Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.06.2026 12:15:50
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /М.Р. Рыбакова/
«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки/ специальность
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль/ специализация
Поршневые двигатели и турбомашины

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026

Разработчик(и):

Доцент  /М.Н. Лукьянов/

Доцент  /М.Р. Рыбакова/

Заведующий кафедрой «Динамика, прочность и сопротивление материалов»,д.ф.-м..и.  /А.А. Скворцов/

Содержание

..... 3
1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 6
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 6
3.2. Тематический план изучения дисциплины 7
3.3. Содержание дисциплины 12
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 13
3.4.1. Семинарские/практические занятия 13
3.4.2. Лабораторные занятия 14
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 14
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 14
4.2. Основная литература 14
4.3. Дополнительная литература 15
4.4. Электронные образовательные ресурсы 15
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 15
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 15
5. Материально-техническое обеспечение 16
6. Методические рекомендации 16
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 16
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 18
7. Фонд оценочных средств 18
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 18
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 20
7.3. Оценочные средства 24

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование теоретических знаний и практических навыков решения задач прочности, жесткости и устойчивости деталей и конструкций; знаний и навыков в области теоретического и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния элементов машин и конструкций при простых и сложных видах нагружения.

Задачами дисциплины являются:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста, в том числе формирование умений по решению задач прочности, жесткости и устойчивости; умений по определению механических характеристик материалов;
- освоение методов расчета конструкций на прочность, жесткость, устойчивость и усталость;
- освоение навыков определения механических характеристик материалов;
- освоение навыков и умений теоретического и экспериментального определения напряженно-деформированного состояния при простых видах нагружения;
- определение рациональных форм сечений элементов конструкций при различных видах нагружения.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-3. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	**ИОПК-3.1.** Знает области и основные законы естественнонаучных и общеинженерных знаний, методы математического анализа и моделирования, используемые в профессиональной деятельности
	ИОПК-3.2. Умеет применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач
	ИОПК-3.3. Владеет умениями применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач

Роль дисциплины в формировании компетенций:

Формирующая. Дисциплина обеспечивает формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков решения задач прочности, жесткости и устойчивости деталей и конструкций. В ходе освоения дисциплины формируются навыки применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделиро-

вания для решения профессиональных задач в области расчета элементов машин и конструкций на прочность, жесткость, устойчивость и усталость.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Сопротивление материалов»** относится к **обязательной части блока Б.1** учебного плана (код дисциплины: Б1.1.15) и изучается в **3-м и 4-м семестрах**. Промежуточная аттестация: в 3-м семестре – **зачет**, в 4-м семестре – **экзамен**.

Дисциплина является **формирующей** для компетенции ОПК-3, обеспечивая применение естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования для решения профессиональных задач в области расчета элементов машин и конструкций на прочность, жесткость, устойчивость и усталость.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении следующих дисциплин и курсов:

- **Физика** (Б1.1.26.3, 2-3 семестры): знание основных законов механики, понятий силы, деформации, упругости необходимо для понимания физической сущности процессов, происходящих в нагруженных элементах конструкций.
- **Теоретическая механика** (из предшествующих дисциплин): знание законов равновесия твердых тел, методов определения реакций связей, понятий о силах и моментах сил является основой для расчета внутренних силовых факторов.
- **Математический анализ** (Б1.1.26.2, 2 семестр): знание дифференциального и интегрального исчисления необходимо для вывода расчетных формул и решения задач сопротивления материалов.
- **Линейная алгебра** (Б1.1.26.1, 1 семестр): знание матричного аппарата необходимо для анализа напряженно-деформированного состояния в точке.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении следующих дисциплин и освоении элементов образовательной программы:

- **Инженерная механика в энергетическом машиностроении** (Б1.1.16, 3 семестр): знания о напряженно-деформированном состоянии элементов конструкций применяются при кинематическом и динамическом анализе механизмов.
- **Инженерная механика машин и механизмов** (Б1.1.21, 4 семестр): методы расчета на прочность и жесткость используются при проектировании механических систем.
- **Конструирование и расчет механизмов энергетических установок** (Б1.1.22, 5-6 семестры): результаты прочностных расчетов являются основой для конструирования деталей и узлов энергетических установок.
- **Конструирование поршневых двигателей** (Б1.2.8, 6 семестр): знания о сопротивлении материалов необходимы для прочностного расчета деталей кривошипно-шатунного механизма, корпуса двигателя, газораспределительного механизма.
- **Расчет и оптимизация деталей двигателя** (Б1.2.9, 6 семестр): методы сопротивления материалов применяются при прочностном, тепловом и усталостном анализе деталей с использованием методов конечных элементов.
- **Динамический расчет поршневых двигателей** (Б1.2.4, 5 семестр): индикаторные диаграммы и результаты прочностных расчетов используются для определения газовых сил и сил инерции, действующих на элементы двигателя.

• **Подготовка и защита выпускной квалификационной работы**: результаты освоения дисциплины используются при обосновании конструкторских решений и прочностных расчетах проектируемых узлов и деталей.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы (216 часов).

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3	4
	Аудиторные занятия	108	54	54
	В том числе:			
	Лекции	36	18	18
	Семинарские/практические занятия	36	18	18
	Лабораторные занятия	36	18	18
	Самостоятельная работа	108	54	54
	Промежуточная аттестация			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Зачет, Экзамен	Зачет	Экзамен
	Итого	216	108	108

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Семестр 3	Сопротивление материалов (часть 1)	108	54	18	18	18	54
1	Тема 1. Основные понятия. Метод сечений. Внутренние силовые факторы	6	4	2	2	–	2
2	Тема 2. Растяжение и сжатие. Закон Гука. Механические характеристики материалов	14	8	2	2	4	6
3	Тема 3. Напряжения на наклонных площадках. Потенциальная энергия. Статически неопределимые задачи при растяжении-сжатии	12	6	2	2	–	6
4	Тема 4. Чистый сдвиг. Закон парности касательных напряжений. Закон Гука при сдвиге	10	6	2	2	2	4
5	Тема 5. Кручение бруса круглого поперечного сечения. Расчеты на проч-	14	8	2	2	4	6

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	ность и жесткость						
6	Тема 6. Кручение бруса прямоугольного сечения. Кручение тонкостенных стержней. Статически неопределимые задачи на кручение	12	6	2	2	2	6
7	Тема 7. Геометрические характеристики плоских сечений. Моменты инерции. Главные оси	14	6	2	2	2	8
8	Тема 8. Изгиб. Внутренние силовые факторы. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов	14	6	2	2	2	8
9	Тема 9. Нормальные и касательные напряжения при изгибе. Условия прочности. Рациональные формы сечений	12	4	2	2	–	8
Итого за		108	54	18	18	18	54

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
3 семестр							
Семестр 4	Сопротивление материалов (часть 2)	108	54	18	18	18	54
10	Тема 10. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой оси балки. Интеграл Мора. Правило Верещагина	14	8	2	2	4	6
11	Тема 11. Напряженное состояние в точке. Главные напряжения. Круг Мора. Обобщенный закон Гука	14	6	2	2	2	8
12	Тема 12. Сложное сопротивление. Гипотезы прочности. Изгиб с кручением	12	6	2	2	2	6
13	Тема 13. Косой изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие	12	6	2	2	2	6

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
14	Тема 14. Расчет тонкостенных сосудов под давлением. Формула Лапласа	8	4	2	2	–	4
15	Тема 15. Усталостная прочность. Циклическое нагружение. Предел выносливости	12	6	2	2	2	6
16	Тема 16. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера. Пределы применимости	12	6	2	2	2	6
17	Тема 17. Динамические нагрузки. Удар. Коэффициент динамичности	12	6	2	2	2	6
18	Тема 18. Расчет стержневых систем. Метод сил. Статически неопределимые балки и рамы	12	6	2	2	2	6
Итого за 4 семестр		108	54	18	18	18	54

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Всего за курс		216	108	36	36	36	108

3.3. Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия, метод сечений.

Цели и задачи курса. История сопротивления материалов. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Напряжение. Связь напряжений с внутренними силовыми факторами. Деформации и перемещения. Объекты расчета и расчетные схемы. Основные гипотезы и допущения.

Тема 2. Растяжение – сжатие, физико-математические характеристики материалов.

Основные определения. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при растяжении – сжатии стержня. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Напряжения на наклонных площадках при растяжении-сжатии. Потенциальная энергия упругих деформаций при растяжении-сжатии. Испытание материалов на растяжение – сжатие. Механические характеристики материалов. Диаграммы растяжения реальные и схематизированные. Предельная нагрузка. Условия прочности. Статически неопределимые задачи на растяжение – сжатие. Учет монтажных зазоров и температуры.

Тема 3. Чистый сдвиг.

Определение чистого сдвига. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон парности касательных напряжений. Закон Гука при сдвиге. Напряжения на наклонных площадках при сдвиге. Потенциальная энергия упругих деформаций сдвига. Связь между модулями упругости первого и второго рода. Условие прочности при сдвиге. Испытания материалов на сдвиг.

Тема 4. Кручение.

Определение кручения. Кручение бруса круглого поперечного сечения. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при кручении. Потенциальная энергия деформации кручения. Испытание материалов на кручение. Расчеты на прочность и жесткость при кручении. Кручение бруса прямоугольного поперечного сечения. Депланация сечения. Статически неопределимые задачи на кручение. Расчет винтовых цилиндрических пружин. Определение напряжений в пружинах. Различные способы определения перемещений в пружинах.

Тема 5. Геометрические характеристики поперечных сечений бруса.

Площадь. Статические моменты. Осевые и центробежные моменты инерции. Полярный момент инерции. Радиус инерции. Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе и при повороте осей. Теоремы. Главные оси и главные моменты инерции. Определение положения главных осей и вычисление значений главных моментов инерции различных поперечных сечений.

Тема 6. Изгиб

Определение изгиба. Внутренние силовые факторы при изгибе. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки. Нормальное напряжение при чистом изгибе. Нормальные и касательные напряжения в поперечных сечениях бруса при поперечном изгибе. Условие статической прочности при изгибе. Рациональные формы сечения балок. Потенциальная энергия при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой оси балки. Определение перемещений с помощью дифференциального уравнения. Интеграл Мора. Правило Верещагина. Балка равного сопротивления.

Тема 7. Напряженно-деформированное состояние в точке.

Наряженное состояние в точке. Тензоры напряжений и деформаций. Определение напряжений в наклонных площадках. Главные площадки и главные напряжения. Обобщенный закон Гука. Энергия упругих деформаций.

Тема 8. Сложное сопротивление. Гипотезы прочности.

Сложное сопротивление. Критерии возникновения пластических деформаций. Гипотеза максимальных касательных напряжений. Гипотеза потенциальной энергии формоизменения. Теория прочности Мора. Понятие механики разрушения. Изгиб с кручением балок круглого и прямоугольного сечения.

Тема 9. Сложные виды нагружения бруса, косой изгиб, внецентренное растяжение – сжатие, изгиб с кручением, расчет тонкостенных сосудов

Определение сложного вида нагружения. Косой изгиб. Внецентренное растяжение – сжатие. Изгиб с кручением. Общий случай нагружения бруса. Расчет тонкостенных сосудов под действием внутреннего и внешнего давления. Вывод формулы Лапласса.

Тема 10. Прочность при циклически изменяющихся напряжениях.

Определение. Механизм усталостного разрушения. Кривые усталости. Предел выносливости. Факторы, влияющие на сопротивление усталости деталей. Характеристики цикла переменных напряжений. Диаграмма предельных амплитуд. Сопротивление усталости при совместном действии нормальных и касательных напряжений. Понятие расчета на долговечность.

Тема 11. Устойчивость сжатых стержней.

Основные понятия и определения. Устойчивая и неустойчивая формы упругого равновесия. Критическая сила. Формула Эйлера. Пределы применимости формулы Эйлера. Эмпирическая формула Ясинского. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Рациональные формы поперечных сечений сжатых стержней. Расчет по коэффициенту снижения допускаемого напряжения на сжатие.

н. Динамические нагрузки. Удар.

Учет сил инерции. Напряжения во вращающемся кольце. Напряжения и перемещения в упругой системе при ударе падающим грузом. Учет массы упругой системы. Коэффициент динамичности. Крутящий удар.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1 «Вводное практическое занятие»

Практическое занятие №2 «Расчет бруса на растяжение-сжатие. Построение эпюр внутренних силовых факторов. Определение запаса прочности» Выдача РГР №1.

Практическое занятие №3 «Решение статически неопределимых задач при растяжении – сжатии»

Практическое занятие №4 «Определение внутренних силовых факторов при кручении. Построение эпюр. Расчет на прочность и жесткость» Выдача РГР №2.

Практическое занятие №5 «Статически неопределимые задачи на кручение. Расчет статически определимых и статически неопределимых конструкций с пружинами»

Практическое занятие №6 «Определение положения центра тяжести и геометрических характеристик плоских сечений.» Выдача РГР №3.

Практическое занятие №7 «Определение внутренних силовых факторов при изгибе. Построение эпюр и их анализ с помощью дифференциальной зависимости»

Практическое занятие №8 «Определение нормальных и касательных напряжений в балке при изгибе. Подбор сечения»

Практическое занятие №9 «Определение перемещений в балках с помощью интеграла Мора (правило Верещагина)»

Практическое занятие №10 «Расчет статически определимой рамы»

Практическое занятие №11 «Расчет статически неопределимой балки»

Практическое занятие №12 «Расчет статически неопределимой рамы»

Практическое занятие №13 «Расчет пространственного бруса»

Практическое занятие №14 «Определение величин главных напряжений и положения главных площадок. Круг Мора»

Практическое занятие №15 «Расчет тонкостенных сосудов под внутренним давлением»

Практическое занятие №16 «Расчет вала на статическую прочность. Построение эпюр моментов, выбор размеров. Расчет вала на усталостную прочность. Определение коэффициента запаса усталостной прочности»

Практическое занятие №17 «Расчет на устойчивость»

Практическое занятие №18 «Расчет на удар»

3.4.2. Лабораторные занятия

- Лабораторная работа №1. «Испытательные машины и оборудование»
- Лабораторная работа №2. «Испытание материалов на растяжение»
- Лабораторная работа №3 «Испытание материалов на сжатие»
- Лабораторная работа №4. «Определение модуля Юнга и коэффициента Пуассона»
- Лабораторная работа №5. «Исследование напряженно-деформированного состояния тонкостенной трубы при кручении»
- Лабораторная работа №6. «Определение напряжений в балке при плоском чистом изгибе»
- Лабораторная работа №7 «Определение перемещений в балке при поперечном изгибе»
- Лабораторная работа №8 «Экспериментальная проверка теоремы о взаимности работ»,
- Лабораторная работа №9 «Исследование напряженного состояния плоской рамы»
- Лабораторная работа №10 «Определение реакции в опоре однопролетной статически неопределимой балки»
- Лабораторная работа №11 «Исследование напряженного состояния плоской статически неопределимой рамы»
- Лабораторная работа №12 «Исследование напряженного состояния бруса при внецентренном растяжении»
- Лабораторная работа №13 «Исследование напряженно- деформированного состояния консольного стержня при косом изгибе»
- Лабораторная работа №14 «Испытание тонкостенного бруса открытого профиля на изгиб и кручение»
- Лабораторная работа №15 «Исследование устойчивости прямого центрально-сжатого стержня»
- Лабораторная работа №16 «Определение теоретического коэффициента концентрации напряжений»
- Лабораторная работа №17 «Исследование работы стержня при продольно-поперечном изгибе»
- Лабораторная работа №18 «Исследование напряженного состояния кривого бруса»

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р 57837-2017 «Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок»
2. ГОСТ 25.503-97 «Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов»

4.2. Основная литература

1. Валишвили, Н. В. Сопротивление материалов и конструкций: учебник для вузов / Н. В. Валишвили, С. С. Гаврюшин. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 429 с. URL: https://urait.ru/bcode/511770

2. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов: учебник и практикум для вузов / С. Н. Кривошапко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 397с.
URL: https://urait.ru/bcode/510729

4.3. Дополнительная литература

1. И.В. Балабин, В.В. Богданов Лабораторные работы по курсу «Сопротивление материалов» на базе универсального учебного комплекса «СМ-1». Учебное пособие (№2821).[электронный ресурс] – М., МГТУ «МАМИ», 2010 -132с.
URL: http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

2. Растяжение, сжатие, кручение, изгиб. Геометрические характеристики плоских сечений: Сборник заданий к выполнению расчетно-графических работ по курсу «Сопротивление материалов» (№2493). [электронный ресурс]/ Крамской Н.А., Чабунин И.С. – 2 изд., испр.и доп.- М.: МГТУ «МАМИ», 2011 –34с.
URL: http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

3. Растяжение, сжатие, кручение и изгиб. Геометрические характеристики плоских сечений. Методические указания к выполнению расчетно-графических работ по курсу «Сопротивление материалов» (№ 2492). [электронный ресурс]/ Крамской Н.А., Чабунин И.С. – 2 изд., испр.и доп.- М.: МГТУ «МАМИ», 2011 –82с.
URL: http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

4.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Курс «Сопротивление материалов» (1 модуль)
URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=83

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для освоения дисциплины и выполнения учебных, научно-исследовательских и проектных работ в рамках образовательной программы рекомендуется использование следующего лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Microsoft Windows – лицензионная операционная система, используемая для обеспечения работы всех учебных компьютеров и персональных устройств в аудиториях университета. Доступна на всех компьютерах университета в рамках лицензионного соглашения. Студенты могут использовать свободно распространяемые альтернативы (Linux, Astra Linux) для выполнения учебных задач.

Microsoft Office – лицензионный пакет офисных приложений, включающий текстовый редактор Word, табличный процессор Excel, программу для создания презентаций PowerPoint. Используется для оформления расчётно-пояснительных записок, отчётов, презентаций и другой учебной документации. Доступен на компьютерах университета. Свободными аналогами являются LibreOffice и OpenOffice.

КОМПАС-3D – российская система трёхмерного моделирования, широко используемая в отечественном машиностроении. Позволяет выполнять параметрическое моделирование, создавать чертежи в соответствии с ЕСКД, проводить прочностные расчёты в среде APM FEM. Учебная версия доступна для свободного скачивания на сайте разработчика (https://kompas.ru).

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для успешного освоения образовательной программы и выполнения научно-исследовательских, проектных и выпускных квалификационных работ студентам рекомендуется использовать следующие современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейшая российская электронная библиотека научных публикаций, интегрированная с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ). Содержит полнотекстовые статьи из научных журналов по энергетическому машиностроению, двигателестроению и смежным отраслям. Позволяет отслеживать публикационную активность и находить актуальные исследования. Доступ открыт с любого компьютера через сеть Интернет по адресу: https://elibrary.ru.

КиберЛенинка – научная электронная библиотека открытого доступа. Содержит полнотекстовые научные статьи, в том числе по техническим наукам, энергетическому машиностроению и двигателестроению. Все материалы доступны бесплатно. Адрес ресурса: https://cyberleninka.ru.

Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов (docs.cntd.ru**)** – бесплатная база нормативных документов, включающая ГОСТы, технические условия, строительные нормы и правила. Удобна для оперативного поиска актуальных стандартов, необходимых при проектировании и расчётах деталей и узлов двигателей. Адрес: https://docs.cntd.ru.

Росстандарт (ФГУП «Стандартинформ») – официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Содержит информацию о действующих стандартах, технических регламентах и нормативных документах. Адрес: https://www.gost.ru.

Научная библиотека Московского политехнического университета – электронный каталог библиотеки университета, содержащий информацию о фондах учебной и научной литературы. Доступен с любого устройства, имеющего подключение к интернету. Адрес: https://lib.mospolytech.ru.

«Известия вузов. Машиностроение» – рецензируемый научный журнал открытого доступа, публикующий статьи по актуальным проблемам машиностроения, включая двигателестроение. Входит в перечень ВАК. Содержит исследования по рабочему процессу ДВС, динамике, прочности и другим направлениям. Адрес: https://izvuzmash.ru.

Объединение сетевых электронных библиотек (СЭБ) – некоммерческое партнёрство, объединяющее научную и учебную литературу вузов — участников проекта. Обеспечивает доступ к учебно-методическим материалам по техническим специальностям. Доступ осуществляется через портал ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com (авторизация по IP-адресам университета или через личный кабинет).

5. Материально-техническое обеспечение

• Специализированная лаборатория кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» (ауд. Н-211а, Н-209) оснащенная:

1. Учебная испытательная машина МИ-40КУ
2. Лабораторный комплекс ЛКСМ-1К
3. Универсальный учебный комплекс по сопротивлению материалов СМ-1 (2 шт)
4. Универсальный комплекс для проведения лабораторных работ СМ-2 (2 шт)
5. Маятниковый копер МК-300

• Аудитории для практических занятий кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» (ауд. Н-211а, Н-209) оснащенные:

2. Меловая доска
3. Проектор
4. Настенный экран

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Методика преподавания дисциплины «Сопротивление материалов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих

активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза с последующим расчетом и защитой;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых расчетно-графических работ;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме тестирования;

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность исодержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Зачет по дисциплине проводится в форме письменного зачета с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных билетах. В билет вносится два теоретических и один практический вопрос из различных разделов дисциплины для более полной проверки знаний студентов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий зачет лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

1. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
2. Углубление и расширение теоретической подготовки;
3. Формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
4. Развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
5. Использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговому зачету.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

7. Фонд оценочных средств

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов предусмотрен фонд оценочных средств (ФОС), позволяющий оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций. Фонд оценочных средств состоит из комплектов контрольно-оценочных средств. Комплекты контрольно-оценочных средств включают в себя контрольно-оценочные материалы, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (зачета в 3-м семестре, экзамена в 4-м семестре). Дисциплина «Сопротивление материалов» является формирующей для компетенции ОПК-3, обеспечивая формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков решения задач прочности, жесткости и устойчивости деталей и конструкций.

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность следующих компетенций и индикаторов:

ОПК-3. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

Индикаторы достижения компетенции:

- **ИОПК-3.1.** Знает области и основные законы естественнонаучных и общеинженерных знаний, методы математического анализа и моделирования, используемые в профессиональной деятельности.
- **ИОПК-3.2.** Умеет применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач.
- **ИОПК-3.3.** Владеет умениями применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач.

В процессе изучения дисциплины используются следующие методы контроля.

Практические занятия

В ходе выполнения практических заданий (построение эпюр внутренних силовых факторов, расчет на прочность и жесткость, подбор сечений) оценивается способность студента применять теоретические знания для решения конкретных профессиональных задач. Проверяемые индикаторы: ИОПК-3.1, ИОПК-3.2, ИОПК-3.3.

Лабораторные работы

Лабораторные работы выполняются индивидуально или в малых группах. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку. Защита проводится в формате «вопрос-ответ». Проверяемые индикаторы: ИОПК-3.1, ИОПК-3.2, ИОПК-3.3.

Расчетно-графические работы (РГР)

Расчетно-графические работы выполняются студентом самостоятельно по индивидуальному заданию. Каждая РГР включает расчетно-графическую часть и защиту. Проверяемые индикаторы: ИОПК-3.1, ИОПК-3.2, ИОПК-3.3.

Тестирование

Тестирование проводится после завершения изучения основных разделов дисциплины и включает вопросы закрытого и открытого типа, направленные на проверку знаний основных понятий, законов и методов расчета. Проверяемые индикаторы: ИОПК-3.1, ИОПК-3.2.

Контрольные работы

Контрольные работы проводятся после завершения изучения соответствующих разделов дисциплины. Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом и состоит из расчетных задач. Проверяемые индикаторы: ИОПК-3.2, ИОПК-3.3.

Зачет (3 семестр)

Промежуточная аттестация в 3-м семестре проводится в форме зачета. Зачет позволяет оценить знания, умения и навыки студента по разделам, изучаемым в 3-м семестре (растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, геометрические характеристики сечений, изгиб). Зачет проводится в письменной форме с последующим собеседованием. Проверяемые индикаторы: ИОПК-3.1, ИОПК-3.2, ИОПК-3.3.

Экзамен (4 семестр)

Промежуточная аттестация в 4-м семестре проводится в форме экзамена. Экзамен позволяет комплексно оценить знания, умения и навыки студента по всем разделам дисциплины. Экзамен проводится в письменной или устной форме. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и одну задачу. Проверяемые индикаторы: ИОПК-3.1, ИОПК-3.2, ИОПК-3.3.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Сопротивление материалов» (выполнили и защитили лабораторные работы, расчетно-графические работы, контрольные работы и тесты).

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Сопротивление материалов».

7.2.1. Критерии оценки текущего контроля успеваемости

Критерии оценки лабораторных работ

Лабораторная работа выполняется индивидуально или в малых группах. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку. Защита проводится в формате «вопрос-ответ» (3 вопроса по теме работы).

Оценка	Описание
Зачтено	Лабораторная работа выполнена в полном объеме, отчет оформлен в соответствии с требованиями. При защите студент демонстрирует понимание цели и методики проведения работы, правильно интерпретирует полученные результаты, уверенно отвечает на контрольные вопросы.
Не зачтено	Лабораторная работа не выполнена или выполнена не в полном объеме, отчет оформлен с нарушениями. При защите студент не понимает цели и методики работы, не может ответить на контрольные вопросы, допускает грубые ошибки в интерпретации результатов.

Критерии оценки расчетно-графических работ (РГР)

Расчетно-графическая работа выполняется студентом самостоятельно по индивидуальному заданию. Защита проводится в формате «вопрос-ответ» (3 вопроса).

Оценка	Описание

Оценка	Описание
Отлично	РГР сдана в срок, расчетная и графическая части выполнены верно, оформление соответствует требованиям. При защите студент уверенно отвечает на вопросы, аргументирует полученные результаты.
Хорошо	РГР сдана в срок, расчетная часть выполнена верно, в графической части есть незначительные замечания. При защите студент в целом отвечает на вопросы, но допускает отдельные неточности.
Удовлетворительно	РГР сдана с нарушением срока, в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верно. При защите студент испытывает затруднения при ответах на вопросы.
Неудовлетворительно	РГР не сдана или в расчетной и графической частях есть грубые ошибки. При защите студент не может ответить на вопросы по существу.

Критерии оценки контрольных работ

Контрольная работа проводится в письменной форме и является проверкой приобретенных в процессе изучения дисциплины знаний.

Оценка	Описание
Отлично	Работа выполнена полностью, без ошибок и недочетов. Студент демонстрирует глубокое понимание теоретического материала, правильно применяет методы расчета, делает обоснованные выводы.
Хорошо	Работа выполнена полностью, но имеются незначительные ошибки или недочеты (не более 2-3). Студент в целом владеет материалом, но допускает отдельные неточности в расчетах или выводах.
Удовлетворительно	Работа выполнена не полностью (не менее 60% заданий), либо содержит существенные ошибки. Студент демонстрирует базовое понимание материала, но испытывает затруднения при применении методов расчета.
Неудовлетворительно	Работа выполнена менее чем на 60%, либо содержит грубые ошибки. Студент не владеет основным материалом, не может применить методы расчета.

Критерии оценки тестирования

Тестирование проводится после завершения изучения разделов дисциплины.

Оценка	Описание
Зачтено	Выполнено верно более 70% заданий теста. Студент демонстрирует знание основных понятий, законов и методов расчета сопротивления материалов.
Не зачтено	Выполнено верно менее 70% заданий теста. Студент не владеет основным материалом, допускает грубые ошибки.

7.2.2. Критерии оценки промежуточной аттестации (зачет, 3 семестр)

Промежуточная аттестация в 3-м семестре проводится в форме зачета. Зачет проводится в письменной форме с последующим собеседованием. Зачетный билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой на 3-й семестр (выполнили и защитили лабораторные работы, расчетно-графические работы, контрольные работы и тесты).

Оценка	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом на 3-й семестр. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков индикаторам компетенции ОПК-3, оперирует приобретенными знаниями, умеет решать типовые задачи на растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, изгиб, определять геометрические характеристики сечений. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом на 3-й семестр. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний индикаторам компетенции, допускает значительные ошибки, не умеет решать типовые задачи.

7.2.3. Критерии оценки промежуточной аттестации (экзамен, 4 семестр)

Промежуточная аттестация в 4-м семестре проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в письменной или устной форме. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и одну задачу.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой на 4-й семестр (выполнили и защитили лабораторные работы, расчетно-графические работы, контрольные работы и тесты), а также успешно сдавшие зачет в 3-м семестре.

Оценка	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков индикаторам компетенции ОПК-3, свободно владеет понятийным аппаратом, умеет применять теоре-

Оценка	Описание
	тические знания для решения практических задач. Ответы на теоретические вопросы полные, логичные, аргументированные. При решении практических задач демонстрирует уверенное владение методами расчета.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков индикаторам компетенции ОПК-3, но допускает отдельные неточности в формулировках или при решении практических задач. Ответы на теоретические вопросы в целом правильные, но не всегда полные и аргументированные.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков индикаторам компетенции ОПК-3, допускает существенные ошибки в изложении теоретического материала или при решении практических задач. Ответы на дополнительные вопросы неуверенные, требуют наводящих вопросов.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков индикаторам компетенции ОПК-3, допускает грубые ошибки, не может решить практические задачи, не владеет терминологией.

7.2.4. Соответствие методов контроля проверяемым индикаторам компетенций

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность знаний и навыков, необходимых для освоения индикаторов компетенции ОПК-3. Дисциплина является формирующей для указанной компетенции.

Индикатор компетенции	Методы контроля
ИОПК-3.1. Знает области и основные законы естественнонаучных и общеинженерных знаний, методы математического анализа и моделирования, используемые в профессиональной деятельности	Тестирование, контрольные работы, зачет, экзамен
ИОПК-3.2. Умеет применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач	Практические занятия, расчетно-графические работы, контрольные работы, зачет, экзамен
ИОПК-3.3. Владеет умениями применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач	Лабораторные работы, расчетно-графические работы, экзамен

Оценка сформированности знаний и навыков осуществляется комплексно с использованием всех методов контроля. Результаты текущего контроля (лабораторные работы, расчетно-графические работы, контрольные работы, тестирование) и промежуточной аттестации (зачет в 3-м семестре, экзамен в 4-м семестре) учитываются при формировании итоговой оценки по дисциплине.

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

-Расчетно-графическая работа №1 «Расчет систем с элементами, работающими на растяжение (сжатие)», содержит две задачи, посвященные расчету статически определимых и статически неопределимых систем, работающих на растяжение, сжатие.

- Расчетно-графическая работа №2 «Расчет систем с элементами, работающими на кручение», содержит две задачи, посвященные расчету статически определимых и статически неопределимых систем, работающих на кручение.

- Расчетно-графическая работа №3 «Определение геометрических характеристик сложного сечения и расчет систем с элементами, работающими на изгиб», содержит две задачи, посвященные определению геометрических характеристик сложного сечения и расчету консольной балки на изгиб.

- подготовка к выполнению, выполнение, проведение расчетов и защита шести лабораторных работ.

- выполнение трех тестов по основным разделам дисциплины (тест №1 «Основные понятия и растяжение-сжатие», тест №2 «Чистый сдвиг и кручение», тест №3 «Геометрические характеристики и изгиб»), выполнение итогового теста. Если в процессе выполнения теста студент, получает количество баллов меньшее, чем необходимо для зачета по тесту, то на экзамене ему могут быть задан вопросы по теме теста.

- выполнение трех контрольных работ для защиты РГР (контрольная работа №1 «Растяжение-сжатие», контрольная работа №2 «Кручение», Контрольная работа №3 «Изгиб»).

Расчетно-графические работы проводятся по индивидуальному заданию.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме письменного зачета с последующим собеседованием по материалам ответа. Для допуска к зачету студенты должны верно выполнить и защитить три расчетно-графические работы, также шесть лабораторных работ, выполнить три контрольные работы, три промежуточных теста и один итоговый тест. Зачетный билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу. Список вопросов, выносимых на зачет выдается студентам на первом занятии. Для подготовки и написания ответа на билет и решение задачи студенту выделяется 35 минут. В процессе проведения собеседования студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, не выходящие за рамки изученного курса.

Образцы тестовых заданий, заданий расчетно-графических работ, контрольных задач и зачетного билета:

Пример зачетного билета
по курсу «Сопротивление материалов»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина Сопротивление материалов
Направление 13.03.03 Энергетическое машиностроение
Курс 2, семестр 4

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 7.

1. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон парности касательных напряжений. Закон Гука при сдвиге.
2. Статически неопределимые задачи на растяжение – сжатие. Учет монтажных зазоров и температуры.
3. Задача

Утверждено на заседании кафедры « » _____ 201_ г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/

Перечень вопросов к зачету (ОПК-3)

Вопросы	Код компетенции
Цели и задачи курса. История развития науки о прочности. Основные гипотезы и допущения. Объекты расчета и расчетные схемы	ОПК-3
Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Внутренние силовые факторы	ОПК-3
Напряжение. Связь напряжений с внутренними силовыми факторами	ОПК-3
Деформации и перемещения	ОПК-3
Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при растяжении – сжатии прямого бруса	ОПК-3
Напряжения на наклонных площадках. Потенциальная энергия упругих деформаций	ОПК-3

Закон Гука. Коэффициент Пуассона	ОПК-3
Испытание материалов на растяжение – сжатие. Механические характеристики. Диаграммы растяжения реальные и схематизированные	ОПК-3
Предельная нагрузка. Условия прочности при растяжении-сжатии	ОПК-3
Напряжения и деформации при сдвиге. Закон парности касательных напряжений	ОПК-3
Напряжения на наклонных площадках при сдвиге	ОПК-3
Потенциальная энергия упругих деформаций при сдвиге. Условие прочности при сдвиге	ОПК-3
Связь между модулями упругости первого и второго рода.Закон Гука при сдвиге	ОПК-3
Площадь. Статические моменты. Осевые и центробежные моменты инерции. Полярный момент инерции. Радиус инерции	ОПК-3
Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе осей	ОПК-3
Зависимость между моментами инерции при повороте осей	ОПК-3
Главные оси и главные моменты инерции. Определение положения главных осей и вычисление значений главных моментов инерции различных поперечных сечений	ОПК-3
Кручение бруса круглого поперечного сечения. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при кручении	ОПК-3
Потенциальная энергия деформации при кручении. Расчеты на прочность и жесткость при кручении	ОПК-3
Расчет винтовых цилиндрических пружин. Определение напряжений в пружинах. Различные способы определения перемещений в пружинах	ОПК-3
Кручение бруса прямоугольного поперечного сечения. Депланация сечения	ОПК-3
Статически неопределимые задачи на кручение	ОПК-3
Изгиб. Внутренние силовые факторы при изгибе. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов	ОПК-3
Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки	ОПК-3
Нормальное напряжение при чистом изгибе	ОПК-3
Касательных напряжений в поперечных сечениях бруса при поперечном изгибе	ОПК-3
Условие статической прочности. Рациональные формы сечения балок. Потенциальная энергия	ОПК-3
Дифференциальное уравнение упругой оси балки	ОПК-3
Интеграл Мора и правило Верещагина	ОПК-3
Балка равного сопротивления изгибу	ОПК-3

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» Дисциплина Сопротивление материалов
Направление 13.03.03 Энергетическое машиностроение

ЭКЗАМЕННАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10.

1. Классификация стержневых систем. Теорема о взаимности работ и перемещений
2. Устойчивая и неустойчивая формы упругого равновесия. Критическая сила. Формула Эйлера.
3. Задача

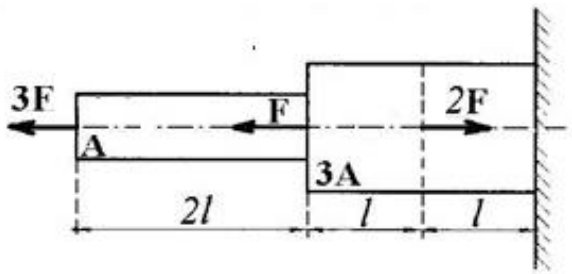
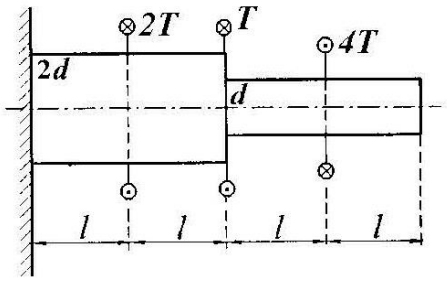
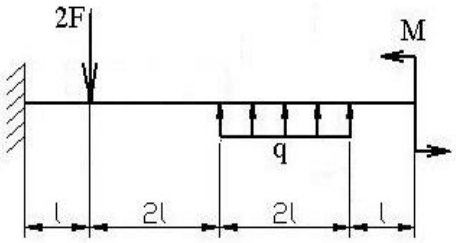
Утверждено на заседании кафедры « » ____
20_ г., протокол № ___. Зав. кафедрой
_____/А.А.Скворцов/

Перечень вопросов к экзамену

Вопросы к экзамену	**Код компетенции**
Стержневая система. Классификация стержневых систем.	**ОПК-3**
Теорема о взаимности работ и перемещений.	**ОПК-3**
Теорема Кастилиано.	**ОПК-3**
Интегралы Мора для определения перемещений в стержневых системах.	**ОПК-3**
Понятие о степенях свободы и связи. Метод сил. Канонические уравнения метода сил.	**ОПК-3**
Расчет статически неопределимых балок и рам. Использование свойств симметрии.	**ОПК-3**
Определение перемещений в статически неопределимых системах.	**ОПК-3**
Наряженное состояние в точке. Тензоры напряжений и деформаций.	**ОПК-3**
Определение напряжений в наклонных площадках при плоском изгибе	**ОПК-3**
Главные площадки и главные напряжения.	**ОПК-3**

Исследование напряженного состояния с помощью круга Мора.	**ОПК-3**
Виды напряженных состояний. Обобщенный закон Гука.	**ОПК-3**
Объемная деформация. Энергия упругих деформаций.	**ОПК-3**
Сложное сопротивление. Критерии возникновения пластических деформаций. Гипотеза максимальных касательных напряжений.	**ОПК-3**
Гипотеза потенциальной энергии формоизменения. Теория прочности Мора.	**ОПК-3**
Изгиб с кручением балок круглого и прямоугольного сечения.	**ОПК-3**
Определение сложного вида нагружения.	**ОПК-3**
Косой изгиб.	**ОПК-3**
Внецентренное растяжение – сжатие.	**ОПК-3**
Изгиб бруса большой кривизны.	**ОПК-3**
Расчет тонкостенных сосудов. Формула Лапласа.	**ОПК-3**
Циклическое нагружение. Характеристики цикла.	**ОПК-3**
Усталость. Кривые усталости. Предел выносливости.	**ОПК-3**
Диаграмма предельных амплитуд.	**ОПК-3**
Факторы, влияющие на сопротивление усталости деталей.	**ОПК-3**
Сопротивление усталости при совместном действии нормальных и касательных напряжений.	**ОПК-3**
Коэффициент запаса по циклической прочности	**ОПК-3**
Основные понятия и определения. Устойчивая и неустойчивая формы упругого равновесия. Критическая сила. Формула Эйлера.	**ОПК-3**
Пределы применимости формулы Эйлера. Эмпирическая формула Ясинского. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности.	**ОПК-3**
Рациональные формы поперечных сечений сжатых стержней. Расчет по коэффициенту снижения допускаемого напряжения на сжатие.	**ОПК-3**

Пример экзаменационных и контрольных задач (ОПК-3)

	Для заданного ступенчатого бруса необходимо: 1. Построить эпюры нормальных сил, нормальных напряжений и перемещений сечений 2. Определить работу внешних сил и потенциальную энергию деформации
	Для заданного ступенчатого вала, имеющего круглое поперечное сечение необходимо: Построить эпюры крутящих моментов, касательных напряжений и углов взаимного поворота сечений.
	Для заданной консольной балки необходимо: Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Принять: $F=ql$, $M= ql^2$

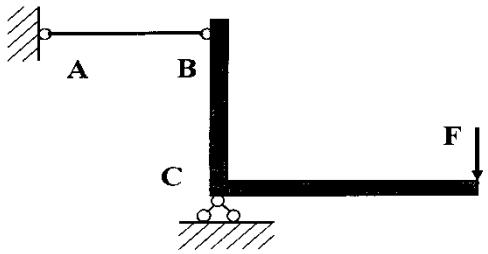
Примеры тестовых заданий
для оценки компетенций (ОПК-3)

Вопрос №1.Основными видами испытаний материалов являются:
1). испытания на твердость и ударную вязкость;
2). испытания на кручение;
3). испытания на растяжение и сжатие.

Вопрос №2.Какой метод применяют для определения внутренних сил в сечениях стержня?
1). метод начальных параметров;
2). метод независимости действия сил;
3). метод сечений.

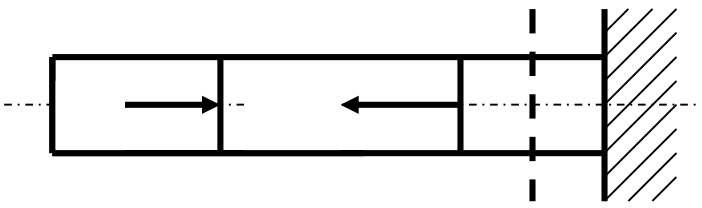
Вопрос №3. Свойство твердых тел возвращаться к своим первоначальным размерам после прекращения действия внешних сил называется:
1). устойчивостью;
2). упругостью;
3). прочностью.

Вопрос №4. Проверку на прочность стержня АВ, имеющего разные допускаемые напряжения на растяжение $[\sigma]_p$ и сжатие $[\sigma]_{сж}$, проводят по формуле:



1). $\sigma \le \sigma_T$;
2). $\sigma = \sigma_{ПЦ}$;
3). $\sigma \le [\sigma]_p$.

Вопрос №5 Для стержня, изображенного на рисунке нормальные напряжения в сечении



1). равны нулю;
2). растягивающие;
3). сжимающие.

Пример вопросов для защиты лабораторных работ для оценки компетенций (ОПК-3)

1. Что являлось целью лабораторной работы?
2. Что являлось объектом исследования?
3. Какой вид деформации испытывал объект исследования?
4. Какое оборудование и измерительные приборы применялись в работе, принцип действия и что с их помощью измерялось?
5. Рассказать порядок выполнения эксперимента.
6. Какие величины определялись в работе экспериментально и как это производилось?
7. Назвать единицы измерения величин, определяемых в работе?
8. Как проводилось сравнение теоретических значений и экспериментально полученных величин?
9. Нарисовать диаграммы растяжения пластичного и хрупкого материала?
10. Рассказать о характерных участках диаграммы растяжения?
11. Нарисовать диаграммы сжатия пластичного и хрупкого материала?
12. В чем отличие диаграммы сжатия пластичного материала от диаграммы сжатия хрупкого материала?
13. Рассказать о характерных участках диаграммы сжатия?
14. Сформулируйте закон Гука?
15. Запишите аналитическое выражение закона Гука в двух вариантах?
16. Какие свойства материала определяет модуль Юнга, единица измерения?
17. Какое напряженное состояние возникает в стенке тонкостенной трубы при кручении?
18. Для чего в лабораторной работе определялся угол закручивания?
19. Почему тензорезисторы наклеиваются под углом 45° к оси трубы?
20. Что такое нейтральный слой в балке при изгибе?
21. Какая геометрическая характеристика сечения определяет прочность по нормальным напряжениям при изгибе?
22. Как экспериментально определить углы поворота поперечного сечения балки?
23. Как определить перемещение при изгибе с помощью интеграла Мора?
24. Что называется, балкой равного сопротивления?
25. Как можно пересчитать кинематическое нагружение в силовое?

Пример задания для выполнения расчетно-графической работы по дисциплине «Сопротивление материалов» для оценки компетенций (ОПК-3)

Ступенчатый вал с одним защемленным концом, имеющий различную форму поперечных сечений на каждом участке, закручен внешними моментами T_1, T_2, T_3, как показано на рис.1,а. Требуется:

1) построить эпюру крутящих моментов $T_к$;

2) из условий прочности и жесткости подобрать размер d поперечного сечения для каждого участка вала, округлив полученное значение в [*мм*] до ближайшего большего числа из стандартного ряда (см. приложение);

3) построить эпюру углов взаимного поворота сечений φ.

Модуль упругости при сдвиге $G = 8 \cdot 10^4$ *МПа*. Исходные данные выбираются студен-

том на основе индивидуального варианта

Виды поперечных сечений представлены на рис. 1,б.

Конструктивные особенности узлов соединения участков с различными сечениями не рассматривать.

а)

б)

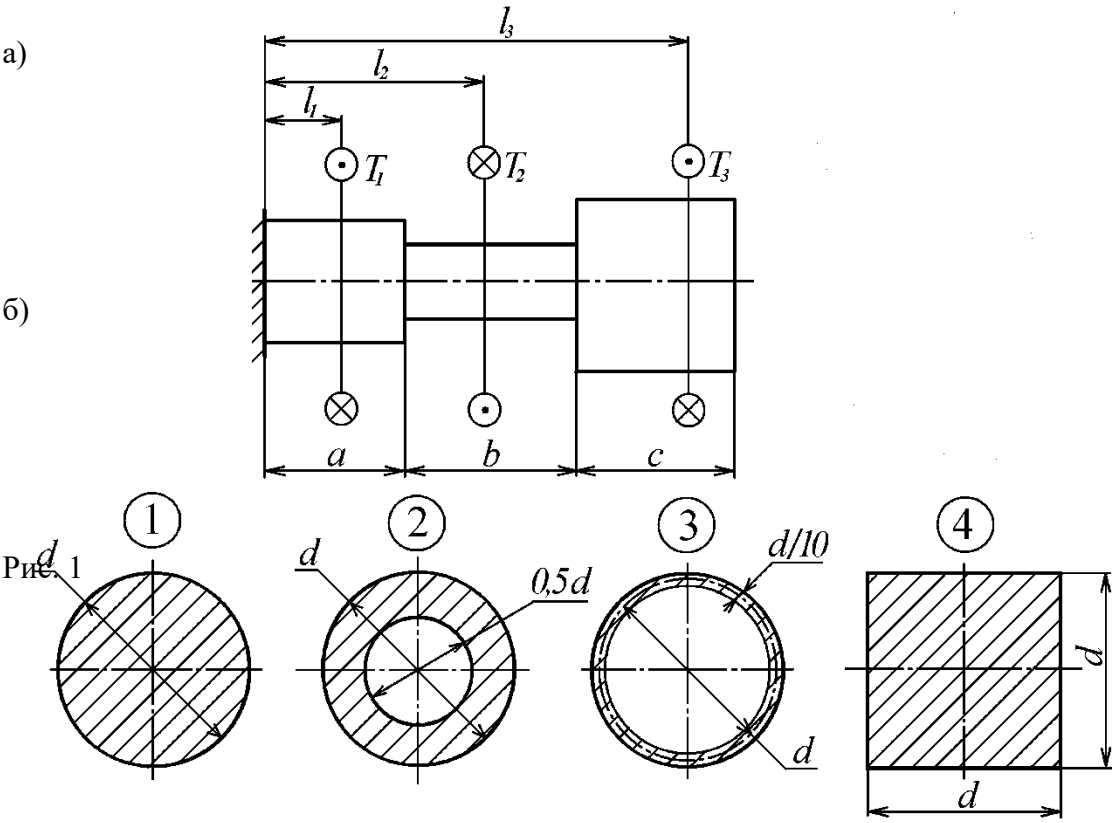


Рис. 1