

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 14 » декабря 20 21 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Соппротивление материалов \_\_\_\_\_  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ бакалавриат \_\_\_\_\_  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 252 (7) \_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 15.03.03 Прикладная механика \_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Прикладная механика (общий профиль, СУОС) \_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование у студентов фундаментальных знаний в области расчетов элементов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость; освоение студентами расчетно-экспериментальных основ дисциплины и практических методов расчета элементов конструкций.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний:
  - основные теоретические подходы к исследованию напряженно – деформированного и предельного состояния нагруженных конструкций и их элементов;
  - основные нормативные документы, ГОСТы, стандарты, применяемые в прикладной механике.
  - основные методы проектирования машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, надежности;
- формирование умений:
  - выбирать и модифицировать существующие типовые методики расчета прочности и жесткости нагруженных конструкций и их элементов;
  - применять существующую нормативно-справочную информацию для расчетов прочности, жесткости, устойчивости элементов конструкции;
  - выбирать и модифицировать существующие определяющие соотношения для проектирования машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, надежности;
- формирование навыков:
  - навыками построения математической расчетной модели и применения типовых инженерных методик оценки прочностных характеристик и предельного состояния в механике материалов и конструкций;
  - навыками самостоятельного изучения или использования нормативной документации, с целью построения математической расчетной модели, оценки прочности, устойчивости, надежности;
  - навыками построения математических расчетных моделей при проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, надежности.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Конструкции и их элементы из материалов, свойства которых не выходят за пределы упругости, работающие под действием статических и динамических нагрузок.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-11	ИД-1ОПК-11	Знает проблемы и задачи прикладной механики	Знает проблемы и задачи прикладной механики	Зачет
ОПК-11	ИД-2ОПК-11	Умеет решать задачи прочности с привлечением физико-математического аппарата	Умеет решать задачи прочности, динамики, надежности с привлечением физико-математического аппарата	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-11	ИД-3ОПК-11	Владеет навыками применения компьютерных технологий для решения задач прикладной механики	Владеет навыками применения компьютерных технологий для решения задач прикладной механики	Курсовая работа
ОПК-12	ИД-1ОПК-12	Знает современные тенденции развития техники	Знает современные тенденции развития техники и технологии	Тест
ОПК-12	ИД-2ОПК-12	Умеет применять подходы прикладной механики	Умеет применять в профессиональной деятельности подходы и принципы прикладной механики	Защита лабораторной работы
ОПК-12	ИД-3ОПК-12	Владеет навыками использования методов решения прикладных задач	Владеет навыками использования методов решения прикладных задач с учетом современного состояния проблемы.	Экзамен

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	4
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	90	54	36
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	16	16
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	18	18
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	54	72
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Введение	1	0	0	0
Основные понятия, термины и определения. Предмет, задачи и методы сопротивления материалов. Реальная конструкция. Упрощения, вводимые в геометрию конструктивных элементов: стержни, пластины и оболочки. Внешние и внутренние силы. Уравнения равновесия. Метод сечений. Три стороны задач сопротивления материалов. Деформации и напряжение в сплошной среде. Элементарные виды нагружения стержней: растяжение, сжатие, сдвиг, изгиб и кручение. Основные упрощающие гипотезы и принципы сопротивления материалов. Понятие о принципе Сен-Венана.				
Геометрические параметры плоских сечений. Построение эпюр внутренних усилий для балок и рам.	2	3	4	15
Тема 1. Геометрические характеристики плоских сечений. Статические моменты площади. Центр тяжести площади сечения. Моменты инерции. Моменты инерции при параллельном переносе осей. Зависимости между моментами инерции при повороте координатных осей. Определение направления главных осей. Главные моменты инерции. Понятие о радиусе и эллипсе инерции. Тема 2. Построение эпюр внутренних усилий, а именно: эпюр продольной и поперечной сил, изгибающих и крутящего момента для балок, рам и валов. Применение метода последовательного интегрирования для построения эпюр внутренних усилий.				
Изгиб стержней. Напряжения и условия прочности при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии балки.	3	3	3	5
Тема 3. Напряжения и условия прочности. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе. Определение нормальных и касательных напряжений при поперечном изгибе. Распределение касательных напряжений при поперечном изгибе в различных поперечных сечениях, состоящих из прямоугольников. Проверка прочности балок при поперечном изгибе. Влияние на прочность и жесткость касательных напряжений в продольных сечениях. Тема 4. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Метод начальных параметров.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Напряженно-деформированное состояние в точке. Линейное, плоское и объемное напряженное состояние.	3	3	3	9
Тема 5. Напряженно-деформированное состояние. Теории предельного состояния. Напряженно-деформированное состояние в точке. Тема 6. Линейное напряженное состояние. Прямая задача плоского напряженного состояния. Обратная задача плоского напряженного состояния. Графическое исследование плоского напряженного состояния. Круг Мора для напряжений. Понятие об объемном напряженном состоянии. Обобщенный закон Гука.				
Диаграммы растяжения конструкционных материалов и их характерные параметры. Теории начала текучести, начала разрушения. Критерий Мора. Энергетические гипотезы.	3	3	3	9
Тема 7. Основные параметры диаграммы растяжения конструкционных материалов: предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, предел прочности. Особенности диаграмм растяжения и сжатия конструкционных материалов. Сравнение механических свойств пластичных и хрупких материалов при растяжении и сжатии. Тема 8. Основные критериальные гипотезы теории предельных состояний: теории начала текучести, теории начала разрушения. Теория предельных состояний Мора. Критерий Мора. Энергетические гипотезы.				
Напряжения и деформации при растяжении-сжатии стержней. Условия прочности. Сравнение механических свойств пластичных и хрупких материалов при растяжении-сжатии. Статически неопределимые стержневые конструкции. Монтажные и температурные напряжения.	2	3	3	8
Тема 9. Расчет напряжений и деформаций при растяжении и сжатии призматических стержней. Условие прочности стержней при растяжении и сжатии. Учет собственного веса при растяжении и сжатии призматических стержней. Ступенчатый стержень и стержень равного сопротивления. Понятие о принципе равнопрочности при проектировании конструкций. Тема 10. Понятие о статически неопределимых стержневых конструкциях. Уравнение совместности деформации. Расчет температурных и монтажных напряжений, возникающих в стержневых конструкциях. Искусственное регулирование усилий в конструкциях.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Напряжения и деформации при сдвиге. Напряжения и деформации при кручении валов круглых и	2	3	2	8
Тема 11. Расчет напряжений и деформаций при сдвиге. Зависимость между модулями упругости первого и второго рода. Допускаемые напряжения при сдвиге. Практические расчеты на сдвиг и смятие. Тема 12. Определение напряжений и деформаций при кручении круглых валов. Анализ напряженного состояния при кручении валов. Расчет на кручение валов, имеющих некруглое поперечное сечение.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	18	18	54
4-й семестр				
Общая методика изучения сложного сопротивления. Косой изгиб. Изгиб с растяжением или сжатием. Изгиб валов с кручением.	2	0	2	12
Тема 13. Понятие о сложном напряженном состоянии. Пространственные стержневые конструкции, нагруженные внешними усилиями: расчет внутренних усилий, возникающих в поперечных сечениях, оценка прочности стержневых конструкций сложной формы. Основные этапы общей методики изучения сложного сопротивления. Косой изгиб. Тема 14. Расчетная схема деформирования стержня при изгибе с растяжением или сжатием – внецентренное растяжение – сжатие. Распределение напряжений по сечению, расчет нейтральной линии, оценка прочности деформированного стержня. Ядро сечения. Анализ действия крутящих и изгибающих моментов на напряженное состояние валов. Методика расчета на прочность валов при изгибе с кручением.				
Понятие о механизме явления усталости и выносливости. Конструктивные и технологические меры повышения предела выносливости деталей машин.	2	0	2	18
Тема 15. Прочность при циклических напряжениях. Понятия о выносливости, усталости, базы испытаний, предела выносливости. Кривая усталости. Эмпирические формулы для расчета предела выносливости. Методы определения предела выносливости. Расчет вала на прочность с учетом переменных напряжений. Тема 16. Анализ влияния конструктивных параметров: наличие концентраторов напряжений, масштабного фактора и качества поверхности конструкции, на изменение предела выносливости деталей машин, технологические меры повышения				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
предела выносливости деталей машин.				
Потенциальная энергия деформации бруса в общем случае статического нагружения. Энергетические теоремы.	2	0	2	12
Тема 17. Энергетический метод определения перемещений. Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил. Потенциальная энергия деформаций бруса в общем случае упругого нагружения. Вычисление потенциальной энергии для различных случаев деформирования бруса. Тема 18. Определение перемещений из условия равенства работы внешних сил и потенциальной энергии деформации. Энергетические теоремы: теорема Клапейрона, теорема Бетти, теорема Максвелла, теорема Кастильяно.				
Порядок определений перемещений с помощью интеграла Мора. Способ Верещагина. Расчет статически неопределимых систем методом сил.	3	0	4	9
Тема 19. Интеграл Мора. Определение перемещений с помощью интеграла Мора. Применение способа Верещагина для определения перемещений. Тема 20. Нахождение степени статической неопределимости стержневых систем. Основные и эквивалентные системы. Канонические уравнения метода сил. Расчет статически неопределимых систем методом сил. Проверка правильности расчета статически неопределимых систем и определение перемещений. Использование свойств симметрии для упрощения расчета статически неопределимых систем.				
Расчеты движущихся систем с учетом сил инерции. Напряжения и деформации при ударном нагружении стержней. Пути уменьшения динамических напряжений при ударе.	2	0	3	9
Тема 21. Учет сил инерции. Анализ основных случаев действия инерционной нагрузки: равноускоренный подъем груза на тросе; равномерное вращение вокруг вертикальной оси горизонтального стержня постоянного сечения; равномерное вращение тонкого кольца. Приближенные расчеты стержней при ударном нагружении. Основные допущения приближенной теории удара. Тема 22. Пути уменьшения динамических напряжений при ударе. Учет массы конструкции, испытывающей удар. Механические свойства материалов при ударе.				
Формула Эйлера для критической силы. Расчеты	2	0	3	6

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
продольно сжатых стержней по коэффициенту понижения допускаемых напряжений. Продольно-поперечный изгиб.				
Тема 23. Расчеты на устойчивость сжатых стержней. Расчет плоских кривых брусьев. Устойчивое и неустойчивое упругое равновесие. Критическая сила. Формула Эйлера для критической силы сжатого стержня. Влияние условий закрепления стержня на величину критической силы. Рациональные формы сечений сжатых стержней при расчетах на устойчивость. Пределы применимости формулы Эйлера. Продольный изгиб за пределом пропорциональности материала. Тема 24. Практические расчеты сжатых стержней на устойчивость по коэффициенту продольного изгиба. Коэффициенты запаса и допускаемые нагрузки при продольно-поперечном изгибе. Расчет балок, испытывающих продольно-поперечный изгиб.				
Расчет толстостенных труб и составных цилиндров. Расчет осесимметрично нагруженных оболочек вращения по безмоментной теории.	2	0	2	6
Тема 25. Формула Ляме для толстостенных труб. Расчет на прочность толстостенных труб под внутренним и наружным давлениями. Расчет составных труб. Тема 26. Осесимметричная задача в безмоментной теории оболочек. Формула Лапласа. Меридиональные и окружные напряжения. Расчет осесимметрично нагруженных оболочек вращения по безмоментной теории: сферический сосуд, цилиндрический баллон и конический сосуд с постоянным внутренним давлением.				
Заключение. Вопросы прочности и надежности в механике материалов и конструкций.	1	0	0	0
Расчета на прочность, коэффициенты запаса. Рациональные сечения стержней из пластичных и хрупких материалов. Вопросы надежности в механике материалов и конструкций. Основные понятия теории надежности отказ, вероятность отказа, функции работоспособности и вероятности безотказной работы. Методы оценки надежности в механике материалов и конструкций: метод моментов, метод статистической линеаризации, метод статистических испытаний.				
ИТОГО по 4-му семестру	16	0	18	72
ИТОГО по дисциплине	32	18	36	126

## Тематика примерных практических занятий

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
1	Геометрические характеристики плоских сечений
2	Построение эпюр внутренних усилий при изгибе балок и рам
3	Расчет статически определимых балок на прочность по нормальным и касательным напряжениям
4	Расчет балок на жесткость методом начальных параметров
5	Напряженное и деформированное состояние. Критерий Мора
6	Расчет на растяжение-сжатие статически определимых стержневых систем
7	Расчет простейших соединений элементов конструкций на растяжение, срез и смятие
8	Расчет валов на кручение
9	Расчет стержней при косом изгибе
10	Расчет на прочность при циклическом нагружении
11	Определение перемещений методом Мора
12	Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил
13	Расчет движущихся систем с учетом сил инерции
14	Расчеты на удар
15	Расчеты на устойчивость продольно сжатых стержней
16	Расчеты на прочность толстостенных труб
17	Расчеты на прочность тонкостенных сосудов давлением

## Тематика примерных лабораторных работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы лабораторной работы</b>
1	Основные принципы механики твердого деформируемого
2	Определение перемещений в балке при изгибе
3	Определение упругих констант материала
4	Испытание материалов на растяжение-сжатие
5	Определение перемещений при сложном сопротивлении
6	Энергетический метод определения перемещений
7	Определение реакции средней опоры статически неопределимой балки
8	Определение осадки пружины при ударном нагружении
9	Устойчивость упругого стального стержня

## Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Расчет балок на прочность и жесткость

### 5. Организационно-педагогические условия

#### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, предусмотрены индивидуальные задания. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и современных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков самостоятельной и командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</p> <p>Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.</p>
--

#### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.</li><li>2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.</li><li>3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным заданиям на самостоятельную работу.</li><li>4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.</li></ol>
--

### 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

#### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		

1	Копнов В. А., Кривошапко С. Н. Сопротивление материалов : руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер. М. : Высш. шк., 2005. 351 с.	15
2	Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов / Вассерман Н. Н., Жученков А. П., Зинштейн М. Л., Ханов А. М. 2-е изд., испр. и доп Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. 364 с. 23,0 усл. печ. л.	41
3	Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов / Павлов П. А., Паршин Л. К., Мельников Б. Е., Шерстнев В. А. Санкт-Петербург : Лань, 2003. 525 с.	64
4	Степин П. А. Сопротивление материалов : учебник для вузов. 10-е изд., стер Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. 320 с.	79
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Келлер И. Э., Петухов Д. С. Критерии прочности и пластичности : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020. 156 с. 10,0 усл. печ. л.	5
2	Сопротивление материалов : пособие по решению задач / Миролюбов И. Н., Алмаметов Ф. З., Курицын Н. А., Изотов И. Н., Яшина Л. В. 7-е изд., испр Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2007. 508 с.	142
3	Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов / Костенко Н.А., Балясникова С.В., Волошановская Ю.Э., Гулин М.А. 3-е изд., перераб. и доп М. : Высш. шк., 2007. 488 с.	48
4	Феодосьев В. И. Сопротивление материалов : учебник для вузов. 17-изд., испр. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. 542 с. 34,0 усл. печ. л.	11
5	Чернова Т. В. Сопротивление материалов. Примеры решения типовых задач : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2015. 95 с. 6,0 усл. печ. л.	25
6	Чернова Т. В. Сопротивление материалов. Статические прочностные расчёты : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2015.	25
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Павлов П. А. Сопротивление материалов : учебник / Паршин Л. К., Мельников Б. Е., Шерстнев В. А. 5-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2019.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-116013">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-116013</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов / Вассерман Н. Н., Жученков А. П., Зинштейн М. Л., Ханов А. М. 2-е изд., испр. и доп Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3352">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3352</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Степин П. А. Сопротивление материалов. 13-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2014.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lan3179">https://elib.pstu.ru/Record/lan3179</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Лаборатория сопротивления материалов и строительной механики 209 корпус Г.	1
Лабораторная работа	Лаборатория сопротивления материалов и строительной механики 209 корпус Г. Лабораторные комплексы: 1. Экспериментальная проверка теории изгиба на примере двухопорной балки; 2. Определение прогибов гибкой балки на двух опорах, подвергнутой чистому изгибу; 3. Косой изгиб балки, защемленной одним концом; 4. Определение перемещений в балке при изгибе; 5. Определение опорной реакции в балке, защемленной одним концом и опертой в пролете; 6. Определение опорного момента балки с одним защемленным и другим опертым концами; 7. Определение осадки пружины при ударном нагружении. Лаборатория динамики и прочности 010 корпус Г. Комплект оборудования для проведения презентаций высокой четкости (Инв.№ 4101251) в составе: Проектор EPSON EB-X31, Модуль беспроводной сети Epson ELPAP10 (V12H731P01), Крепление потолочное Kromax PROJECTOR-100 . Экран высокой четкости с электрическим приводом ScreenMedia Champion [SCM-1106] 244x244 (Инв.№ 04101252) Доска одноэлементная Attache настенная меловая магнитная, зеленая (Инв.№ 06101231). Машина разрывная (Инв.№ 013801755) Машина испытательная разрывная (Инв.№ 013801754). Индикаторы часового типа Штангенциркули Весы лабораторные. Лаборатория динамики и прочности 010 корпус Г. Комплект оборудования для проведения презентаций высокой четкости (Инв.№ 4101251) в составе: Проектор EPSON EB-X31, Модуль беспроводной сети Epson ELPAP10 (V12H731P01), Крепление потолочное Kromax PROJECTOR-100 . Экран высокой четкости с электрическим приводом ScreenMedia Champion [SCM-1106] 244x244 (Инв.№ 04101252) Доска одноэлементная Attache настенная меловая магнитная, зеленая (Инв.№ 06101231). Машина разрывная (Инв.№ 013801755) Машина испытательная разрывная (Инв.№ 013801754). Индикаторы часового типа Штангенциркули Весы лабораторные	1
Лекция	Мультимедийная учебная аудитория 205 корпус Г. Мультимедиа комплекс (Инв.№ 0483179) Доска аудиторная (Инв.№ 0641017) Ноутбук Toshiba Satellite A200-1HV (Инв.№ 0474274)	1
Практическое занятие	Лаборатория сопротивления материалов и строительной механики 209 корпус Г.	1

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Виды контроля, типовые задания и шкалы оценивания результатов обучения

## Виды контроля, типовые задания и шкалы оценивания результатов обучения по дисциплине «Сопротивление материалов»

### 1.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания усвоенных знаний дисциплинарных частей компетенций проводится в форме бланочного тестирования по тематике самостоятельного изучения теоретического материала.

Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

#### Типовой вариант теста

1. Усилие, приходящееся на единицу площади поперечного сечения нагруженного тела, это:

- 1)напряжение в точке;
- 2)удельное усилие на плоскости;
- 3)напряжение на поверхности;
- 4)равномерно распределенная нагрузка.

2. Статически неопределимая система – это система для которой нельзя определить:

- 1)реакции связей и деформации;
- 2)внутренние усилия и реакции связей;
- 3)внутренние усилия и реакции связей только из уравнений равновесия;
- 4)внутренние усилия и напряжения.

3. Статический момент сечения относительно оси x определяется формулой:

- 1)  $\int_F y dF$  ;
- 2)  $\int_F x dF$  ;
- 3)  $\int_F xy dF$  ;
- 4)  $\int_F yz dF$

4. При кручении в поперечных сечениях вала действуют:

- 1) только нормальные напряжения;
- 2) только касательные напряжения;
- 3) и нормальные и касательные напряжения;
- 4) полный вектор напряжений.

5. Распределение величины касательных напряжений по сечению вала при кручении:

- 1)линейное;
- 2) квадратичное;
- 3) постоянное;
- 4)экспоненциальное.

6. Условие прочности при кручении вала имеет вид :

- 1)  $\sigma_{max} \leq [\sigma]$  ;
- 2)  $y_{max} < [y]$ ;
- 3)  $\tau_{max} = \frac{M}{W_p} \leq [\tau]$ ;
- 4)  $M_{max} \leq [M]$ .



- защита курсовой работы.

Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### 1.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 6 рубежных контрольных работ после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Номеру каждого модуля соответствует номер рубежной контрольной работы.

#### Типовые задания КР 1:

1. Вычислить осевой момент инерции поперечного сечения относительно оси  $z$ .
2. Определить положение центра тяжести сложного сечения.
3. Методом последовательного интегрирования построить эпюры внутренних силовых факторов.
4. Выполнить проверку прочности балки при поперечном изгибе.
5. Основные гипотезы и принципы сопротивления материалов.

#### Типовые задания КР 2:

1. Для напряженного состояния, определить напряжения  $\sigma_1$  и  $\tau_1$ .
2. Вычислить напряжения по боковым граням и деформации ребер куба.
3. Показать диаграмму сжатия пластичной стали.
4. Вычислить относительную деформацию.
5. Что называется пределом текучести и пределом прочности.

Варианты контрольных работ хранятся на кафедре «Динамика и прочность машин» в папке УМКД дисциплины «Сопротивление материалов».

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе.</i>

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

Результаты рубежных контрольных работ по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### 2.2.2. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 8 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки защиты лабораторной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	<i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к лабораторной работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в лабораторной работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания лабораторной работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

Результаты защиты лабораторных работ по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### 2.2.3. Защита курсовой работы

Тема курсовой работы приведена в РПД. Методические рекомендации к курсовой работе в приложении 1.

Защита курсовой работы проводится индивидуально каждым студентом. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Шкала и критерии оценки защиты курсовой работы

Бал л	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	<i>Задание по курсовой работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Пояснительная записка по курсовой работе выполнена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Задание по курсовой работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления пояснительной записки по курсовой работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание по курсовой работе. Составил пояснительную записку в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в курсовой работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания курсовой работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

Результаты защиты курсовой работы по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### 2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех контрольных работ (индивидуальных заданий), лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в следующем виде:

### **1) Зачет (после 3-го семестра)**

Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого текущего и рубежного контроля и при выполнении индивидуальных заданий студента (практические работы, контрольные работы и защиты лабораторных работ).

### **2) Экзамен (после 4-го семестра)**

Экзамен по дисциплине проводится устной форме по экзаменационным билетам. Каждый билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений всех заявленных дисциплинарных компетенций. Уровень приобретенных владений оценивается в виде интегральной оценки по результатам выполнения работ.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций.

#### **Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Реальная конструкция и расчетная схема. Силы внутренние и внешние. Метод сечений.
2. Основные гипотезы и принципы сопротивления материалов.
3. Плоский изгиб. Деформации и нормальные напряжения при чистом изгибе.
4. Плоский изгиб. Касательные напряжения при чистом изгибе.
5. Оценка прочности балок при изгибе.
6. Рациональная форма поперечных сечений балок при изгибе.

##### **Практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Особенности построение эпюр внутренних усилий при изгибе балок и рам.
2. Определение перемещений методом Мора.
3. Расчеты стержней на продольно – поперечный изгиб по коэффициенту понижения допускаемых напряжений.
4. Определение степени статической неопределимости системы.

Вопросы и практические задания для экзамена хранятся на кафедре «Динамика и прочность машин» в папке УМКД дисциплины «Сопротивление материалов».

**Методические рекомендации по выполнению и оформлению  
курсовой работы по дисциплине «Соппротивление материалов»**

Курсовая работа по дисциплине «Соппротивление материалов» является самостоятельной учебно-исследовательской работой студентов по практическому применению основных теоретических положений курса с целью закрепления и развития полученных знаний и навыков.

Курсовая работа имеет индивидуальный характер: расчетные схемы и числовые данные для каждой работы выбираются по шифру, выдаваемому преподавателем.

Пояснительная записка к курсовой работе выполняется на одной стороне листов бумаги формата А4 (297x210) и включает в себя:

- титульный лист (приложение 1);
- расчетную часть;
- графическое построение (с обязательным соблюдением масштаба) – на миллиметровой бумаге того же формата;
- список используемой литературы.

В пояснительной записке необходимо привести расчетную схему и исходные данные в соответствии с шифром задания.

Каждый этап работы нумеруется и снабжается заголовком в соответствии с пунктами, указанными в содержании работы, необходимыми пояснениями и схемами.

Все вычисления и окончательные результаты работы должны быть приведены и записаны в системе единиц СИ. При определении из формул численного значения какой-либо величины вначале подставляются численные значения всех букв, далее приводится результат без промежуточных выкладок. Указание всех размеров, а также размерностей всех величин обязательно.

Работы выполняются в срок, предусмотренный учебным планом.

Сдача работы сопровождается ее защитой.

Исходные данные

Схемы чугунных консольных балок, стальных двухопорных балок и рам представлены на рис 2-4 соответственно.

Размеры, величины усилий для балок и рамы и соотношение габаритных размеров сечений консольной балки приведены в табл. 1.

Допускаемые напряжения: для чугуна  $[\sigma_p]=400$  кг/см<sup>2</sup>,  $[\sigma_c]=1200$  кг/см<sup>2</sup>,  $[\tau]=400$  кг/см<sup>2</sup>; для стали Ст.3  $[\sigma]=1600$  кг/см<sup>2</sup>,  $[\tau]=800$  кг/см<sup>2</sup>;

Для консольной балки формы поперечных сечений приведены на рис. 1

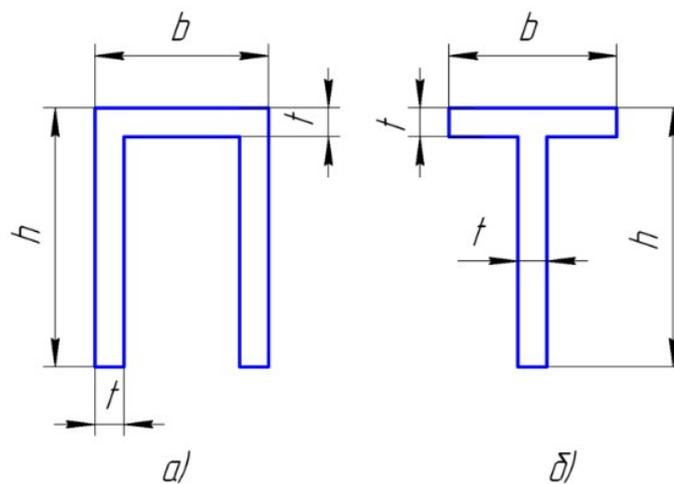


Рисунок - 1. Поперечные сечения:  
 а) – П-образное ( $b=4t$ ); б) – Т-образное ( $b=4t$ )

Для стальной двухопорной балки форма сечения выбирается из таблиц сортаментов прокатной стали.

Допускаемые прогибы:

в пролете

$$[y] = (1/300)l,$$

на консоли

$$[y] = (1/200)l.$$

Содержание и порядок выполнения работы

### Часть I

#### Расчет консольной чугунной балки на прочность

1. Определить опорные реакции и проверить правильность их нахождения.
2. Построить эпюры внутренних силовых факторов и проверить правильность их построения.
3. Определить положение опасных сечений балки и рациональное расположение предлагаемых поперечных сечений.
4. Сравнивая коэффициенты качества заданных для расчета поперечных сечений, выбрать рациональную форму поперечного сечения.
5. Из условия прочности по нормальным напряжениям определить размеры выбранного поперечного сечения.
6. Произвести полную проверку прочности выбранного сечения по нормальным и касательным напряжениям.

7. В конце пояснительной записки для этой части работы изобразить: схему нагружения балки в масштабе (указать численные величины размеров и нагрузок), эпюры внутренних силовых факторов (указать величины характерных ординат), схему балки (указать опасные сечения и опасные точки), эпюры нормальных, касательных напряжений в опасных сечениях.

### Часть 2

#### Расчет двухопорной стальной балки на прочность и жесткость

1. Определить опорные реакции и проверить правильность их нахождения.

2. Построить эпюры внутренних силовых факторов и проверить правильность их построения.

3. Определить положение опасных сечений.

4. Из условия прочности по нормальным напряжениям выбрать по таблицам сортамента прокатной стали рациональную форму поперечного сечения.

5. Произвести полную проверку прочности выбранного сечения по нормальным, касательным напряжениям.

6. Методом начальных параметров определить углы поворота сечений и прогибы балки.

7. Построить эпюры углов поворота сечений и прогибов балки. Проверить правильность их построения.

8. Проверить жесткость балки в пролете между опорами и на консолях. При необходимости подобрать новое сечение.

9. В конце пояснительной записки для этой части работы изобразить: схему нагружения балки в масштабе (указать численные величины размеров и нагрузок), эпюры внутренних силовых факторов (указать величины характерных ординат), эпюры углов поворота сечений и прогибов балки (указать величины характерных ординат), схему балки (указать опасные по прочности и жесткости сечения и опасные точки), эпюры нормальных, касательных напряжений в опасных сечениях.

### Часть 3

#### Построение эпюр внутренних усилий для статически определимых рам

1. Определить опорные реакции и проверить правильность их нахождения.

2. Построить эпюры нормальных, поперечных сил и изгибающих моментов и проверить правильность их построения.

3. Определить угол поворота сечения в точке С по способу Верещагина для рам постоянной жесткости по участкам ( $EJ - \text{const}$ ).