

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан механико-математического
факультета



Захаров А.М.

2021 г.

Рабочая программа дисциплины

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки бакалавриата
01.03.03 Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки бакалавриата
Механика деформируемых тел и сред

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Полиенко А.В.		28.09.2021
Председатель НМК	Тышкевич С.В.		28.09.2021
Заведующий кафедрой	Коссович Л.Ю.		28.09.2021
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Сопротивление материалов» является знакомство студентов второго и третьего курсов бакалавриата механико-математического факультета направления подготовки 01.03.03 «Механика и математическое моделирование» с расчетами на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и деталей машин.

Задачами дисциплины «Сопротивление материалов» является знакомство студентов с основными понятиями механики деформируемых сред, основными прочностными характеристиками конструкционных материалов и методами их определения, а так же приемами определения напряженно-деформированного состояния (НДС) и методами расчета на прочность и жесткость элементов конструкций в виде стержней и пластинок для использования в профессиональной, научно-исследовательской, научно-изыскательской, производственно-технологической деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Сопротивление материалов» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП бакалавриата по направлению 01.03.03 «Механика и математическое моделирование», профилю подготовки «Механика деформируемых тел и сред» и относится к дисциплинам Б1.В.03. Всего на ее изучение отводится 396 часов (132 часов аудиторной работы, 2 часа КСР, 208 часов СРС, 54 часа Контроль). В соответствии с учебным планом, занятия проводятся в 4 и 5 семестрах.

Дисциплина «Сопротивление материалов» связана с дисциплинами профессионального цикла: «Математический анализ», «Алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Аналитическая геометрия», «Теоретическая и прикладная механика» в результате изучения которых студент должен знать теоретические основы аналитической геометрии, дифференциального и интегрального исчисления, методов алгебры, дифференциальных уравнений, основные законы и методы теоретической механики. Студент должен уметь дифференцировать, интегрировать, решать системы линейных и нелинейных уравнений, аналитически решать простейшие обыкновенные дифференциальные уравнения, производить операции над векторами.

Знания и умения, полученные студентами при изучении дисциплины «Сопротивление материалов» используются в дисциплинах профессионального цикла: «Теория линейной упругости», «Плоская задача теории упругости», «Теория изгиба анизотропных пластин», «Колебательные процессы в упругих системах», «Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент», «Математические модели механики сплошной среды», а также при прохождении учебных практик и выполнении курсовых и выпускных бакалаврских работ.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>1.1_Б.УК-1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.</p>	<p>Знать: основные понятия и гипотезы теории сопротивления материалов. Уметь: анализировать основные понятия и гипотезы теории сопротивления материалов. Владеть: основными понятиями и гипотезами теории сопротивления материалов.</p>
	<p>2.1_Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p>	<p>Знать: основные понятия и гипотезы теории сопротивления материалов. Уметь: находить и анализировать основные понятия и гипотезы теории сопротивления материалов. Владеть: основными понятиями и гипотезами теории сопротивления материалов.</p>
	<p>3.1_Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p>	<p>Знать: основные понятия и гипотезы теории сопротивления материалов. Уметь: находить различные варианты решения задач сопротивления материалов. Владеть: приемами решения задач сопротивления материалов.</p>
	<p>4.1_Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p>	<p>Знать: основные понятия и гипотезы теории сопротивления материалов. Уметь: формировать собственные суждения по решению задач сопротивления материалов. Владеть: приемами решения задач сопротивления материалов.</p>
	<p>5.1_Б.УК-1. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>Знать: основные понятия и гипотезы теории сопротивления материалов. Уметь: делать выводы решения задач сопротивления материалов. Владеть: приемами решения задач</p>

		сопротивления материалов.
<p>УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p>	<p>Знать: основные понятия механики деформируемых сред. Уметь: формулировать совокупность задач механики деформируемых сред. Владеть: знаниями и основными понятиями механики деформируемых сред.</p>
	<p>2.1_Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.</p>	<p>Знать: решение конкретной задачи сопротивления материалов. Уметь: выбирать оптимальный способ решения задачи. Владеть: методами решения конкретной задачи сопротивления материалов.</p>
	<p>3.1_Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время</p>	<p>Знать: решение конкретной задачи сопротивления материалов. Уметь: выбирать оптимальный способ решения задачи за установленной время. Владеть: методами решения конкретной задачи сопротивления материалов.</p>
	<p>4.1_Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта</p>	<p>Знать: решение конкретной задачи сопротивления материалов. Уметь: представляет результаты решения конкретной задачи сопротивления материалов. Владеть: методами решения конкретной задачи сопротивления материалов.</p>
<p>УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</p>	<p>1.1_Б.УК-6. Применяет знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.) для успешного выполнения порученной работы.</p>	<p>Знать: свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные и т.д.). Уметь: применять имеющиеся ресурсы (личностные, ситуативные, временные и т.д.) для успешного решения задач сопротивления материалов. Владеть: навыками</p>

		использования имеющихся ресурсов (личностных, ситуативных, временных и т.д.) для успешного решения задач сопротивления материалов.
	2.1 Б.УК-6. Понимает важность планирования перспективных целей деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда.	Знать: основы планирования целей деятельности. Уметь: планировать цели деятельности с учетом условий, имеющихся средств, личностных возможностей, временной перспективы развития деятельности. Владеть: навыками планирования целей деятельности при решении задач сопротивления материалов с учетом условий, имеющихся средств, личностных возможностей, временной перспективы развития деятельности.
	3.1 Б.УК-6. Реализует намеченные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда.	Знать: основы планирования целей деятельности. Уметь: реализовывать намеченные цели деятельности с учетом условий, имеющихся средств, личностных возможностей, временной перспективы развития деятельности. Владеть: навыками реализации намеченных целей деятельности при решении задач сопротивления материалов с учетом условий, имеющихся средств, личностных возможностей, временной перспективы развития деятельности.
	4.1 Б.УК-6. Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач, а также относительно	Знать: основы планирования целей деятельности. Уметь: критически оценить эффективность использования времени и

	полученного результата.	<p>других ресурсов при решении задач сопротивления материалов, а также относительно полученного результата.</p> <p>Владеть: навыками корректировки плана в зависимости от эффективности использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач сопротивления материалов, а также относительно полученного результата.</p>
	<p>5.1_Б.УК-6. Демонстрирует интерес к учебе и использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков.</p>	<p>Знать: свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные и т.д.).</p> <p>Уметь: видеть предоставленные возможности для приобретения новых знаний и навыков.</p> <p>Владеть: способностью к использованию предоставляемых возможностей для приобретения новых знаний и навыков.</p>
<p>ПК-1. Способен составлять математические модели для расчета поведения элементов конструкций при силовом и температурном воздействиях</p>	<p>1.1_Б.ПК-1. Демонстрирует знание классических уравнений механики и математической физики, основных инженерных теорий деформирования стержней, пластин и оболочек.</p> <p>2.1_Б.ПК-1. Способен осуществить сбор и обработку исходных данных по геометрии и физико-</p>	<p>Знать: знать классические уравнения механики и математической физики, основных инженерных теорий деформирования стержней, пластин и оболочек.</p> <p>Уметь: применять знания механики и математической физики, теории деформирования пластин и оболочек к решению задач сопротивления материалов.</p> <p>Владеть: способностью к использованию знаний в решении конкретных задач по сопротивлению материалов.</p> <p>Знать: геометрию и механические характеристики заданного элемента конструкции и</p>

	<p>механическим характеристикам заданного элемента конструкции.</p>	<p>деталей машин. Уметь: осуществить сбор и обработку исходных данных по геометрии и механическим характеристикам заданного элемента конструкции и деталей машин. Владеть: способностью применять данные по геометрии и механическим характеристикам заданного элемента конструкции и деталей машин к решению задач сопротивления материалов.</p>
	<p>3.1 Б.ПК-1. Способен сформулировать и обосновать математическую модель, описывающую деформацию заданного элемента под действием заданных нагрузок.</p>	<p>Знать: математическую модель, описывающую деформацию заданного элемента конструкции под действием заданных нагрузок. Уметь: сформулировать и обосновать математическую модель, описывающую деформацию заданного элемента конструкции под действием заданных нагрузок. Владеть: способностью применять математическую модель, описывающую деформацию заданного элемента конструкции под действием заданных нагрузок.</p>
	<p>4.1 Б.ПК-1. Способен составить конечно-элементную модель на основании данных о геометрии, физико-механических свойствах и нагружении элемента конструкции.</p>	<p>Знать: конечно-элементную модель на основании данных о геометрии, физико-механических свойствах и нагружении элемента конструкции. Уметь: составить конечно-элементную модель на основании данных о геометрии, физико-механических свойствах и нагружении элемента конструкции. Владеть: способностью составить конечно-элементную модель на основании данных о</p>

		геометрии, физико-механических свойствах и нагружении элемента конструкции.
	5.1_Б.ПК-1. Способен оценить эффективность построенной модели с точки зрения точности расчета и экономии вычислительных ресурсов.	Знать: правила расчета элементов конструкций в сопротивлении материалов. Уметь: оценить эффективность построенной модели с точки зрения точности расчета и экономии вычислительных ресурсов. Владеть: способностью оценить эффективность построенной модели с точки зрения точности расчета и экономии вычислительных ресурсов.
ПК-2. Способен к проведению расчетов поведения элементов конструкций при силовом и температурном воздействиях с использованием прикладных приближенных теорий и метода конечных элементов	1.1_Б.ПК-2. Знает основные методы решения задач прикладных теорий стержней, пластин и оболочек, а также основы теории метода конечных элементов.	Знать: основные методы решения задач прикладных теорий стержней, пластин и оболочек, а также основы теории метода конечных элементов. Уметь: применять основные методы решения задач прикладных теорий стержней, пластин и оболочек, а также основы теории метода конечных элементов. Владеть: способностью основные методы решения задач прикладных теорий стержней, пластин и оболочек, а также основы теории метода конечных элементов.
	2.1_Б.ПК-2. Способен получить и реализовать решение задачи о деформировании элемента конструкции под действием заданной нагрузки в случаях, когда задача допускает аналитическое решение.	Знать: задачи о деформировании элемента конструкции под действием заданной нагрузки в случаях, когда задача допускает аналитическое решение. Уметь: реализовать решение задачи о деформировании элемента конструкции под действием заданной нагрузки в случаях, когда задача допускает аналитическое

		<p>решение.</p> <p>Владеть: способностью получать и реализовывать решение задачи о деформировании элемента конструкции под действием заданной нагрузки в случаях, когда задача допускает аналитическое решение.</p>
	<p>3.1_Б.ПК-2. Способен построить и реализовать конечно-элементную расчетную схему с применением современных программных комплексов</p>	<p>Знать: конечно-элементную расчетную схему с применением современных программных комплексов для решения задач сопротивления материалов.</p> <p>Уметь: построить и реализовать конечно-элементную расчетную схему с применением современных программных комплексов для задач сопротивления материалов.</p> <p>Владеть: способностью построения конечно-элементной расчетной схемы с применением современных программных комплексов для задач сопротивления материалов.</p>
	<p>4.1_Б.ПК-2. Способен подобрать и обосновать разбиение конструкции на конечные элементы, проанализировать влияние размеров сетки на точность расчетов.</p>	<p>Знать: метод конечных элементов для применения к задачам теории сопротивления материалов.</p> <p>Уметь: подобрать и обосновать разбиение конструкции на конечные элементы, проанализировать влияние размеров сетки на точность расчетов для задач сопротивления материалов.</p> <p>Владеть: способностью подобрать и обосновать разбиение конструкции на конечные элементы, проанализировать влияние размеров сетки на точность расчетов для задач сопротивления материалов.</p>
	<p>5.1_Б.ПК-2. Может провести верификацию полученных результатов и самостоятельно</p>	<p>Знать: правила расчетов задач теории сопротивления материалов.</p> <p>Уметь: провести</p>

	<p>сформулировать выводы на основе анализа проведенных расчетов.</p>	<p>верификацию полученных результатов и самостоятельно сформулировать выводы на основе анализа проведенных расчетов. Владеть: способностью провести верификацию полученных результатов и самостоятельно сформулировать выводы на основе анализа проведенных расчетов.</p>
<p>ПК-3. Способен представлять результаты теоретических или экспериментальных исследований поведения элементов конструкций при силовом и температурном воздействиях в форме отчета</p>	<p>1.1_Б.ПК-3. Знает основные принципы и правила составления отчетов о научно-исследовательской работе</p>	<p>Знать: основные принципы и правила составления отчетов о научно-исследовательской работе. Уметь: применять основные принципы и правила составления отчетов о научно-исследовательской работе. Владеть: способностью применять основные принципы и правила составления отчетов о научно-исследовательской работе.</p>
	<p>2.1_Б.ПК-3. Имеет представление о государственных и иных стандартах составления отчетной документации.</p>	<p>Знать: представление о государственных и иных стандартах составления отчетной документации. Уметь: применять представление о государственных и иных стандартах составления отчетной документации. Владеть: способностью применять представление о государственных и иных стандартах составления отчетной документации.</p>
	<p>3.1_Б.ПК-3. Составляет отчеты в соответствии с требованиями при проведении теоретических или экспериментальных исследований поведения элементов конструкций при силовом и температурном воздействиях.</p>	<p>Знать: теоретические или экспериментальные исследования поведения элементов конструкций при силовом и температурном воздействиях. Уметь: применять теоретические или экспериментальные исследования поведения элементов конструкций при</p>

		<p>силовом и температурном воздействиях.</p> <p>Владеть: способностью применять теоретические или экспериментальные исследования поведения элементов конструкций при силовом и температурном воздействиях.</p>
<p>ПК-4. Способен проводить экспериментальные исследования в области механики деформируемых тел (сред) и анализировать их результаты</p>	<p>1.1_Б.ПК-4. Знает основные методы экспериментальных исследований в области механики деформируемых тел и сред.</p>	<p>Знать: основные методы экспериментальных исследований в области механики деформируемых тел и сред.</p> <p>Уметь: применять основные методы экспериментальных исследований в области механики деформируемых тел и сред.</p> <p>Владеть: способностью применять основные методы экспериментальных исследований в области механики деформируемых тел и сред.</p>
	<p>2.1_Б.ПК-4. Обладает знаниями о современном экспериментальном оборудовании, принципах его работы и порядке применения.</p>	<p>Знать: современное экспериментальное оборудование, принципы его работы и порядке применения.</p> <p>Уметь: применять знания о современном экспериментальном оборудовании, принципах его работы и порядке применения.</p> <p>Владеть: способностью применять знания о современном экспериментальном оборудовании, принципах его работы и порядке применения.</p>
	<p>3.1_Б.ПК-4. Способен применить специализированное программное обеспечение при проведении экспериментальных исследований</p>	<p>Знать: специализированное программное обеспечение при проведении экспериментальных исследований.</p> <p>Уметь: применить специализированное программное обеспечение при проведении экспериментальных исследований</p>

		<p>исследований. Владеть: способностью применить специализированное программное обеспечение при проведении экспериментальных исследований.</p>
	<p>4.1_Б.ПК-4. Знает основные методы обработки экспериментальных данных и может их применить.</p>	<p>Знать: основные методы обработки экспериментальных данных. Уметь: применить основные методы обработки экспериментальных данных. Владеть: способностью применить основные методы обработки экспериментальных данных.</p>
	<p>5.1_Б.ПК-4. Способен самостоятельно обнаружить закономерности в результатах проведенных экспериментальных исследований, сопоставить их с результатами других исследователей и теоретическими предсказаниями</p>	<p>Знать: закономерности в результатах проведенных экспериментальных исследований. Уметь: самостоятельно обнаружить закономерности в результатах проведенных экспериментальных исследований, сопоставить их с результатами других исследователей и теоретическими предсказаниями. Владеть: способностью самостоятельно обнаружить закономерности в результатах проведенных экспериментальных исследований, сопоставить их с результатами других исследователей и теоретическими предсказаниями</p>

4. Структура и содержание дисциплины «Сопротивление материалов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Контроль	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия		КСР	СРС		
						Общая трудоемкость	Из них-практическая подготовка				
1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11
1.	Введение	4	1-2	2		-	-		6		
2.	Осевое растяжение стержня	4	3-4	6		8	-		29		
3.	Осевое сжатие стержня	4	5-7	6		6	-		20		
4.	Статически неопределимые задачи на растяжение-сжатие	4	8-10	6		6	-	1	20		Контр. работа
5.	Сложное напряженное состояние. Теории прочности.	4	11-13	6		6	-		20		
6.	Деформация чистого сдвига	4	14-16	6		6	-		20		
											Зачет с оценкой Курсовая работа
	Общая трудоемкость дисциплины за семестр – 180 часов		16	32		32	-	1	115		
7.	Геометрические характеристики плоской фигуры	5	1	2		3	-		15	9	
8.	Деформация кручения	5	2-4	6	5	3	-		15	9	
9.	Деформация изгиба	5	5-9	8	6	3	-		18	9	
10.	Сложное сопротивление	5	10-12	6	6	3	-	1	15	9	Контр. работа
11.	Расчет плоской рамы	5	13-15	6		3	-		15	9	
12.	Устойчивость деформированного состояния сжатого стержня	5	16-18	6		2	-		15	9	
											экзамен (54)
	Общая трудоемкость дисциплины за семестр – 216 часов		18	34	17	17	-	1	93	54	
	Общая трудоемкость дисциплины за 4,5 семестры – 396 часов			66	17	49	-	2	208	54	

Содержание дисциплины

Введение

Сопротивление материалов и его место в инженерных расчетах. Основные гипотезы. Объект использования. Характеристики напряженно-деформируемого состояния. Простые деформации, сложное напряженное состояние (сложное сопротивление).

Раздел 1. Осевое растяжение стержня

Растяжение стержня постоянного поперечного сечения, напряжения и деформации, закон Гука, напряжения на наклонных площадках. Основные результаты экспериментов по растяжению стержня постоянного сечения, диаграмма растяжений для пластического и хрупкого материалов. Расчет растянутого стержня на прочность и жесткость. Растяжение стержня постоянного сечения с учетом собственного веса. Тело равного сопротивления растяжению; расчет ступенчатого стержня, близкого к телу равного сопротивления растяжению. Потенциальная энергия растянутого стержня, упругий потенциал.

Раздел 2. Осевое сжатие стержня

Осевое сжатие стержня переменного сечения: напряжения и деформации. Особенности поведения сжатого стержня за пределом упругости.

Раздел 3. Статически неопределимые задачи на растяжение-сжатие

Статически неопределимые задачи на растяжение-сжатие. Расчет армированной колонны. Расчет сжато-растянутого стержня с закрепленными концами. Монтажные закрепления. Напряжения во вращающемся стержне. Температурные напряжения в стержнях.

Раздел 4. Сложное напряженное состояние

Сложное напряженное состояние. Теории прочности. Растяжение тонкой пластинки по двум направлениям, обобщенный закон Гука. Общий случай плоского напряженного состояния: определение напряжений на наклонной площадке, главные площадки и главные напряжения. Некоторые сведения из теории пространственного напряженно-деформированного состояния. Определение границ для коэффициента Пуассона. Потенциальная энергия при пространственном напряженном состоянии. Упругий потенциал при чисто объемной деформации и деформации формы. Основные теории прочности.

Раздел 5. Деформация чистого сдвига

Деформация чистого сдвига. Определение напряжений и деформаций при чистом сдвиге. Закон Гука. Расчет на прочность при чистом сдвиге. Связь между двухосным растяжением-сжатием и деформацией чистого сдвига, зависимость между G , E и ν . Упругий потенциал при чистом сдвиге.

Раздел 6. Геометрические характеристики плоской фигуры

Геометрические характеристики плоской фигуры: статические моменты, моменты инерции 2-го порядка. Преобразование моментов инерции при параллельном переносе и при повороте осей системы

координат. Определение главных осей и главных моментов инерции плоской фигуры. Моменты инерции для круга и прямоугольника.

Раздел 7. Деформация кручения

Деформация кручения стержня кругового поперечного сечения (теория Кулона): гипотезы, формулы для напряжений и деформаций. Главные площадки и главные напряжения в скручиваемом стержне. Упругий потенциал, расчет на прочность и жесткость. Некоторые статически неопределимые задачи на кручение. Некоторые сведения о строгой теории кручения Сен-Венана.

Раздел 8. Деформация изгиба

Плоский изгиб прямого стержня. Изгибающий момент и перерезывающая сила, их эпюры. Нормальное и касательное напряжения. Расчет на прочность изогнутого стержня.

Дифференциальное уравнение изогнутой оси при плоском изгибе, граничные условия. Аналитический метод определений деформаций. Графоаналитический метод определения деформаций.

Теорема о взаимности работ. Энергетический метод определения деформаций (интеграл перемещений). Способ Верещагина для вычислений интеграла перемещений.

Статически неопределимые задачи на изгиб и методы их решения: метод сравнения деформаций, уравнение трех моментов для неразрезной балки и определение реакций. Применение уравнений трех моментов для балки с жестко закрепленными концами.

Раздел 9. Сложное сопротивление

Внецентренное сжатие стержня, ядро сечения, определение ядра сечения для круглого и прямоугольного сечения. Косой изгиб стержня, определение напряжений и деформаций. Изгиб с кручением, расчет на прочность.

Раздел 10. Расчет плоской рамы

Плоская статически определимая рама под действием нагрузки, приложенной в ее плоскости. Эпюры изгибающих моментов, продольных и перерезывающих сил. Определение напряжений и расчет на прочность.

Расчет статически неопределимой рамы методом сил: каноническая система уравнений, вычисление коэффициентов и грузовых членов.

Раздел 11. Устойчивость деформированного состояния сжатого стержня

Устойчивость деформированного состояния при осевом сжатии. Формулы Эйлера для критической силы при осевом сжатии стержня для основных случаев закрепления концов. Формулы Эйлера для критического напряжения. Пределы применимости формул Эйлера, график зависимости критического напряжения от гибкости стержня, формулы Ясинского и Тетмайера. Расчет сжатого стержня на устойчивость по коэффициенту снижения допускаемого напряжения.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 01.03.03 «Механика и математическое моделирование» для реализации компетентного подхода в учебном процессе применяются следующие образовательные технологии:

1) при проведении лекционных занятий: информационные лекции, проблемные лекции, лекции беседы, лекции дискуссии, лекции с заранее запланированными ошибками;

2) при проведении лабораторных и практических занятий: традиционные занятия, занятия исследования, проблемные ситуации, ситуации с ошибкой;

3) при организации самостоятельной работы студентов: поиск и обработка информации, в том числе с использованием информационно-телекоммуникационных технологий; исследование проблемной ситуации; постановка и решение задач из предметной области; отработка навыков применения стандартных методов к решению задач предметной области.

Практические занятия предусматривают широкое использование активных форм проведения занятий с разбором конкретных ситуаций.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу студентов и руководство этой работой со стороны преподавателей. Формы текущего контроля: устный опрос по темам курса.

В учебном процессе при реализации компетентного подхода используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм, учебные групповые дискуссии.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации. Подготовка, при необходимости, учебных и контрольно-измерительных материалов в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями (для студентов с нарушениями зрения учебные материалы подготавливаются с применением укрупненного шрифта, используются аудиозаписи занятий; для студентов с нарушением слуха предоставляются электронные лекции, печатные раздаточные материалы с заданиями для самостоятельной работы).

При необходимости, для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с инвалидностью и студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается в 1,5–2 раза по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Сопротивление материалов»

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. При подготовке обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам, а также ресурсами сети Интернет. Часть самостоятельных занятий посвящена выполнению домашних заданий, обсуждениям, дискуссиям. Проверка домашних заданий проводится на практических занятиях.

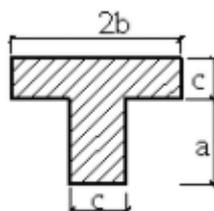
Самостоятельная аудиторная работа студентов проводится в форме самостоятельного поиска ответов на поставленные вопросы на практических занятиях с дальнейшим их разбором и обсуждением; поиска решений проблемных ситуаций, предложенных в процессе освоения тем дисциплины.

Текущий контроль усвоения дисциплины «Сопротивление материалов» проводится в виде курсовых работ по теме «Статически определимые и статически неопределимые задачи на растяжение и сжатие», контрольной работы на тему «Определение реакций неразрезной балки», лабораторных работ, устного опроса студентов по теоретическим вопросам. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета и экзамена.

Примерные варианты контрольной работы в 5 семестре Тема «Геометрические характеристики плоских сечений»

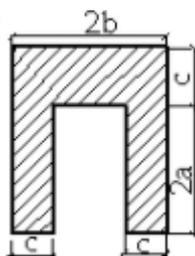
Вариант 1

Определить центр тяжести фигуры, осевые моменты инерции для фигуры, изображенной на рисунке



Вариант 2

Определить центр тяжести фигуры, осевые моменты инерции для фигуры, изображенной на рисунке

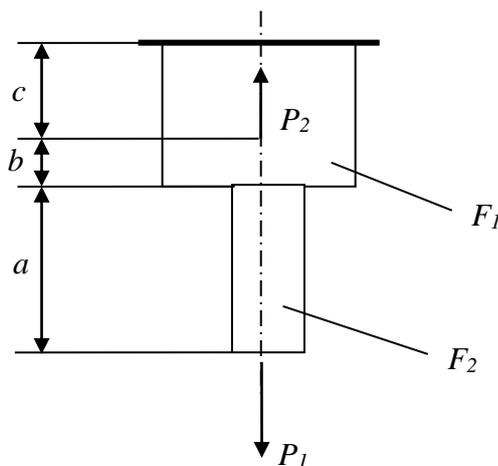


Примерные варианты курсовых работ в 4 семестре

Тема «Статически определимые и статически неопределимые задачи на растяжение и сжатие»

Вариант 1

- Для изображенного на рисунке стального бруса требуется:
 - Построить по длине бруса эпюры продольных усилий, нормальных напряжений и перемещений поперечных усилий.
 - Определить удлинение (укорочение) бруса.
 - Вычислить коэффициент запаса прочности.

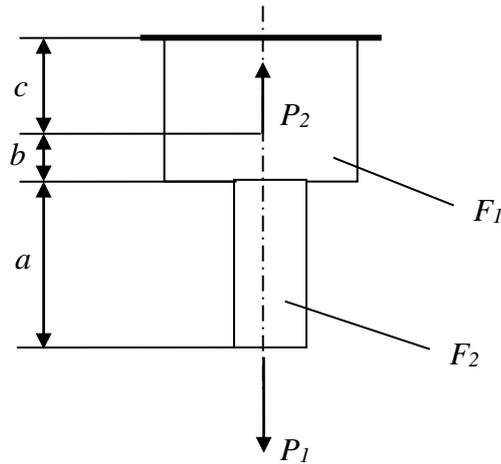


Принять в задаче $a=0.3$ м, $b=0.4$ м, $c=0.6$ м, $F_1=8.5$ см², $F_2=7$ см², $P_1=70$ кН, $P_2=40$ кН.

Вариант 2

- Стальной стержень переменного сечения жестко закреплен верхним концом и нагружен силой P_1 . Между нижним его концом и неподатливой опорой до нагружения имеется зазор $\Delta=10-5\epsilon$. Требуется:
 - выяснить, перекроется ли зазор Δ в данной системе (если зазор не перекрывается, то принять $\Delta=0$).
 - Построить эпюру продольных сил и нормальных напряжений.

с) Оценить прочность заданной системы при $[\sigma]=160$ МПа.



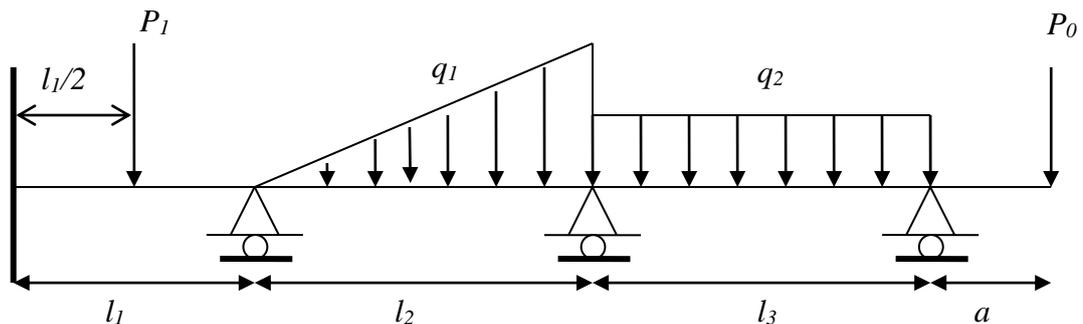
Принять в задаче $a=0.3$ м, $b=0.4$ м, $c=0.6$ м, $F_1=8.5$ см², $F_2=7$ см², $P_1=70$ кН, $P_2=40$ кН.

Примерные варианты контрольной работы в 5 семестре

Тема: «Определение реакций неразрезной балки»

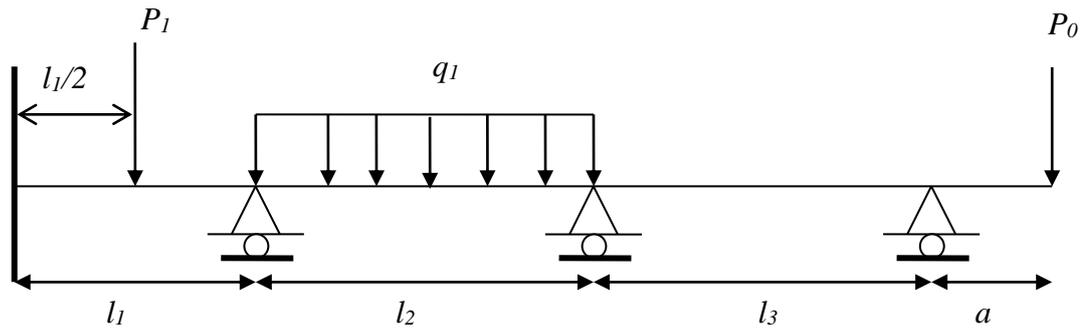
Вариант 1

1. Используя уравнение трех моментов, определить моменты в закрепленных сечениях и реакции. При расчетах принять $l_1=3$ м, $l_2=4$ м, $l_3=5$ м, $a=0.5$ м, $P_1=P_0=1$ т, $q_1=0.4$ т/м, $q_2=1$ т/м.



Вариант 2

1. Построить эпюры перерезывающих сил и изгибающих моментов. При расчетах принять $l_1=3$ м, $l_2=4$ м, $l_3=5$ м, $a=0.5$ м, $P_1=P_0=1$ т, $q_1=0.4$ т/м.



Лабораторные работы в 5 семестре

Лабораторная работа №1. Испытание материалов на растяжение и на сжатие.

Лабораторная работа №2. Испытание материалов на сжатие.

Лабораторная работа №3. Определение модуля Юнга и коэффициента Пуассона.

Лабораторная работа №4. Испытание стального образца на кручение. Проверка закона Гука и определение модуля сдвига при кручении стержня круглого поперечного сечения.

Лабораторная работа №5. Определение модуля Юнга при чистом изгибе балки.

Лабораторная работа №6. Определение деформации при изгибе балок.

Лабораторная работа №7. Определение реакции неразрезной балки.

Лабораторная работа №8. Определение деформаций при косом изгибе балок.

Список вопросов к устному зачету в 4 семестре

1. Сопротивление материалов и его место в инженерных расчетах.
2. Характеристики напряженно-деформируемого состояния.
3. Осевое растяжение стержня. Закон Гука. Основные результаты экспериментов по растяжению стержня постоянного сечения. Диаграмма растяжений для пластического и хрупкого материалов.
4. Растяжение стержня постоянного сечения с учетом собственного веса.
5. Тело равного сопротивления растяжению; расчет ступенчатого стержня, близкого к телу равного сопротивления растяжению.
6. Осевое сжатие стержня. Осевое сжатие стержня переменного сечения: напряжения и деформации.
7. Статически неопределимые задачи на растяжение-сжатие. Расчет армированной колонны.
8. Сложное напряженное состояние. Теории прочности.
9. Растяжение тонкой пластинки по двум направлениям, обобщенный закон Гука.

10. Общий случай плоского напряженного состояния: определение напряжений на наклонной площадке, главные площадки и главные напряжения.

11. Потенциальная энергия при пространственном напряженном состоянии.

12. Упругий потенциал при чисто объемной деформации и деформации формы.

Список вопросов к экзамену в 5 семестре

1. Деформация чистого сдвига.
2. Определение напряжений и деформаций при чистом сдвиге. Закон Гука.
3. Расчет на прочность при чистом сдвиге.
4. Связь между двухосным растяжением-сжатием и деформацией чистого сдвига, зависимость между G , E и ν .
5. Упругий потенциал при чистом сдвиге.
6. Геометрические характеристики плоской фигуры: статические моменты, моменты инерции 2-го порядка.
7. Преобразование моментов инерции при параллельном переносе и при повороте осей системы координат.
8. Определение главных осей и главных моментов инерции плоской фигуры.
9. Моменты инерции для круга и прямоугольника.
10. Деформация кручения. Деформация кручения круглого стержня (теория Кулона): гипотезы, формулы для напряжений и деформаций.
11. Главные площадки и главные напряжения в скручиваемом стержне.
12. Упругий потенциал, расчет на прочность и жесткость.
13. Плоский изгиб прямого стержня. Изгибающий момент и перерезывающая сила, их эпюры.
14. Нормальное и касательное напряжения. Расчет на прочность изогнутого стержня.
15. Дифференциальное уравнение изогнутой оси при плоском изгибе, граничные условия.
16. Аналитический метод определений деформаций.
17. Графоаналитический метод определения деформаций.
18. Статически неопределимые задачи на изгиб и методы их решения: метод сравнения деформаций, уравнение трех моментов для неразрезной балки и определение реакций.
19. Сложное сопротивление. Внецентренное сжатие стержня, ядро сечения, определение ядра сечения для круглого и прямоугольного сечения.
20. Косой изгиб стержня, определение напряжений и деформаций.
21. Расчет плоской рамы. Плоская статически определимая рама под действием нагрузки, приложенной в ее плоскости.
22. Теорема о взаимности работ.

23. Энергетический метод определения деформаций (интеграл перемещений).

24. Способ Верещагина для вычислений интеграла перемещений.

25. Расчет статически неопределимой рамы методом сил: каноническая система уравнений, вычисление коэффициентов и грузовых членов.

26. Устойчивость деформированного состояния сжатого стержня.

27. Устойчивость деформационного состояния при осевом сжатии.

28. Формулы Эйлера для критической силы при осевом сжатии стержня для основных случаев закрепления концов. Формулы Эйлера для критического напряжения.

29. Пределы применимости формул Эйлера, график зависимости критического напряжения от гибкости стержня, формулы Ясинского и Тетмайера.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции и	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
4	10	0	15	15	0	35	25	100
5	10	15	15	10		25	25	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

4 семестр

Лекции – от 0 до 10 баллов

Посещаемость, активность и др. за один семестр – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки посещаемости лекций:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 3 баллов;
- от 51% до 75% – 7 баллов;
- от 76% до 100% – 10 баллов.

Лабораторные занятия – 0 баллов

Не предусмотрены.

Практические занятия – от 0 до 15 баллов

Посещаемость, активность (ответы с места, работа у доски), самостоятельное решение задач в аудитории оценивается от 0 до 15 баллов (каждое занятие – 0-1 балл).

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 75% – 10 баллов;
- от 76% до 100% – 15 баллов.

Самостоятельная работа – от 0 до 15 баллов

Оценивается качество и количество выполненных домашних работ – от 0 до 30 баллов (каждое домашнее задание – 0-1 балл).

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 75% – 10 баллов;
- от 76% до 100% – 15 баллов.

Автоматизированное тестирование – 0 баллов

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности – от 0 до 35 баллов

Решение контрольной работы. Контрольная работа «Геометрические характеристики плоских сечений» оценивается от 0 до 35 баллов.

Критерии оценки:

менее 25% – 0 баллов;
от 25% до 50% – 10 баллов;
от 51% до 75% – 20 баллов;
от 76% до 100% – 35 баллов.

Промежуточная аттестация – от 0 до 25 баллов

Промежуточная аттестация студентов проводится в виде *зачета с оценкой*.

При проведении промежуточной аттестации:

ответ на «отлично» оценивается от 20 до 25 баллов;
ответ на «хорошо» оценивается от 16 до 19 баллов;
ответ на «удовлетворительно» оценивается от 11 до 15 баллов;
ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 10 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4 семестр по дисциплине «Сопротивление материалов» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Сопротивление материалов» в зачет – 4 семестр.

85 баллов и более	«зачтено» («отлично»)
-------------------	-----------------------

71 – 84 баллов	«зачтено» («хорошо»)
60 – 70 баллов	«зачтено» («удовлетворительно»)
меньше 60 баллов	«не зачтено» («неудовлетворительно»)

Согласно учебному плану, по данной дисциплине предусмотрено выполнение курсовой работы, которая в соответствии с положением П 1.06.04 -2013 при балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения приравнивается к дисциплинам учебного плана.

Таблица 3. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности при выполнении курсовой работы.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
4	0	0	0	40	0	20	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

4 семестр

Лекции – 0 баллов

Не предусмотрены.

Лабораторные занятия – 0 баллов

Не предусмотрены.

Практические занятия – 0 баллов

Не предусмотрены.

Самостоятельная работа – от 0 до 40 баллов

Обзор научной литературы по заданной теме, решение поставленных задач, анализ полученных результатов. Оценивается от 0 до 40 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 10 баллов;
- от 51% до 75% – 25 баллов;
- от 76% до 100% – 40 баллов.

Автоматизированное тестирование – 0 баллов

Не предусмотрены.

Другие виды учебной деятельности – от 0 до 20 баллов

Оформление результатов работы в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению курсовых работ, подготовка презентации с использованием современных технических средств. Оценивается от 0 до 20 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 75% – 12 баллов;
- от 76% до 100% – 20 баллов.

Промежуточная аттестация – от 0 до 40 баллов

Промежуточная аттестация студентов проводится в виде защиты курсовой работы на заседании кафедры. При проведении промежуточной аттестации: ответ на «зачтено» оценивается от 20 до 40 баллов; ответ на «не зачтено» оценивается от 0 до 19 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4 семестр по курсовой работе по дисциплине «Сопротивление материалов» составляет 100 баллов.

Таблица 4. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по курсовой работе по дисциплине «Сопротивление материалов» в оценку.

60-100 баллов	«зачтено»
меньше 60 баллов	«не зачтено»

Программа оценивания учебной деятельности студента

5 семестр

Лекции – от 0 до 10 баллов

Посещаемость, активность и др. за один семестр – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки посещаемости лекций:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 10 баллов;
- от 51% до 75% – 25 баллов;
- от 76% до 100% – 40 баллов.

Лабораторные занятия – от 0 до 15 баллов

Посещаемость, самостоятельность и правильность при выполнении лабораторных работ, грамотность в оформлении отчетов – от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 75% – 10 баллов;
- от 76% до 100% – 15 баллов.

Практические занятия – от 0 до 15 баллов

Посещаемость, активность (ответы с места, работа у доски), самостоятельное решение задач в аудитории оценивается от 0 до 15 баллов (каждое занятие – 0-1 балл).

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 75% – 10 баллов;
- от 76% до 100% – 15 баллов.

Самостоятельная работа – от 0 до 10 баллов

Выполнение домашних заданий оценивается в 5 семестре от 0 до 10 баллов (каждое домашнее задание – 0-1 балл).

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 4 баллов;
- от 51% до 75% – 7 баллов;
- от 76% до 100% – 10 баллов.

Автоматизированное тестирование – 0 баллов

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности – от 0 до 25 баллов

Решение контрольной работы. Контрольная работа по теме «Определение реакций неразрезной балки» оценивается от 0 до 25 баллов.

Критерии оценки:

менее 25% – 0 баллов;
от 25% до 50% – 5 баллов;
от 51% до 75% – 18 баллов;
от 76% до 100% – 25 баллов.

Промежуточная аттестация – от 0 до 25 баллов

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 20 до 25 баллов;
ответ на «хорошо» оценивается от 13 до 19 баллов;
ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 12 баллов;
ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по дисциплине «Сопротивление материалов» составляет 100 баллов.

Таблица 5. Перерасчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Сопротивление материалов» в оценку (экзамен) – 5 семестр.

более 85 баллов	«отлично»
от 76 до 85 баллов	«хорошо»
от 60 до 75 баллов	«удовлетворительно»
меньше 60 баллов	«неудовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Сопротивление материалов»

а) литература:

1. Схиртладзе А.Г. Сопротивление материалов [Текст]: учеб. для студентов учреждений высш. проф. образования. – Москва: Изд. центр "Академия", 2012. – 414, [2] с. ✓
2. Михайлов А.М. Сопротивление материалов [Текст]: учеб. для студентов высш. учеб. заведений. – Москва: Академия, 2009. – 448 с. ✓
3. Вольмир А.С., Григорьев Ю.П., Марьин В.А., Станкевич А.И. Сопротивление материалов: лаб. практикум. – 3-е изд., стер. – Москва: Дрофа, 2006. – 352 с. (2 экз.) ✓
4. Горшков А.Г., Трошин В.Н., Шалашилин В.И. Сопротивление материалов: уч. пособие, 2-е изд. испр. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 543 с. (3 экз.) ✓
5. Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов [Текст]: учеб. пособие для машиностр. спец. сред. проф. учеб. заведений. – Москва: Высш. шк., 2002. – 318 с. ✓
6. Тимошенко С.П. Механика материалов: учебник для вузов, 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург; Москва: Лань, 2002. – 669 с. ✓
7. Буланов Э.А. Решение задач по сопротивлению материалов. 3-е изд., испр. и доп. – Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 213 с. ✓

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Конспект лекций по курсу «Сопротивление материалов»
<http://www.mysopromat.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Сопротивление материалов»

Для проведения занятий по дисциплине «Сопротивление материалов», предусмотренной учебным планом ООП бакалавриата по направлению 01.03.03 «Механика и математическое моделирование», имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- мультимедийная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами, маркерными досками для демонстрации учебного материала;

- специализированные лаборатории с оборудованием для проведения испытаний.

- библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями, перечисленными в разделе 8 в необходимом количестве;

- электронная библиотека;

- специально оборудованные помещения для самостоятельной работы обучающихся с компьютерным оборудованием и доступом к сети Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки: 01.03.03 «Механика и математическое моделирование», профилю подготовки: «Механика деформируемых тел и сред».

Автор: А.В. Полиенко, ассистент кафедры математической теории упругости и биомеханики механико-математического факультета СГУ.

Программа одобрена на заседании кафедры математической теории упругости и биомеханики от 28.09.2021 года, протокол № 3.