( $G=8 \times 10^4$  МПа).

4. Подобрать, исходя из условия прочности по допускаемым напряжениям, поперечные размеры гладкого вала кольцевого сечения с ориентировочным соотношением диаметров  $D/d$  заданным вариантом задания.

5. Построить эпюры распределения касательных напряжений в опасных сечениях сплошного и кольцевого валов.

6. Для фланцевого соединения (рис. 3) на опасном участке определить диаметр стальных болтов из условия прочности на срез, если  $[\tau]_6=100$  МПа.

7. Произвести сравнение весов валов, подобранных по условиям п. 2 и 4.

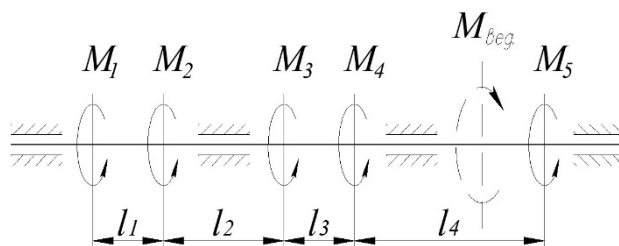


Рисунок 2.

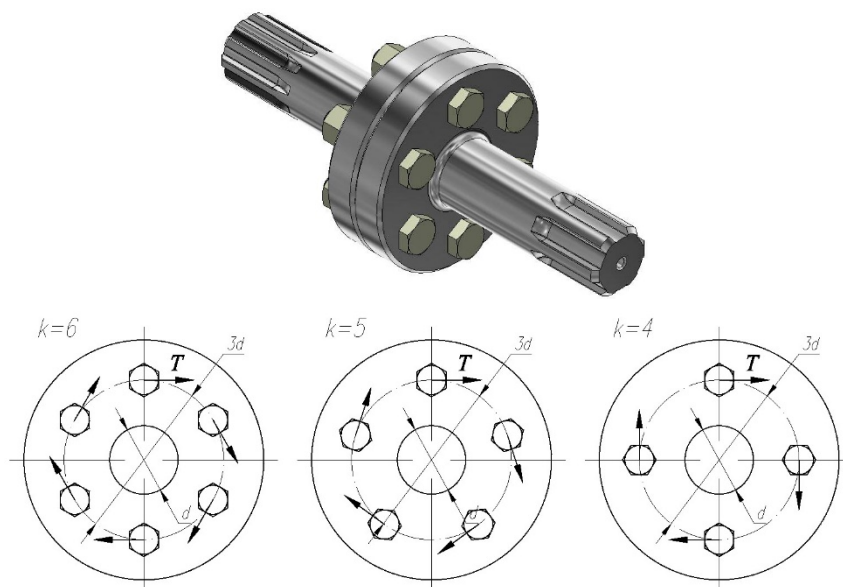


Рисунок 3

Таблица исходных данных к Задаче 2

Вариант	$M_1$ , $H \times m$	$M_2$ , $H \times m$	$M_3$ , $H \times m$	$l_1$ , см	$l_2$ , см	$N_2$	$M_4$ , $H \times m$	$M_5$ , $H \times m$	$l_3$ , см	$l_4$ , см	$\omega$ , сек <sup>-1</sup>	$D/d$	Кол-во болтов фланцевого соединения $k$
0	1000	500	700	40	35	0	800	2000	60	45	150	1,2	4
10	2000	400	800	50	30	1	1600	1100	55	35	285	1,3	5
20	400	2000	800	35	40	2	2000	800	45	50	93	1,3	6
30	1500	300	600	50	35	3	1100	1600	30	55	145	1,4	4
40	1200	200	1500	35	40	4	500	1000	45	50	75	1,4	5
50	500	600	1000	45	40	5	2000	500	50	35	293	1,5	6
60	800	2000	400	60	30	6	700	1800	45	35	145	1,5	4
70	1000	700	1600	40	25	7	1800	900	30	30	95	1,6	5
80	600	1500	300	25	30	8	900	1500	55	20	295	1,6	6
90	1600	200	1200	35	50	9	1500	600	55	25	75	1,7	4

**Задача 3. Расчеты на прочность и жесткость прямолинейной стальной балки при плоском (поперечном) изгибе.**

1. Применительно к заданной серии балок необходимо:

1.1 Для балок 1÷4 построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов,

возникающих в поперечных сечениях.

*Правильность аналитического расчёта балок 1÷3 оценить численным методом средствами программного комплекса АРМ WinMachine 2010 (модуль АРМ Beam). Исходные параметры для моделирования, полученные значения реакций в опорах, эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, с указанными значениями на границах участков, вставить в расчётно-пояснительную записку. Файлы с сохранёнными расчётами балок (три штуки) сдать вместе с файлом основной расчётно-пояснительной записки.*

1.2 Для балки 5, по заданной эпюре изгибающих моментов, используя дифференциальные зависимости между силовыми факторами, построить эпюру поперечных сил и установить характер и величины нагрузок, приложенных к балке ( $M$ ,  $P$ ,  $q$ ).

Ординаты эпюр моментов  $\alpha ql^2$ ,  $\beta ql^2$ ,  $\gamma ql^2$  подсчитать по исходным данным. На некоторых участках балок эпюры изгибающих моментов изменяются по закону квадратичной параболы. Точкой К отмечена вершина параболы. В сечениях А и В балка 5 шарнирно закреплена. Считать, что распределенные внешние моменты отсутствуют, есть только сосредоточенные моменты.

**Таблица исходных данных к Задаче 3 (пункт 1)**

<i>Вариант</i>	$M$ , кНм	$P$ , кН	$q$ , кН/м	$N_0$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$l$ , м	$m$ , м	$k$ , м	$p$ , м	<i>Серия №</i>
<b>0</b>	23	46	14	<b>0</b>	3	5	2	1,6	0,5	1,2	0,8	1
<b>10</b>	26	48	19	<b>1</b>	5	2	3	1,6	0,8	1,1	0,5	2
<b>20</b>	34	62	13	<b>2</b>	2	3	5	1,2	0,9	0,4	0,2	3
<b>30</b>	24	81	40	<b>3</b>	1	3	2	1,6	0,3	0,6	1,3	4
<b>40</b>	10	60	25	<b>4</b>	3	2	1	1,4	1,1	0,3	0,7	5
<b>50</b>	30	42	22	<b>5</b>	2	1	3	1,2	0,6	0,4	1,0	6
<b>60</b>	32	18	40	<b>6</b>	4	1	2	1,5	0,5	1,1	0,8	7
<b>70</b>	36	40	18	<b>7</b>	1	2	4	1,5	1,1	0,5	0,3	8
<b>80</b>	32	46	19	<b>8</b>	2	4	1	1,1	0,2	0,4	0,8	9
<b>90</b>	18	45	30	<b>9</b>	5	3	2	1,2	0,3	0,4	0,8	10

**Схемы к Задаче 3 (пункт 1)**

**Серия 1**



