Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 07.08.2024 10:51:18
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/
«15» февраля 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Сопротивление материалов

Направление подготовки/специальность
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль/специализация
Транспортная электроника и программируемая сенсорика

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2024 г

Разработчик(и):

Старший преподаватель /М.Н. Лукьянов/

Старший преподаватель  /М.Р. Рыбакова/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»,
д.ф-м.н., доцент  /А.А. Скворцов/

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Сопротивление материалов» следует отнести:

– формирование теоретических знаний о методах решения задач прочности, жесткости и устойчивости элементов автомобилей и тракторов; знаний и навыков в области теоретического и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния элементов машин и конструкций при простых и сложных видах нагружения

– 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.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Сопротивление материалов» следует отнести:

– освоение методов расчета элементов машин и конструкций на прочность, жесткость, устойчивость и усталость, определения механических характеристик материалов, теоретического и экспериментального определения напряженно-деформированного состояния при простых и сложных видах нагружения, определения рациональных форм сечений элементов конструкций при различных видах нагружения.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к числу учебных дисциплин базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

«Сопротивление материалов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части (Б1.1):

– Физика;
– Теоретическая механика;
– Уравнения математической физики;
– Теория упругости;

В вариативной части (Б1.2):

– Аналитическая динамика и теория колебаний;
– Строительная механика машин.
– Детали машин и основы конструирования;

В дисциплинах по выбору (Б1.3):

– Динамика машин
– Динамика технологических систем;
– Устойчивость механических систем
– Устойчивость деформируемых систем;

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-11	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии;	**знать:** • Основные гипотезы сопротивления материалов • Простейшие геометрические тела для составления расчетных схем конструкций • Основные геометрические характеристики плоских сечений **уметь:** • Составлять расчетные схемы на основе простейших элементов • Определять положение центра тяжести и геометрические характеристики плоских сечений • Определять внутренние силовые факторы, напряжения и деформации **владеть:** • Навыками создания расчетных схем элементов конструкций на основе простейших геометрических тел • Навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	**знать:** • Теоретические и экспериментальные методы исследования напряженно-деформированного состояния элементов машин конструкций при простых и сложных видах нагружения • Основные механические характеристики материалов и методы их определения • Методы расчета на прочность, жесткость, устойчивость и усталость

		уметь: • Определять механические характеристики материалов и применять их при расчетах элементов конструкций • Проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и подтверждать их теоретическими расчетами • Проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях **владеть:** • Методами определения механических характеристик материалов путем проведения испытаний на растяжение/сжатие, кручение и усталость. • Методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях. • Экспериментальными и теоретическими методами определения напряжений и перемещений в конструкциях при простых и сложных видах нагружения

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **10** зачетных единицы, т.е. **360** академических часов (из них 180 часов – самостоятельная работа студентов).

На втором курсе в **третьем** семестре выделяется **5** зачетных единиц, т.е. **180** академических часов (из них 90 часа – самостоятельная работа студентов), в **четвертом** семестре – **5** зачетных единиц, т.е. 180 академических часа (из них 90 часа – самостоятельная работа студентов)

Разделы дисциплины «Сопротивление материалов» изучаются на втором курсе.

Третий семестр: лекции – 2 часа в неделю (36 часов), семинарские занятия **–** 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов) форма контроля – зачет

Четвертый семестр: лекции – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия **–** 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 2 часа в неделю (36 часов), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Сопротивление материалов» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

Третий семестр

а. Основные понятия, метод сечений.

Цели и задачи курса. История развития науки о прочности. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Напряжение. Связь напряжений с внутренними силовыми факторами. Деформации и перемещения. Объекты расчета и расчетные схемы. Основные гипотезы и допущения.

б. Растяжение – сжатие, физико-математические характеристики материалов.

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

в. Чистый сдвиг.

Определение. Напряжения и деформации. Закон парности касательных напряжений. Закон Гука при сдвиге. Напряжения на наклонных площадках. Потенциальная энергия упругих деформаций. Связь между модулями упругости первого и второго рода. Условия прочности.

г. Кручение.

Определение. Кручение бруса круглого поперечного сечения. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации. Потенциальная энергия деформации. Расчеты на прочность и жесткость. 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.

д. 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. Главные оси и главные моменты инерции. Определение положения главных осей и вычисление значений главных моментов инерции различных поперечных сечений.

е. Изгиб

Определение. Внутренние силовые факторы. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки. Нормальное напряжение при чистом изгибе. Формулы для определения нормальных и касательных напряжений в поперечных сечениях бруса при поперечном изгибе. Условие статической прочности. Рациональные формы сечения балок. Потенциальная энергия. Дифференциальное уравнение упругой оси балки. Определение перемещений. Интеграл Мора. Правило Верещагина. Балка равного сопротивления.

Четвертый семестр

ж. Стержневые системы.

Определение. Классификация стержневых систем. Интегралы Мора для определения перемещений в стержневых системах. Построение эпюр внутренних силовых факторов для плоских рам. Теорема о взаимности работ и перемещений. Теорема Кастильяно. Понятие о степенях свободы и связи. Метод сил. Канонические уравнения метода сил. Расчет статически неопределимых балок и рам. Использование свойств симметрии. Определение перемещений в статически неопределимых системах.

з. Напряженно-деформированное состояние в точке.

Наряженное состояние в точке. Тензоры напряжений и деформаций. Определение напряжений в наклонных площадках. Главные площадки и главные напряжения. Исследование напряженного состояния с помощью круга Мора. Виды напряженных состояний. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация. Энергия упругих деформаций.

и. 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.

к. Сложные виды нагружения бруса, косой изгиб, внецентренное растяжение – сжатие, изгиб с кручением.

Определение сложного вида нагружения. Косой изгиб. Внецентренное растяжение – сжатие. Изгиб с кручением. Общий случай нагружения бруса.

л. Расчет осесимметричных тонкостенных сосудов.

Вывод формулы Лапласа. Сферическая и цилиндрическая оболочки.

м. 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.

н. 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.

о. 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.

5. Образовательные технологии.

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;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых расчетно-графических работ;

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

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Сопротивление материалов» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 40% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

В третьем семестре

- Расчетно-графическая работа №1 «Расчет систем с элементами, работающими на растяжение (сжатие)»;
- Расчетно-графическая работа №2 «Расчет систем с элементами, работающими на кручение»;
- Расчетно-графическая работа №3 «Геометрические характеристики плоских сечений. Расчет систем с элементами, работающими на изгиб»;
- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита.

В четвертом семестре

- Расчетно-графическая работа №4 «Расчет статически неопределимых балок и рам»;
- Расчетно-графическая работа №5 «Расчеты при сложном напряженном состоянии»;
- Расчетно-графическая работа №6 «Расчеты на устойчивость, усталость и динамические нагрузки»
- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита

Расчетно-графические работы проводятся по индивидуальному заданию.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задачи и задания в форме бланкового тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы тестовых заданий, заданий расчетно-графических работ, контрольных задач, зачетных и экзаменационных билетов, приведены в приложении 3.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-11	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии;
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии;				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: Основные гипотезы сопротивления материалов; простейшие геометрические тела для составления расчетных схем конструкций; основные	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных гипотез сопротивления материалов; простейших геометрических тел для составления расчетных схем	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных гипотез сопротивления материалов; простейших геометрических тел для составления расчетных схем конструкций; основных геометрических характеристик плоских	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных гипотез сопротивления материалов; простейших геометрических тел для составления расчетных схем конструкций;	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основных гипотез сопротивления материалов; простейших геометрических тел для составления

геометрические характеристики плоских сечений	конструкций; основных геометрических характеристик плоских сечений	сечений. Допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	основных геометрических характеристик плоских сечений, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	расчетных схем конструкций; основных геометрических характеристик плоских сечений, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: Составлять расчетные схемы на основе простейших элементов; определять положение центра тяжести и геометрические характеристики плоских сечений; определять внутренние силовые факторы, напряжения и деформации	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет составлять расчетные схемы на основе простейших элементов; определять положение центра тяжести и геометрические характеристики плоских сечений; определять внутренние силовые факторы, напряжения и деформации	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: составлять расчетные схемы на основе простейших элементов; определять положение центра тяжести и геометрические характеристики плоских сечений; определять внутренние силовые факторы, напряжения и деформации. Допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: составлять расчетные схемы на основе простейших элементов; определять положение центра тяжести и геометрические характеристики плоских сечений; определять внутренние силовые факторы, напряжения и деформации. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: составлять расчетные схемы на основе простейших элементов; определять положение центра тяжести и геометрические характеристики плоских сечений; определять внутренние силовые факторы, напряжения и деформации. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

владеть: Навыками создания расчетных схем элементов конструкций на основе простейших геометрически х тел; навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками создания расчетных схем элементов конструкций на основе простейших геометрических тел; навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений	Обучающийся владеет навыками создания расчетных схем элементов конструкций на основе простейших геометрических тел; навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений в неполном объеме, допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками создания расчетных схем элементов конструкций на основе простейших геометрических тел; навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками создания расчетных схем элементов конструкций на основе простейших геометрических тел; навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности				
знать: Теоретические и экспериментальные методы исследования напряженно-деформированного состояния элементов машин конструкций при простых и сложных видах нагружения; основные механические характеристик и материалов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: теоретических и экспериментальных методов исследования напряженно-деформированного состояния элементов машин конструкций при простых и сложных видах нагружения; основных механических характеристик материалов и методов их определения; методов расчета на	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: теоретических и экспериментальных методов исследования напряженно-деформированного состояния элементов машин конструкций при простых и сложных видах нагружения; основных механических характеристик материалов и методов их определения; методов расчета на прочность, жесткость, устойчивость и усталость. Допускаются незначительные ошибки,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: теоретических и экспериментальных методов исследования напряженно-деформированного состояния элементов машин конструкций при простых и сложных видах нагружения; основных механических характеристик материалов и методов их определения; методов расчета на прочность, жесткость, устойчивость и	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: теоретических и экспериментальных методов исследования напряженно-деформированного состояния элементов машин конструкций при простых и сложных видах нагружения; основных механических характеристик

и методы их определения; методы расчета на прочность, жесткость, устойчивость и усталость	прочность, жесткость, устойчивость и усталость	проявляется недостаточность знаний, по ряду методов расчета, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	усталость, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	материалов и методов их определения; методов расчета на прочность, жесткость, устойчивость и усталость, свободно оперирует приобретёнными знаниями.
уметь: Определять механические характеристики материалов и применять их при расчетах элементов конструкций; проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и подтверждать их теоретическими расчетами; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять механические характеристики материалов и применять их при расчетах элементов конструкций; проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и подтверждать их теоретическими расчетами; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: определять механические характеристики материалов и применять их при расчетах элементов конструкций; проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и подтверждать их теоретическими расчетами; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях. Допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: определять механические характеристики материалов и применять их при расчетах элементов конструкций; проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и подтверждать их теоретическими расчетами; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые,	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: определять механические характеристики материалов и применять их при расчетах элементов конструкций; проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и подтверждать их теоретическими расчетами; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в

			нестандартные ситуации.	ситуациях повышенной сложности.
владеть: Методами определения механических характеристик материалов путем проведения испытаний на растяжение/сжатие, кручение и усталость; методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях; экспериментальными и	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет Методами определения механических характеристик материалов путем проведения испытаний на растяжение/сжатие, кручение и усталость; методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях; экспериментальными и теоретическими методами определения напряжений и	Обучающийся частично владеет Методами определения механических характеристик материалов путем проведения испытаний на растяжение/сжатие, кручение и усталость; методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях; экспериментальными и теоретическими методами определения напряжений и перемещений в конструкциях при простых и сложных	Обучающийся частично владеет Методами определения механических характеристик материалов путем проведения испытаний на растяжение/сжатие, кручение и усталость; методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях; экспериментальными и теоретическими методами определения напряжений и перемещений в конструкциях при	Обучающийся в полном объеме владеет Методами определения механических характеристик материалов путем проведения испытаний на растяжение/сжатие, кручение и усталость; методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях; экспериментальными и

теоретическим и методами определения напряжений и перемещений в конструкциях при простых и сложных видах нагружения	перемещений в конструкциях при простых и сложных видах нагружения.	видах нагружения в неполном объеме, допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков.	простых и сложных видах нагружения, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	теоретическими методами определения напряжений и перемещений в конструкциях при простых и сложных видах нагружения, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Сопротивление материалов»:

- выполнили и защитили три расчетно-графические работы
- выполнили и защитили лабораторные работы

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются

результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Сопротивление материалов»:

- выполнили и защитили три расчетно-графические работы
- выполнили и защитили лабораторные работы

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, плохо оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками применяет их в

	простых ситуациях. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Валишвили, Н. В. Сопротивление материалов и конструкций: учебник для вузов / Н. В. Валишвили, С. С. Гаврюшин. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 429 с. URL: https://urait.ru/bcode/469638
2. Сопротивление материалов: учебник / Б. Е. Мельников, Л. К. Паршин, А. С. Семенов, В. А. Шерстнев. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 576 с. URL: https://e.lanbook.com/book/131018

б) дополнительная литература:

1. В.И. Куликов, Ю. А. Сопротивление материалов: учебное пособие для спо / Ю. А. Куликов. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 272 с. URL: https://e.lanbook.com/book/148032

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Онлайн-курсы «Сопротивление материалов»:

- https://online.mospolytech.ru/user/index.php?id=83
- https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=1150

г) Электронные образовательные ресурсы

1. Курс «Сопротивление материалов» (1 модуль)
URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=83
2. Курс «Сопротивление материалов» (2 модуль)
URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=1150

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Аудитория для проведения лекционных и практических занятий: столы, стулья или столы учебные со скамьями; аудиторная доска; рабочее место преподавателя: стол, стул.

Специализированная лаборатория кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» (Н209а, Н211а) оснащенная:

1. Учебная испытательная машина МИ-40КУ
2. Лабораторный комплекс ЛКСМ-1К
3. Универсальный учебный комплекс по сопротивлению материалов СМ-1
4. Универсальный комплекс для проведения лабораторных работ СМ-2
5. Маятниковый копер МК-300
6. Машина для испытаний на усталость,
7. Комплекс для проведения лабораторных работ по курсу «устойчивость механических систем»

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

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, правовую, 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 итоговым зачетам и экзаменам.

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.

10.Методические рекомендации для преподавателя

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 и содержание 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.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме письменного экзамена с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных или экзаменационных 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 или экзамен лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Сопротивление материалов» по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика» (бакалавр)

№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Форма аттестации	
				Л.	Пр.	Лаб.	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К.раб.	Э	З
Третий семестр															
1.1	Основные понятия, метод сечений	3	1	2			2								
1.2	Вводное практическое занятие.	3	1		2										
1.3	Лабораторная работа. «Испытательные машины и измерительные приборы»	3	1			2	2								
2.1	Определения растяжения-сжатия. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при растяжении – сжатии прямого бруса. Закон Гука. Коэффициент Пуассона.	3	2	2			2								

2.2	Расчет бруса на растяжение-сжатие. Построение эпюр внутренних силовых факторов. Запас прочности. Выдача РГР №1.	3	2		2		2				+				
3.1	Напряжения на наклонных площадках при растяжении-сжатии. Потенциальная энергия упругих деформаций. Статически неопределимые задачи на растяжение – сжатие. Учет монтажных зазоров и температуры.	3	3	2			2								
3.2	Решение статически неопределимых задач при растяжении - сжатии	3	3		2		2				+				
3.3	Лабораторная работа «Испытание материалов на растяжение».	3	3			2	2								
4.1	Испытание материалов на растяжение-сжатие. Определение механических характеристик. Предел прочности.	3	4	2			2								
4.2	Определение напряжений и деформаций в стержнях при изменении температуры. Монтажные усилия.	3	4		2		2				+				

5.1	Определение чистого сдвига. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон парности касательных напряжений. Закон Гука при сдвиге. Напряжения на наклонных площадках. Потенциальная энергия при сдвиге. Связь между модулями упругости первого и второго рода. Условия прочности.	3	5	2			2								
5.2	Контрольная работа и тест по теме «Растяжение-сжатие»	3	5		2								+		
5.3	Лабораторная работа «Испытание материалов на сжатие»	3	5			2	2								
6.1	Кручение бруса круглого поперечного сечения. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации. Потенциальная энергия деформации. Расчеты на прочность и жесткость. Испытание материалов на кручение	3	6	2			2								
6.2	Определение внутренних силовых факторов при кручении. Построение эпюр. Расчет на прочность и жесткость. Выдача РГР №2	3	6		2		2				+				

7.1	Кручение бруса прямоугольного поперечного сечения. Депланация сечения. Статически неопределимые задачи на кручение.	3	7	2			4								
7.2	Статически неопределимые задачи на кручение	3	7		2		2				+				
7.3	Лабораторная работа «Определение модуля Юнга и коэффициента Пуассона»					2	2								
8.1	Расчет винтовых цилиндрических пружин. Определение напряжений в пружинах. Различные способы определения перемещений в пружинах.	3	8	2			2								
8.2	Расчет статически определимых и статически неопределимых конструкций с пружинами	3	8		2		2				+				
9.1	Площадь. Статические моменты. Осевые и центробежные моменты инерции. Полярный момент инерции. Радиус инерции. Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе и при повороте осей.	3	9	2			2								

9.2	Контрольная работа и тест по теме «Кручение»	3	9		2		2				+				
9.3	Лабораторная работа «Испытание материалов на удар»	3	9			2	2								
10.1	Главные оси и главные моменты инерции. Определение положения главных осей и вычисление значений главных моментов инерции различных поперечных сечений.	3	10	2			2								
10.2	Определение положения центра тяжести и геометрических характеристик плоских сечений, имеющих ось симметрии. Выдача РГР №3.	3	10		2		2						+		
11.1	Определение изгиба. Внутренние силовые факторы. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки.	3	11	2			2								

11.2	Определение положения главных осей сложной фигуры и значений главных осевых моментов инерции и моментов сопротивления.	3	11		2		4				+				
11.3	Лабораторная работа «Исследование напряженно-деформированного состояния тонкостенной трубы при кручении»	3	11			2	2								
12.1	Нормальное напряжение при чистом изгибе.	3	12	2			4								
12.2	Определение внутренних силовых факторов при изгибе консольной балки. Построение эпюр и их анализ с помощью дифференциальной зависимости.	3	12		2		2				+				
13.1	Формулы для определения нормальных и касательных напряжений в поперечных сечениях бруса при поперечном изгибе.	3	13	2			4								
13.2	Определение внутренних силовых факторов при изгибе двухопорной балки. Построение эпюр и их анализ с помощью дифференциальной зависимости.	3	13		2		4				+				

13.3	Лабораторная работа «Определение напряжений в балке при плоском чистом изгибе»	3	13			2	2								
14.1	Условие статической прочности. Рациональные формы сечения балок. Потенциальная энергия.	3	14	2			2								
14.2	Определение нормальных и касательных напряжений в балке при изгибе. Подбор сечения.	3	14		2		4				+				
15.1	Дифференциальное уравнение упругой оси балки. Определение перемещений.	3	15	2			2								
15.2	Определение перемещений в балке с помощью дифференциального уравнения упругой линии.	3	15		2										
15.3	Лабораторная работа «Определение перемещений в балке при поперечном изгибе»	3	15			2	2								
16.1	Интеграл Мора.	3	16	2			2								

16.2	Определение перемещений в балках с помощью интеграла Мора (правило Верещагина)	3	16		2										
17.1	Правило Верещагина.	3	17	2			2								
17.2	Определение перемещений в балках с помощью интеграла Мора (правило Верещагина)	3	17		2								+		
17.3	Лабораторная работа «Исследование напряженно-деформированного состояния консольной балки равного сопротивления изгибу»	3	17			2	2								
18.1	Балка равного сопротивления.	3	18	2			2								
18.2	Контрольная работа и тест по теме «Изгиб»	3	18		2										
Всего за 3-ий семестр				36	36	18	90				3 РГР		3 К/Р		+
Четвертый семестр															
19.1	Определение. Классификация стержневых систем. Интегралы Мора для определения перемещений в стержневых системах. Построение эпюр внутренних силовых факторов	4	1	2			2								

	для плоских рам. Теорема о взаимности работ и перемещений. Теорема Кастильяно. Понятие о степенях свободы и связи. Метод сил. Канонические уравнения метода сил. Расчет статически неопределимых балок и рам. Использование свойств симметрии. Определение перемещений в статически неопределимых системах.														
19.2	Расчет статически определимой рамы	4	1		2		2				+				
19.3	Лабораторная работа «Экспериментальная проверка теоремы о взаимности работ»	4	1			2	2								
20.2	Расчет статически неопределимых балок методом сил. Выдача РГР №4	4	2		2		2				+				
20.3	Лабораторная работа «Определение реакции в опоре однопролетной статически неопределимой балки»	4	2			2	2								

21.1	Наряженное состояние в точке. Тензоры напряжений и деформаций. Определение напряжений в наклонных площадках. Главные площадки и главные напряжения. Исследование напряженного состояния с помощью круга Мора.	4	3	2			2								
21.2	Расчет статически неопределимых балок методом сил.	4	3		2		2				+				
21.3	Лабораторная работа «Исследование напряженно-деформированного состояния плоской статически определимой рамы»	4	3			2	2								
22.2	Расчет статически неопределимых рам.	4	4		2		2				+				
22.3	Лабораторная работа «Исследование напряженно-деформированного состояния плоской статически неопределимой рамы»	4	4			2	2								
23.1	Виды напряженных состояний. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация. Энергия упругих деформаций.	4	5	2			2								

23.2	Расчет статически неопределимых рам.	4	5		2		2				+				
23.3	Лабораторная работа «Применение круга Мора для исследования напряженного состояния»	4	5			2	2								
24.2	Контрольная работа по теме «Стержневые системы»	4	6		2								+		
24.3	Лабораторная работа «Исследование напряженного состояния бруса большой кривизны при поперечном изгибе»	4	6			2	2								
25.1	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	4	7	2			4								

25.2	Определение величин главных напряжений и положения главных площадок. Выдача РГР №5	4	7		2		2				+			
25.3	Лабораторная работа «Исследование напряженного состояния тонкостенного стержня при изгибе с кручением»	4	7			2	2							
26.2	Расчет пространственного бруса. Критерии прочности.	4	8		2		2				+			
26.3	Лабораторная работа «Исследование напряженного состояния тонкостенного стержня при изгибе с кручением»	4	8			2	2							
27.1	Определение сложного вида нагружения. Косой изгиб. Внецентренное растяжение – сжатие. Изгиб с кручением. Общий случай нагружения бруса.	4	9	2			2							
27.2	Расчет систем при сложном виде нагружения	4	9		2		2							

27.3	Лабораторная работа «Исследование напряженного состояния бруса при внецентренном растяжении»	4	9			2	2								
28.2	Контрольная работа по расчету пространственного бруса	4	10		2								+		
28.3	Лабораторная работа «Исследование напряженного состояния бруса при внецентренном растяжении»	4	10			2	2								
29.1	Вывод формулы Лапласа. Сферическая и цилиндрическая оболочки.	4	11	2			2								
29.2	Расчет тонкостенных сосудов под внутренним давлением.	4	11		2		2				+				
29.3	Лабораторная работа «Исследование напряженно-деформированного состояния консольного стержня при косом изгибе».	4	11			2	2								
30.2	Расчет вала на статическую прочность. Построение эпюр моментов, выбор размеров. Выдача РГР №6.	4	12		2		2				+				

30.3	Лабораторная работа «Исследование напряженно-деформированного состояния консольного стержня при косом изгибе».	4	11			2	2								
31.1	Циклическое нагружение. 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.	4	13	2			4								
31.2	Расчет вала на усталостную прочность. Определение коэффициента снижения предела выносливости.	4	13		2		2				+				
31.3	Лабораторная работа «Исследование характеристик усталости образца»	4	13			2	2								

32.2	Определение коэффициента запаса усталостной прочности вала.	4	14		2		2				+				
32.3	Лабораторная работа «Определение эффективного коэффициента концентрации напряжений»	4	14			2	2								
33.1	Основные понятия и определения устойчивости. 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.	4	15	2			4								
33.2	Расчеты на устойчивость при различных вариантах закрепления стержня.	4	15		2		2				+				
33.3	Лабораторная работа «Исследование устойчивости прямого центрально-сжатого стержня»	4	15			2	2								

34.2	Расчеты на устойчивость при различных вариантах закрепления стержня.	4	16		2		2				+				
34.3	Лабораторная работа «Исследование устойчивости прямого центрально-сжатого стержня»	4	16			2	2								
35.1	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	4	17	2			2								
35.2	Определение напряжений и перемещений в системе при ударе падающим грузом	4	17		2		2				+				
35.3	Лабораторная работа. «Исследование работы стержня при продольно-поперечном изгибе»	4	17			2	2								
36.2	Контрольная работа по расчету систем при динамическом нагружении	4	18		2								+		

36.3	Лабораторная работа. «Исследование работы стержня при продольно-поперечном изгибе»	4	18			2	2								
Всего за 4-ый семестр				18	36	36	90				3РГР		3К/Р	+	
ИТОГО				54	72	54	180				6РГР		6К/Р	+	+

Приложение 2 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.03 ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

ОП (профиль): «Программирование и цифровые технологии в динамике и прочности»

Форма обучения: очная

Кафедра: Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Сопротивление материалов

Составители:

Доцент, к.т.н. Осипов Н.Л.

Рыбакова М.Р.

Лукьянов М.Н.

Москва, 2024 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Сопротивление материалов					
ФГОС ВО 15.03.03 Прикладная механика					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **Профессиональные компетенции**					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенции**	**Форма оценочного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-11	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии;	**знать:** - Основные гипотезы сопротивления материалов - Простейшие геометрические тела для составления расчетных схем конструкций - Основные геометрические характеристики плоских сечений **уметь:** - Составлять расчетные схемы на основе простейших элементов - Определять положение центра тяжести и геометрические характеристики плоских сечений - Определять внутренние силовые факторы,	Лекция, семинарское занятие, лабораторная работа, самостоятельная работа	**К/Р** **РГР** **ЗЛР** **Т** **З** **Экз**	**Базовый уровень** - способен строить эпюры внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений -способен составлять расчетные схемы конструкций на основе простейших элементов - способен определять геометрические характеристики простых сечений **Повышенный уровень** - способен строить эпюры внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений - способен составлять различные расчетные схемы реальных конструкций и выбирать из них оптимальную для проведения расчетов - способен определять геометрические характеристики сложных сечений

		напряжения и деформации **владеть:** - Навыками создания расчетных схем элементов конструкций на основе простейших геометрических тел - Навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений			
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	**знать:** - Теоретические и экспериментальные методы исследования напряженно-деформированного состояния элементов машин конструкций при простых и сложных видах нагружения - Основные механические характеристики материалов и методы их определения - Методы расчета на прочность, жесткость, устойчивость и усталость **уметь:** - Определять механические характеристики материалов и применять	Лекция, семинарское занятие, лабораторная работа, самостоятельная работа	**К/Р** **РГР** **ЗЛР** **Т** **З** **Экз**	**Базовый уровень** - способен определять механические характеристики материалов - проводить экспериментальные и теоретические исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций при простых видах нагружения - проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения **Повышенный уровень** - способен определять механические характеристики материалов, путем проведения испытаний на растяжение/сжатие, кручение и усталость и проводить выбор материала на основе механических характеристик. - способен проводить экспериментальные и теоретические исследования напряженно-деформированного состояния при простых видах нагружения, давать

		их при расчетах элементов конструкций - Проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и подтверждать их теоретическими расчетами - Проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях **владеть:** - Методами определения механических характеристик материалов путем проведения испытаний на растяжение/сжатие, кручение и усталость. - Методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных нагружениях. - Экспериментальными и теоретическими методами определения напряжений и перемещений в конструкциях при простых и сложных видах нагружения			рекомендации на основе анализа этих исследований - проводить расчеты на прочность, жесткость, устойчивость и на их основе давать рекомендации по улучшению конструкции

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «Сопротивление материалов»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Примеры контрольных задач
2	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Пример задания для выполнения расчетно-графической работы
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Примеры тестовых заданий
4	Защита лабораторной работы (ЗЛР)	Средство проверки умений и навыков по использованию испытательного оборудования и измерительных приборов, обработке экспериментальных данных и их сравнению с теоретическими расчетами	Примерные вопросы для защиты лабораторных работ
5	Зачет (З)	Средство проведения промежуточной аттестации по результатам выполнения всех видов учебной работы в течении семестра с проставлением оценки «зачтено» или «не зачтено»	Примеры зачетных билетов
6	Экзамен (Экз)	Средство проведения промежуточной аттестации по результатам выполнения всех видов учебной работы в течении семестра с проставлением оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «не удовлетворительно»	Примеры экзаменационных билетов

Приложение 3

Пример зачетных билетов по курсу «Сопротивление материалов»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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 15.03.03 «Прикладная механика»
Курс 2, семестр 3

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 « » _____ 20__ г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/

Перечень вопросов к зачету

Вопросы к зачету	Код компетенции
Цели и задачи курса. История развития науки о прочности. Основные гипотезы и допущения. Объекты расчета и расчетные схемы	**ОПК-3, ОПК-5**
Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Внутренние силовые факторы	**ОПК-3, ОПК-5**
Напряжение. Связь напряжений с внутренними силовыми факторами	**ОПК-3, ОПК-5**
Деформации и перемещения	**ОПК-3, ОПК-5**
Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при растяжении – сжатии прямого бруса	**ОПК-3, ОПК-5**
Напряжения на наклонных площадках. Потенциальная энергия упругих деформаций	**ОПК-3, ОПК-5**
Закон Гука. Коэффициент Пуассона	**ОПК-3, ОПК-5**
Испытание материалов на растяжение – сжатие. Механические характеристики. Диаграммы растяжения реальные и схематизированные	**ОПК-3, ОПК-5**

Предельная нагрузка. Условия прочности при растяжении-сжатии	**ОПК-3, ОПК-5**
Напряжения и деформации при сдвиге. Закон парности касательных напряжений	**ОПК-3, ОПК-5**
Напряжения на наклонных площадках при сдвиге	**ОПК-3, ОПК-5**
Потенциальная энергия упругих деформаций при сдвиге. Условия прочности и жесткости	**ОПК-3, ОПК-5**
Связь между модулями упругости первого и второго рода. Закон Гука при сдвиге	**ОПК-3, ОПК-5**
Площадь. Статические моменты. Осевые и центробежные моменты инерции. Полярный момент инерции. Радиус инерции	**ОПК-3, ОПК-5**
Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе осей	**ОПК-3, ОПК-5**
Зависимость между моментами инерции при повороте осей	**ОПК-3, ОПК-5**
Главные оси и главные моменты инерции. Определение положения главных осей и вычисление значений главных моментов инерции различных поперечных сечений	**ОПК-3, ОПК-5**
Кручение бруса круглого поперечного сечения. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при кручении	**ОПК-3, ОПК-5**
Потенциальная энергия деформации при кручении. Расчеты на прочность и жесткость при кручении	**ОПК-3, ОПК-5**
Расчет винтовых цилиндрических пружин. Определение напряжений в пружинах. Различные способы определения перемещений в пружинах	**ОПК-3, ОПК-5**
Кручение бруса прямоугольного поперечного сечения. Депланация сечения	**ОПК-3, ОПК-5**
Статически неопределимые задачи на кручение	**ОПК-3, ОПК-5**
Изгиб. Внутренние силовые факторы при изгибе. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов	**ОПК-3, ОПК-5**
Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки	**ОПК-3, ОПК-5**
Нормальное напряжение при чистом изгибе	**ОПК-3, ОПК-5**
Касательных напряжений в поперечных сечениях бруса при поперечном изгибе	**ОПК-3, ОПК-5**
Условие статической прочности. Рациональные формы сечения балок. Потенциальная энергия	**ОПК-3, ОПК-5**
Дифференциальное уравнение упругой оси балки	**ОПК-3, ОПК-5**
Интеграл Мора и правило Верещагина	**ОПК-3, ОПК-5**
Балка равного сопротивления изгибу	**ОПК-3, ОПК-5**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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 15.03.03 «Прикладная механика»
Курс 2, семестр 4

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 « » _____ 202_ г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/

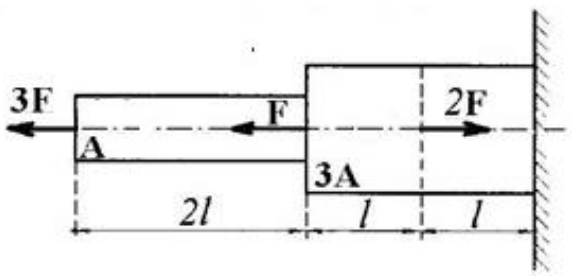
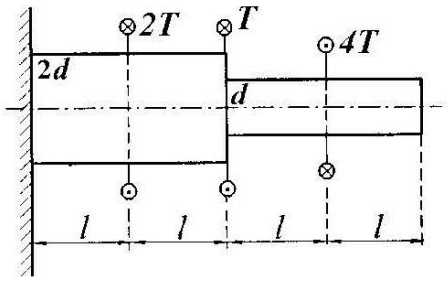
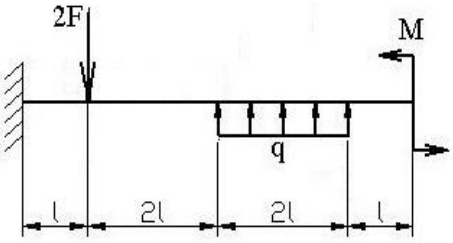
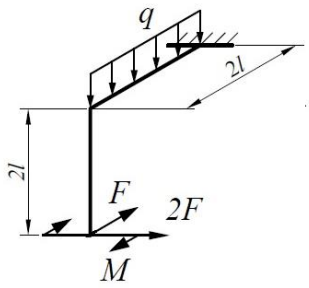
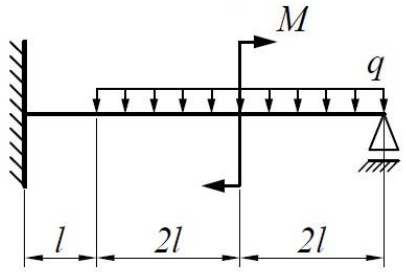
Перечень вопросов к экзамену

Вопросы к экзамену	**Код компетенции**
Стержневая система. Классификация стержневых систем.	**ОПК-3, ОПК-5**
Теорема о взаимности работ и перемещений.	**ОПК-3, ОПК-5**
Теорема Кастилиано.	**ОПК-3, ОПК-5**
Интегралы Мора для определения перемещений в стержневых системах.	**ОПК-3, ОПК-5**
Понятие о степенях свободы и связи. Метод сил. Канонические уравнения метода сил.	**ОПК-3, ОПК-5**
Расчет статически неопределимых балок и рам. Использование свойств симметрии.	**ОПК-3, ОПК-5**
Определение перемещений в статически неопределимых системах.	**ОПК-3, ОПК-5**
Наряженное состояние в точке. Тензоры напряжений и деформаций.	**ОПК-3, ОПК-5**
Определение напряжений в наклонных площадках при плоском изгибе	**ОПК-3, ОПК-5**
Главные площадки и главные напряжения.	**ОПК-3, ОПК-5**
Исследование напряженного состояния с помощью круга Мора.	**ОПК-3, ОПК-5**
Виды напряженных состояний. Обобщенный закон Гука.	**ОПК-3, ОПК-5**

Объемная деформация. Энергия упругих деформаций.	**ОПК-3, ОПК-5**
Сложное сопротивление. Критерии возникновения пластических деформаций. Гипотеза максимальных касательных напряжений.	**ОПК-3, ОПК-5**
Гипотеза потенциальной энергии формоизменения. Теория прочности Мора.	**ОПК-3, ОПК-5**
Изгиб с кручением балок круглого и прямоугольного сечения.	**ОПК-3, ОПК-5**
Определение сложного вида нагружения.	**ОПК-3, ОПК-5**
Косой изгиб.	**ОПК-3, ОПК-5**
Внецентренное растяжение – сжатие.	**ОПК-3, ОПК-5**
Расчет тонкостенных сосудов. Формула Лапласа.	**ОПК-3, ОПК-5**
Циклическое нагружение. Характеристики цикла.	**ОПК-3, ОПК-5**
Усталость. Кривые усталости. Предел выносливости.	**ОПК-3, ОПК-5**
Диаграмма предельных амплитуд.	**ОПК-3, ОПК-5**
Факторы, влияющие на сопротивление усталости деталей.	**ОПК-3, ОПК-5**
Сопротивление усталости при совместном действии нормальных и касательных напряжений.	**ОПК-3, ОПК-5**
Коэффициент запаса по циклической прочности	**ОПК-3, ОПК-5**
Основные понятия и определения. Устойчивая и неустойчивая формы упругого равновесия. Критическая сила. Формула Эйлера.	**ОПК-3, ОПК-5**
Пределы применимости формулы Эйлера. Эмпирическая формула Ясинского. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности.	**ОПК-3, ОПК-5**
Рациональные формы поперечных сечений сжатых стержней. Расчет по коэффициенту снижения допускаемого напряжения на сжатие.	**ОПК-3, ОПК-5**

Пример зачетных, экзаменационных и контрольных задач

(ОПК-3, ОПК-5)

	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: $F=ql$, $M= ql^2$
	Для заданного пространственного бруса необходимо: Построить эпюры внутренних силовых факторов Принять: $F=ql$, $M= ql^2$
	Для заданной статически неопределимой балки необходимо: Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Принять: $F=ql$, $M= ql^2$

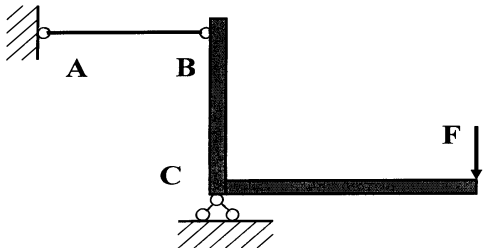
Примеры тестовых заданий
Вопросы для оценки компетенций (ОПК-3, ОПК-5)

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.

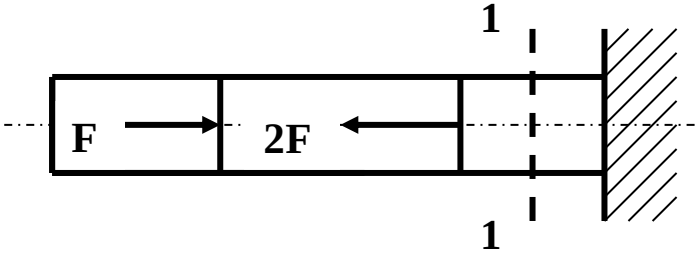
Вопрос №3. Свойство твердых тел возвращаться к своим первоначальным размерам после прекращения действия внешних сил называется:
1). устойчивостью;
2). упругостью;
3). прочностью.

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 1-1:



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

Пример вопросов для защиты лабораторных работ для оценки компетенций (ОПК-3, ОПК-5)

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, ОПК-5)

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 студентом на основе индивидуального варианта

Виды поперечных сечений представлены на рис. 1,б.

Конструктивные особенности узлов соединения участков с различными сечениями не рассматривать.

а)

б)

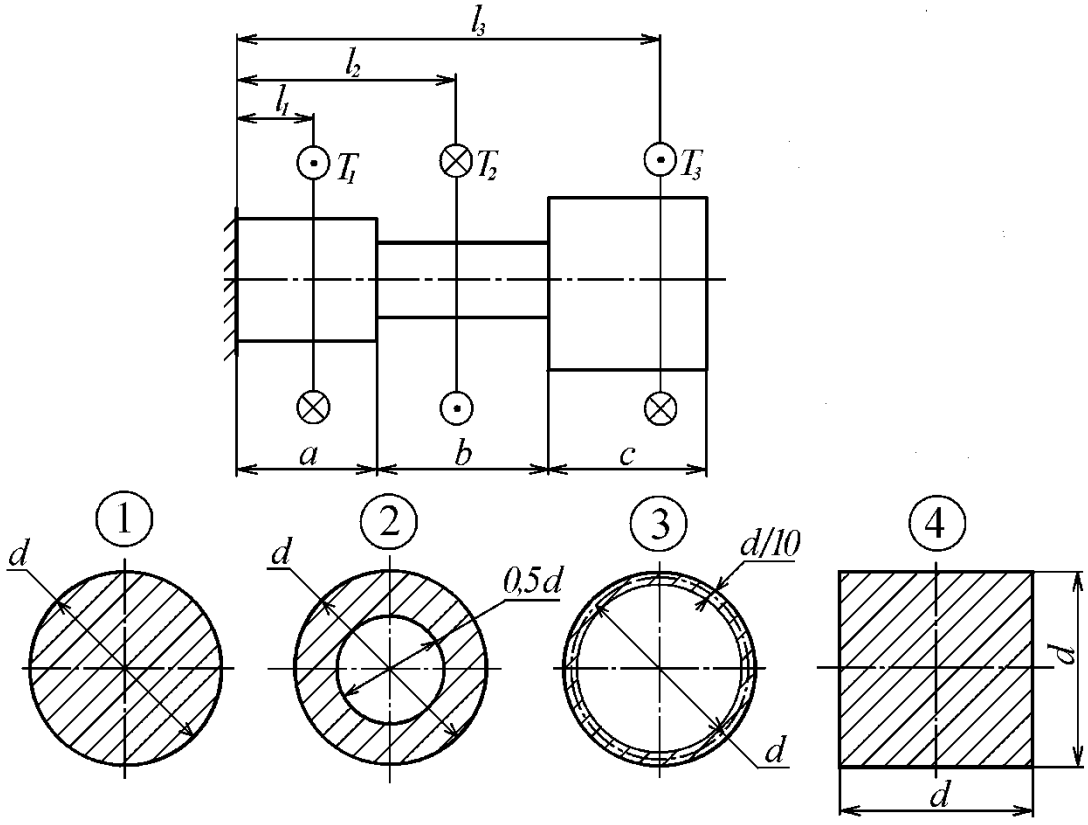


Рис. 1