

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
/ ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА /



Рабочая программа дисциплины
«Сопrotивление материалов»

Направление подготовки
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

Направленность образовательной программы
«Технология машиностроения»
(набор 2025 г.)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная, очно-заочная

Электросталь 2025

Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности. Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (уровень бакалавр).

Программа разработана в соответствии с:

- ✓ Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», утвержденным приказом МОН РФ от 17 августа 2020 г. № 1044;
- ✓ Образовательной программой 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», направленность: «Технология машиностроения»;
- ✓ Рабочим учебным планом института по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», направленность «Технология машиностроения».

1. Цели и задачи освоения дисциплины

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

- формирование теоретических знаний о методах решения задач прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций; знаний и навыков в области теоретического и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций при простых и сложных видах нагружения;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра, в том числе формирование умений по решению задач прочности, жесткости и устойчивости; умений по определению механических характеристик материалов.

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

- освоение методов расчета элементов 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 ВО бакалавриата

Дисциплина «Сопrotивление материалов» относится к обязательной части дисциплин учебного плана (Б1.1) основной образовательной программы бакалавриата направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Дисциплина «Сопrotивление материалов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

в обязательной части (Б1.1)

- Математика
- Физика
- Начертательная геометрия и инженерная графика
- Теоретическая механика
- Детали машин и основы конструирования.

Для направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», эта дисциплина является одной из основополагающих дисциплин, которая подготавливает к мотивированному и осознанному овладению дисциплинами основной образовательной программы.

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	Наименование компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-9	способностью участвовать в разработке проектов изделий машиностроения	<p><i>Индикаторы достижения компетенций</i></p> <p>ИОПК-9.1 знает понятия и методы проектной деятельности в своей профессиональной сфере, ИОПК-9.2 владеет навыками участия в конструкторско-технологических работах при разработке новых машиностроительных изделий, ИОПК-9.3 владеет навыками разработки унифицированных конструкторско-технологических решений</p> <p>Знать: основные гипотезы сопротивления материалов; методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения.</p> <p>Уметь: составлять расчетные схемы на основе простейших элементов; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных вариантах нагружения.</p> <p>Владеть: навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений; навыками проведения расчетов на прочность, жесткость и устойчивость.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, т.е. 144 академических часов.

Распределение видов учебной работы по разделам дисциплины очная форма:

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лек.	п/з	л/р	сам. раб.		
1	Основные понятия	4	10	-	-	10	Защита лабораторных работ Решение задач РГР	Экзамен
2	Осевое растяжение-сжатие. Механические характеристики материалов	4		6	6	20		
3	Кручение. Сдвиг	4		-	-	20		
4	Напряженное и деформированное	4		4	4	10		

	состояние тела в точке							
5	Изгиб	4	8	8	-	-	20	
6	Расчет по несущей способности	4					5	
7	Устойчивость	4					3	
8	Усталость материалов	4					2	
	Итого:		18	18	18	90		

Распределение видов учебной работы по разделам дисциплины очно-заочная форма:

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лек.	п/з	л/р	сам. раб.		
1	Основные понятия	3		1		10	Защита лабораторных работ Решение задач РГР	Экзамен
2	Осевое растяжение-сжатие. Механические характеристики материалов		5	1	1	10		
3	Кручение. Сдвиг			2	1	10		
4	Напряженное и деформированное состояние тела в точке			1		15		
5	Изгиб					15		
6	Расчет по несущей способности			1	1	10		
7	Устойчивость			1	1	10		
8	Усталость материалов			1	-	28		
	Итого:		18	10	8	108		

Содержание разделов дисциплины:

4.1 Лекции

№ раздела	Основное содержание
1	Наука о сопротивлении материалов. Изучаемые объекты и расчетные схемы. Основные гипотезы.
	Классификация внешних сил. Внутренние силы. Метод сечений. Виды деформаций стержней. Балки и их опоры. Вычисление опорных реакций.
2	Внутренние силовые факторы (ВСФ), напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Расчет на прочность и жесткость. Механические характеристики металлов и сплавов.

	Испытание материалов на растяжение и сжатие. Допускаемые напряжения. Пластичность и хрупкость металлов и сплавов. Построение эпюр ВСФ.
3	Чистый сдвиг. Расчет усилий при пластическом срезе. Кручение. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при кручении. Условия прочности и жесткости. Построение эпюр ВСФ при кручении.
4	Понятие о напряженном состоянии. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния. Линейное, плоское и объемное напряженные состояния. Обобщенный закон Гука. Связь между E , ϵ и μ на примере чистого сдвига. Теория предельного состояния. Теории прочности. Расчет по теориям прочности.
5	Центр тяжести сечения. Статические моменты сечения. Моменты инерции сечения. Изменение моментов инерции сечения при параллельном переносе и повороте осей. Главные оси инерции и главные моменты инерции. Моменты инерции простых сечений. Поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы (ВСФ), напряжения при изгибе. Правило знаков. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки. Правила проверки эпюр. Построение эпюр ВСФ. Напряжения при поперечном изгибе. Условие прочности при изгибе. Рациональная форма поперечного сечения. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Перемещения в балках при изгибе.
6	Расчет балок по несущей способности. Диаграмма Прандтля. Изгиб балок. Осевой пластический момент сопротивления. Пластический шарнир. Расчет балок на устойчивость.
7	Формула Эйлера для критической силы. Устойчивость за пределами упругости. Формула Ясинского. Влияние условий закрепления стержня на величину критической силы. Рациональная форма поперечных сечений.
8	Динамическое нагружение. Принцип Даламбера. Движение тела с постоянным ускорением. Ударное действие нагрузки. Динамический коэффициент. Усталость. Предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях.

4.2. Практические занятия

№ раздела	План занятия, основное содержание
2	Решение задач на плоскую систему сил Решение задач на построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений при осевом растяжении-сжатии для статически определимых и статически неопределимых систем.
3	Решение задач на построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений при кручении для статически определимых систем.
4	Решение задач на определение напряжений при различном напряженно-деформированном состоянии тела для различных площадок.
5	Решение задач на определение геометрических характеристик плоских сечений. Построение эпюр внутренних усилий, напряжений при плоском изгибе для статически определимых систем расчетным и графическим путем.
6	Построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений при плоском изгибе для статически определимых систем.

7	Расчет балок по несущей способности и на устойчивость. Расчет на прочность при переменных напряжениях.
---	---

4.3. Лабораторные работы

№ раздела	План занятия, основное содержание
2	Испытание стального образца на растяжение. Тарировка проволочных датчиков сопротивления на балке равного сопротивления Определение упругих постоянных стали. Испытание материалов на твердость

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Сопротивление материалов» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии 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:

- проведение занятий лекционного типа;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на практических занятиях;
- проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: www.fero.ru, www.i-exam.ru;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного интернет-тестирования.

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

В процессе обучения используются оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций: решение задач, тест, расчётно-графическая работа, экзамен.

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-9	способностью участвовать в разработке проектов изделий машиностроения

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).

Показатель	Критерии оценивания
------------	---------------------

	2	3	4	5
ОПК-9 - способностью участвовать в разработке проектов изделий машиностроения				
Знать: основные гипотезы сопротивления материалов; методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний основных гипотез сопротивления материалов; методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний основных гипотез сопротивления материалов; методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний основных гипотез сопротивления материалов; методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие необходимых знаний основных гипотез сопротивления материалов; методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
Уметь: составлять расчетные схемы на основе простейших элементов; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных вариантах нагружения.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет составлять расчетные схемы на основе простейших элементов; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных вариантах нагружения.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений составлять расчетные схемы на основе простейших элементов; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных вариантах нагружения. Допускаются значительные ошибки, проявляется недоста-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений составлять расчетные схемы на основе простейших элементов; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных вариантах нагружения. Умения освоены, но допускаются незначи-	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений составлять расчетные схемы на основе простейших элементов; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных вариантах нагружения. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в

		точность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	тельные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	ситуациях повышенной сложности.
Владеть: навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений; навыками проведения расчетов на прочность, жесткость и устойчивость.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений; навыками проведения расчетов на прочность, жесткость и устойчивость.	Обучающийся владеет навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений; навыками проведения расчетов на прочность, жесткость и устойчивость. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений; навыками проведения расчетов на прочность, жесткость и устойчивость. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений; навыками проведения расчетов на прочность, жесткость и устойчивость. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

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.

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. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 незначительные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
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 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Куликов Ю.А. Сопротивление материалов: Курс лекций. – СПб: Лань, 2017. – 272с. https://e.lanbook.com/book/91882?category_pk=934#authors
2. Буланов Э.А. Решение задач по сопротивлению материалов: Учебное пособие.- М.: БИНОМ, 2012.- 215с.

б) дополнительная литература:

1. Алмаметов Ф.З. Расчетные и курсовые работы по сопротивлению материалов : (Учебное пособие) / Ф.З. Алмаметов, С.И. Арсеньев, Н.А. Курицин. – Москва : Высшая школа, 2005 – 368с.
2. Буланов Э. А. Механика. Вводный курс : (учебное пособие) / Э. А. Буланов, В. Н. Шинкин. – Москва : БИНОМ, 2011 – 172с.
3. Вольмир А.С. Сопротивление материалов : Сборник задач (учебное пособие) / А.С. Вольмир. – Москва : Дрофа, 2009 – 398с.
4. Копнов В.А. Сопротивление материалов : (Руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ) / Копнов В.А., Кривошапка С.Н., - Москва : Высшая школа, 2005 – 351с.

5. Мкртычев О.В. Сопротивление материалов :(Электронный ресурс) / О.В. Мкртычев, - Москва : АСВ, 2005 – 104с.

6. Синельникова Н.Г. Сопротивление материалов : Лабораторный практикум (методическое пособие) / Н.Г. Синельникова, В.В. Горбунов, - Электросталь : ЭПИ МИСиС ТУ, 2011 – 86с.

в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы

Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616
Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License. Лицензия № 61984042

Microsoft Project 2013 Standart 32- bit/x64 Russian. Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)

□ Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные в разделе «Библиотека Московского Политеха» (<http://lib.mami.ru/ebooks/>).

www.e.lanbook.com Электронно-библиотечная система «Лань»

□ <http://cyberleninka.ru/> Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»

□ Национальная электронная библиотека (<http://rusneb.ru/>);

□ ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн»(<https://biblioclub.ru/>);

- Система НТД Norma CS 2.0

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория лекционного типа № 1601, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)
Учебная аудитория для занятий семинарского типа № 1602, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)
Лаборатория «Сопротивление материалов» № 2117, лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, разрывные установки ИП-СМ

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания по работе над конспектом лекций во время и после проведения лекции

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал

прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Методические указания к практическим занятиям

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

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

Методические указания по выполнению контрольной работы

Для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

Цель выполнения индивидуальной контрольной работы: проверка умений и навыков самостоятельного решения конкретных задач по данному разделу дисциплины, проверка логического обоснования решения, умений применения теоретических знаний к решению задач.

Методические рекомендации для самостоятельной работы

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины и является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету/экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- выполнение расчетно-графической работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

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;
- познакомиться 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 четко 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 категоричный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии 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 устного ответа с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

11 Особенности реализации дисциплины «Сопротивление материалов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение по дисциплине «Сопротивление материалов» инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Программа утв. на заседании кафедры ММТ 23.06.2025 протокол № 11

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
/ ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА /

Направление подготовки
**15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»**

Направленность образовательной программы
«Технология машиностроения»

Форма обучения: очная, очно-заочная

Виды профессиональной деятельности:
производственно-технологический;
проектно-конструкторский

Кафедра «Машиностроительные и металлургические технологии»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»**

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ					
ФГОС ВО 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-9	способностью участвовать в разработке проектов изделий машиностроения	<p>Знать: основные гипотезы сопротивления материалов; методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения.</p> <p>Уметь: составлять расчетные схемы на основе простейших элементов; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость при различных вариантах нагружения.</p> <p>Владеть: навыками построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений; навыками проведения расчетов на прочность, жесткость и устойчивость.</p>	лекция, самостоятельная работа, практические занятия, лабораторные занятия	решение задач, РГР, КР, экзамен	<p>Базовый уровень - выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом.</p> <p>Повышенный уровень - студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, предъявляемые к данной компетенции, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>

Перечень оценочных средств по дисциплине

«Сопrotивление материалов»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Примеры решения задач	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Примеры 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 (ЛР)	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	Экзамен (Э)	Средство проведения промежуточной аттестации по результатам выполнения всех видов учебной работы в течение семестра с проставлением оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «не удовлетворительно»	Примеры экзаменационных билетов

**Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации
(экзамен)**

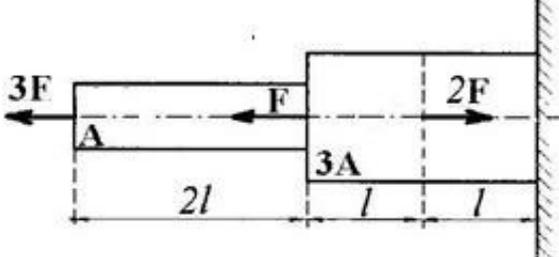
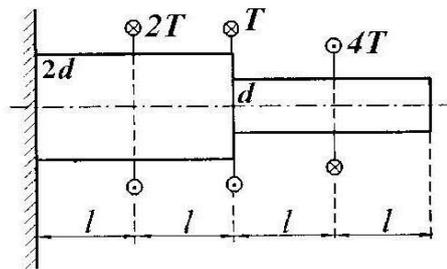
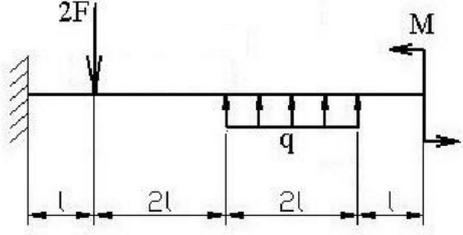
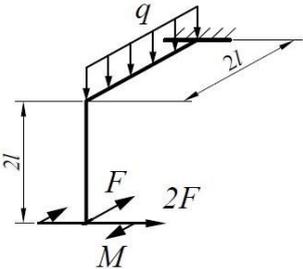
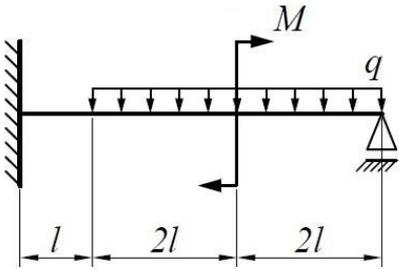
формирование компетенции ОПК-9

№ п/п	Вопросы
1.	Наука о сопротивлении материалов. Основные понятия.
2.	Основные гипотезы о деформируемом теле, упругость и пластичность.
3.	Внутренние силовые факторы. Типы деформаций
4.	Напряжения при различных типах деформаций.
5.	Метод сечений.
6.	Механические характеристики материалов.
7.	Испытание материалов на растяжение и сжатие.
8.	Принципы установления допускаемых напряжений. Коэффициент запаса.
9.	Пластичность и хрупкость металлов и сплавов.
10.	Построение эпюр.
11.	Чистый сдвиг.
12.	Кручение.
13.	Напряжения и деформации при кручении
14.	Условия прочности и жесткости при кручении.
15.	Построение эпюр ВСФ при кручении.
16.	Понятие о напряженном состоянии.
17.	Виды напряженного состояния.
18.	Обобщенный закон Гука.
19.	Теория предельного состояния.
20.	Теории прочности.
21.	Изгиб прямого бруса. Виды изгибов: прямой, чистый и поперечный изгибы.
22.	Прогибы и углы поворота при изгибе.
23.	Дифференциальные зависимости при изгибе.
24.	Правила проверки эпюр.
25.	Построение эпюр поперечных сил и моментов при изгибе.
26.	Опасные сечения при изгибе. Расчетные формулы.
27.	Интеграл Максвелла-Мора.
28.	Правило Верещагина.
29.	Сложное сопротивление.
30.	Уравнение нейтральной линии и условие прочности.
31.	Кручение с изгибом.
32.	Устойчивость сжатых стержней. Влияние способа закрепления балок.
33.	Формула Эйлера для определения критической силы.
34.	Критические напряжения. Гибкость стержней. Зависимость Ясинского.
35.	Усталость. Основные понятия.
36.	Предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости.
37.	Расчет на прочность при переменных напряжениях.

Текущий контроль

Примеры для решения задач

формирование компетенции ОПК-9

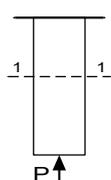
	<p>Для заданного ступенчатого бруса необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построить эпюры нормальных сил, нормальных напряжений и перемещений сечений 2. Определить работу внешних сил и потенциальную энергию деформации
	<p>Для заданного ступенчатого вала, имеющего круглое поперечное сечение, необходимо: Построить эпюры крутящих моментов, касательных напряжений и углов взаимного поворота сечений.</p>
	<p>Для заданной консольной балки необходимо: Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Принять: $F=ql$, $M=ql^2$</p>
	<p>Для заданного пространственного бруса необходимо: Построить эпюры внутренних силовых факторов. Принять: $F=ql$, $M=ql^2$</p>
	<p>Для заданной статически неопределимой балки необходимо: Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Принять: $F=ql$, $M=ql^2$</p>

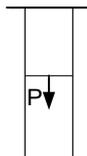
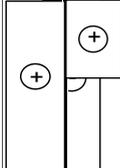
Критерии оценки

Оценка	Критерий оценки
Отлично	полное, правильное выполнение заданий с отдельными недочётами; выполнение от 90% и более.
Хорошо	правильное выполнение заданий с незначительным количеством ошибок; выполнение более 75% менее 90 %.
Удовлетворительно	выполнение основной части заданий с ошибкам; выполнение более 50% менее 75 %.
Неудовлетворительно	частичное выполнение заданий (менее половины); допущение значительного количества ошибок; выполнение менее 50%.

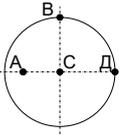
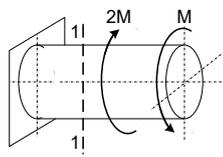
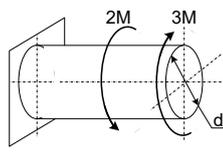
Тесты

формирование компетенции ОПК-9

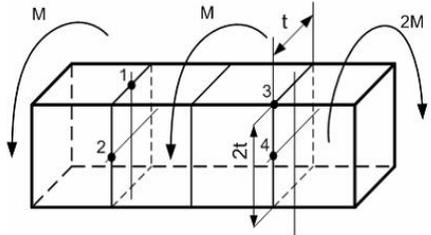
№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
Тест 1. Основные понятия		
1	Способность конструкции сопротивляться разрушению под действием внешних нагрузок	1) жесткость 2) прочность 3) устойчивость 4) долговечность
2	Реальный объект, освобождённый от несущественных особенностей, не влияющих заметным образом на работу системы в целом	1) оболочка 2) расчетная схема 3) брус 4) элемент конструкции
3	Материалы, имеющие одинаковые свойства во всех точках тела	1) деформируемые 2) упругие 3) однородные 4) изотропные
4	На достаточном удалении от места приложения нагрузки конкретный способ осуществления этой нагрузки можно не учитывать.	1) принцип независимости действия сил 2) принцип суперпозиции сил 3) принцип локальности 4) гипотеза Бернулли
Тест 2. Дидактическая единица: Осевое растяжение-сжатие		
5	Отношение абсолютного удлинения (укорочения) Δl стержня к первоначальной длине называется...	1) изменением формы стержня 2) относительным изменением объема 3) относительной линейной деформацией 4) угловой деформацией
6	Если известно, что модуль продольной упругости равен $2 \cdot 10^5$ МПа и относительная деформация равна 0,0003, то нормальное напряжение будет равно	1) 60 МПа 2) 40 МПа 3) 80 МПа 4) 90 МПа
7	 <p>Для стержня, схема которого изображена на рисунке, деформации, возникающие в сечении 1-1, будут...</p>	1) растягивающими 2) сжимающими 3) растягивающими и сжимающими 4) равными нулю

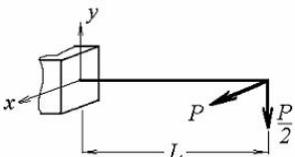
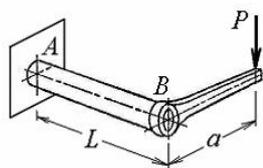
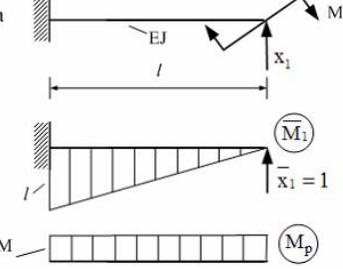
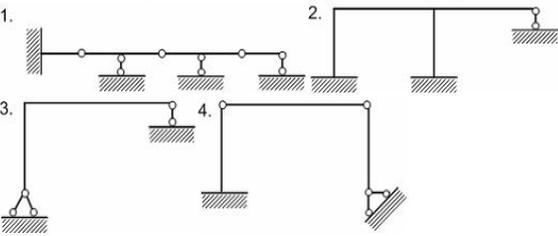
8		Для стержня, схема которого изображена на рисунке, эпюра «N» будет иметь вид:	
---	---	---	--

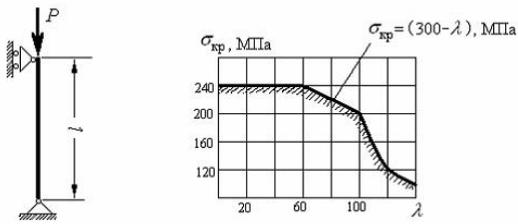
Тест 3. Кручение

9	Интегральная связь между внутренним усилием и напряжением при кручении...	$N = \int_A \sigma dA \quad Q_y = \int_A \tau_y dA$ $M_x = \int_A \sigma_y dA \quad M_z = \int_A (\tau_y x - \tau_x y) dA$
10	 Стержень скручивается, максимальные касательные напряжения действуют в точках...	1) А, С 2) С, Д 3) В, Д 4) В, С
11	 Для вала, схема которого изображена на рисунке, в сечении 1-1 крутящий момент по модулю равен...	1) М 2) 2М 3) 3М 4) 4М
12	 Если известно $[\tau]$ для заданного вала, то из расчета на прочность $[M] \leq \dots$	$\frac{\pi d^3 [\tau]}{16} \quad \frac{\pi d^3 [\tau]}{32}$ $\frac{\pi d^3 [\tau]}{48} \quad \frac{d^3 [\tau]}{16\pi}$

Тест 4. Сложное сопротивление

13	 <p>Максимальное касательное напряжение действует в точке ... и определяется по формуле ...</p>	1 точка 1, $\frac{Mt}{J_p}$ 3 точка 3, $\frac{2M}{W_p}$)) 2 точка 2, $\frac{2Mt}{J_p}$ 4 точка 4, $\frac{2M}{W_p}$))
14	Стержень круглого сечения с осевым моментом сопротивления W_x нагружен на свободном конце усилием P и моментом M_z . Условие прочности по критерию максимальных касательных напряжений имеет вид...	$1 \quad \frac{1}{W_x} \sqrt{(PL)^2 + M_z^2} \geq [\sigma]$ $2) \quad \frac{1}{W_x} \sqrt{(PL)^2 + M_z^2} \leq [\sigma]$ $3 \quad \frac{PL + M_z}{W_x} \leq [\sigma]$ $4 \quad \frac{1}{W_x} \sqrt{(PL)^2 + 0,75M_z^2} \leq [\sigma]$

15	<p>Балка прямоугольного сечения с моментами сопротивления W_x и W_y нагружена усилиями P и $\frac{P}{2}$. Условие прочности при допускаемом напряжении $[\sigma]$ имеет вид...</p> 	<p>1) $\sqrt{\left(\frac{PL}{W_x}\right)^2 + \left(\frac{PL}{2W_y}\right)^2} \leq [\sigma]$)) 2) $\sqrt{\left(\frac{PL}{2W_x}\right)^2 + \left(\frac{PL}{W_y}\right)^2} \leq [\sigma]$)) 3) $\frac{PL}{W_x} + \frac{PL}{2W_y} \leq [\sigma]$)) 4) $\frac{PL}{2W_x} + \frac{PL}{W_y} \leq [\sigma]$))</p>
16	<p>Для стержня AB (см. рисунок), видом сложного сопротивления является...</p> 	<p>1) общий случай сложного сопротивления 2) внецентренное растяжение 3) косой изгиб 4) изгиб с кручением</p>
Тест 5. Статически неопределимые системы		
17	<p>a</p>  <p>Значения δ_{11} и Δ_{1P} канонического уравнения $\delta_{11}x_1 + \Delta_{1P} = 0$, составленного для эквивалентной системы (а), равны ...</p>	<p>1) $\frac{Ml^3}{2EJ}, \frac{l^2}{2EJ}$ 3) $\frac{Ml^2}{EJ}, 0$)) 2) $0, \frac{Ml^3}{3EJ}$ 4) $\frac{l^3}{3EJ}, -\frac{Ml^2}{2EJ}$))</p>
18	<p>Статически неопределимой является система ... (... раз неопределима).</p> 	<p>1) 2, (4) 3) 1, (3) 2) 3, (2) 4) 4, (1)</p>
19	<p>Коэффициенты канонических уравнений метода сил δ_{ik} и δ_{ki} обладают следующим свойством...</p>	<p>1) $\delta_{ik} \neq \delta_{ki}$ 2) $\delta_{ik} < 0$, если $i = k$ 3) $\delta_{ik} = \delta_{ki}$ 4) $\delta_{ik} = -\delta_{ki}$</p>
Тест 6. Устойчивость		

20	<p>Формула Эйлера для критической силы сжатого стержня применима, если критическое напряжение $\sigma_{кр} \dots$</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) превышает предел текучести 2) превышает предел пропорциональности 3) равно пределу текучести 4) не превышает предел пропорциональности
21	<p>Приведенная на рисунке форма потери устойчивости сжатого стержня соответствует способу закрепления стержня, показанному на схеме ...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1)  2)  3)  4) 
22	<p>Стержень с шарнирно опертыми концами длиной $l = 1,8$ м сжат силой P. Зависимость критического напряжения от гибкости λ для стали Ст. 3 приведена на рисунке.</p>  <p>Поперечное сечение стержня представляет собой швеллер №22, радиусы инерции которого $i_x = 8,89$ см, $i_y = 2,37$ см. Критическое напряжение для стержня равно...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 212 МПа) 2) 240 МПа) 3) 200 МПа) 4) 224 МПа)

Критерии оценки теста:

- отлично - от 90% до 100% правильных ответов;
- хорошо - от 75% до 90% правильных ответов;
- удовлетворительно - от 50% до 75% правильных ответов;
- неудовлетворительно - менее 50% правильных ответов.

Пример задания для выполнения расчетно-графической работы по дисциплине «Сопротивление материалов»

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_K ;
- 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 согласно индивидуальному варианту.

Виды поперечных сечений представлены на рис. 1,б.

Конструктивные особенности узлов соединения участков с различными сечениями не рассматривать.

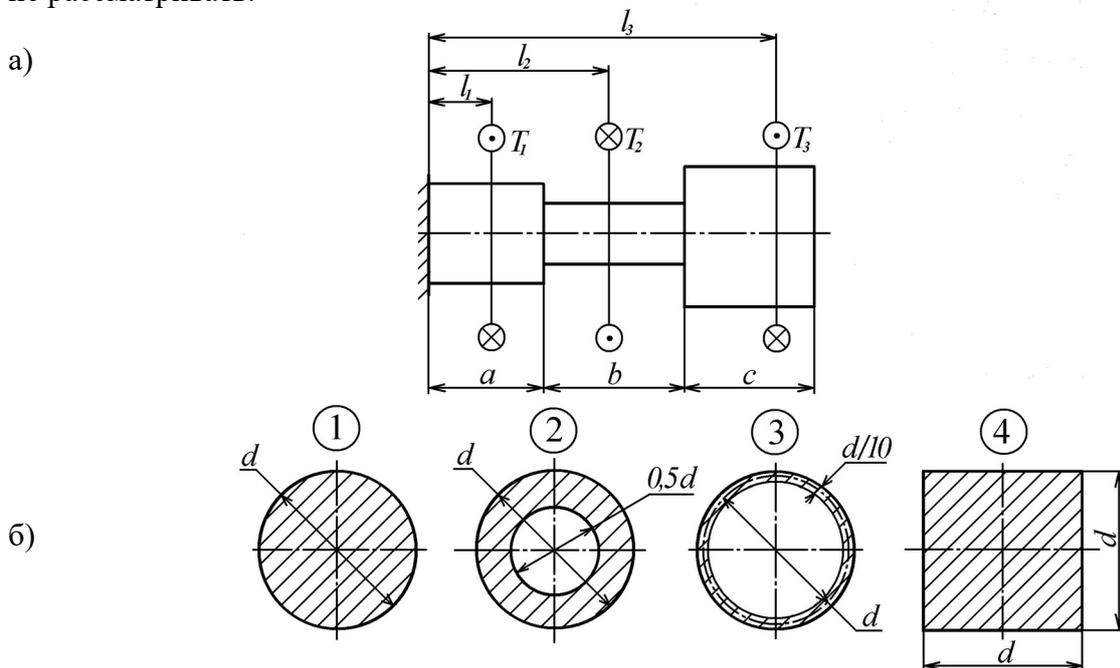


Рис. 1

Критерии оценки расчетно-графической работы:

«отлично» - выполнены все требования к содержанию и оформлению расчетно-графической работы;

«хорошо» - основные требования к расчетно-графической работе выполнены, но при этом допущены недочеты (имеются неточности в расчетах; не выдержан объем; имеются упущения в оформлении);

«удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований (допущены существенные ошибки в расчетах, приводящие к искажению результата).

«неудовлетворительно» - расчетно-графическая работа не выполнена: правила оформления не соблюдены.

Примеры задач для решения на практических занятиях

№ п/п	Тематика заданий и задач для текущего контроля
1	Чугунная колонна высотой 3 м имеет кольцевое поперечное сечение с наружным диаметром 25 см и внутренним диаметром 20 см. Она нагружена сжимающим усилием 50 кН. Найти напряжение в поперечном сечении колонны и относительную продольную деформацию.
2	Стальная труба диаметром 120 мм, длиной 1,5 м, скручивается моментами, приложенными в её торцевых сечениях. Вычислить значение крутящего момента, при котором угол закручивания равен 0,2 градуса.
3	Определить момент инерции равностороннего треугольника относительно оси X1, проведенной через одну из его вершин параллельно противоположной стороне.

4	Сравнить размеры двух равнопрочных сечений (круглое и квадратное) при максимальном допускаемом изгибающем моменте в 10 кНм. Выбрать наиболее рациональное.
5	На сколько изменится момент сопротивления сечения при изгибе, если увеличить вдвое диаметр сплошного круглого сечения.
6	Вычислить касательное напряжение при изгибе в центре тяжести сечения, если поперечная сила равна 8кН, а сечение – равносторонний треугольник со стороной 5см.
7	По заданным исходным данным произвести расчёт на прочность, жёсткость стержня под действием ОРС, кручения и изгиба, определить геометрические характеристики плоского сечения.
8	По заданным исходным данным рассчитать перемещения балки или рамы при изгибе.

Критерии оценивания решения задачи

Оценка	Критерий оценки
Отлично	Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.
Хорошо	Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ
Удовлетворительно	Задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.
Неудовлетворительно	Задача решена неправильно, или задача не решена