

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович
Должность: И.о. ректора
Дата подписания: 2021.04.15
Уникальный программный ключ:
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaaedebee849

Министерство науки и высшего образования РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Дагестанский государственный технический университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина Соппротивление материалов
наименование дисциплины по ОПОП

для направления **08.03.01 - «Строительство»**
код и полное наименование направления (специальности)

по профилю **«Промышленное и гражданское строительство: теория и проектирование
зданий и сооружений»**

факультет Архитектурно-строительный,
наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра Соппротивления материалов, теоретической и строительной механики.
наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

Форма обучения очная очно-заочная, заочная, курс 2/3 семестр (ы) 4/5.
очная, очно-заочная, заочная

г. Махачкала 2021

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **08.03.01 – «Строительство»** с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению и профилю подготовки **«Промышленное и гражданское строительство: теория и проектирование зданий и сооружений»**


Разработчик  Муртазалиев Г.М., д.т.н., профессор
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

«17» 03 2021г.

Зав. кафедрой, за которой закреплена дисциплина (модуль) _____
 Пайзулаев М.М., к.т.н., доцент
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

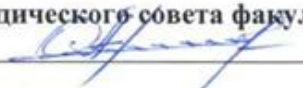
«17» 03 2021г.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры СКИГТС от 14.05. 2021 года, протокол № 9.

Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю) _____
 Устарханов О.М., д.т.н., профессор
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

«17» 03 2021г.

Программа одобрена на заседании Методического совета архитектурно-строительного факультета от 18.06 2021 года, протокол № 10.

Председатель Методического совета факультета _____
 Омаров А.О., к.э.н., доцент
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

«18» 06 2021г.

Декан АСФ _____
 Хаджишалапов Г.Н.
подпись

Начальник УО _____
 Магомаева Э.В.
подпись

И.о. проректора по УР _____
 Баламирзоев Н.Л.
подпись

1. Цели и задачи освоения дисциплины

«Сопротивление материалов» имеет своей **целью** подготовить студентов к проведению самостоятельных расчетов конструкций и элементов конструкций промышленного и гражданского строительства.

Задачи дисциплины - дать студенту:

-необходимые представления о работе конструкций, расчетных схемах, задачах расчета плоских и пространственных элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;

-знания о механических системах и процессах, необходимые для изучения специальных дисциплин расчета конструкций.

Приобретенные знания способствуют формированию инженерного мышления.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Сопротивление материалов» входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части учебного плана.

Для изучения дисциплины необходимы знания вопросов предшествующих изучаемых дисциплин – как математика, физика, инженерная графика, информатика; теоретическая механика и основ технической механики.

Дисциплина является предшествующей для изучения следующих дисциплин – строительная механика, механика грунтов и других специальных курсов.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

В результате освоения дисциплины «Сопротивление материалов» студент должен овладеть следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименование показателя оценивания (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПКО-4	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных зданий и сооружений промышленного и гражданского строительства	ПКО-4.1. Выбор исходной информации нормативно-технических документов для выполнения расчетного обоснования проектных решений здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения
		ПКО-4.2. Выбор нормативно-технических документов, устанавливающих требования к расчётному обоснованию проектного решения здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения
		ПКО-4.3. Сбор нагрузок и воздействий на здание (сооружение) промышленного и гражданского назначения

4. Объем и содержание дисциплины (модуля)

Форма обучения	очная	Очно-заочная	заочная
Общая трудоемкость по дисциплине (ЗЕТ/ в часах)	4 /144	4/144	4/144
Семестр	4	5	5
Лекции, час	17	17	9
Практические занятия, час	17	9	4
Лабораторные занятия, час	17	9	4
Самостоятельная работа, час	57	73	118
Курсовой проект (работа), РГР, семестр	4 сем., РГР	5	5 сем., РГР
Зачет (при заочной форме 4 часа отводится на контроль)	-	-	-
Часы на экзамен (при очной, очно-заочной формах 1 ЗЕТ – 36 часов, при заочной форме 9 часов отводится на контроль)	Экзамен (1 ЗЕТ- 36 ч.)	Экзамен (1 ЗЕТ- 36 ч.)	Экзамен (1 ЗЕТ- 9 ч.)

4.1.Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Раздел дисциплины, тема лекции и вопросы	Очная форма				Очно-заочная форма				Заочная форма			
		ЛК	ПЗ	ЛБ	СРС	ЛК	ПЗ	ЛБ	СРС	ЛК	ПЗ	ЛБ	СРС
1	Лекция 1. Тема: "Теория напряженного состояния в точке тела" 1. Виды напряженного состояния. 2. Тензор напряжений и его компоненты. 3. Определение напряжений, действующих на наклонной площадке. 4. Главные площадки и главные напряжения. 5. Определение положения главных площадок.	2	2	-	6	2	1	1	8	1	-		13
2	Лекция 2. Тема: "Гипотезы прочности". 1. Назначение гипотез (теории) прочности. 2. Классические теории прочности. 3. Энергетическая теория прочности 4. Теория прочности Мора. 5. Объединенная теория прочности.	2	2	4	9	2	1	1	8	1	2	2	13
3	Лекция 3. Тема: "Полная система уравнений МТДТ" 1. Дифференциальные уравнения равновесия. 2. Геометрические соотношения Коши. 3. Уравнения совместности деформации. 4. Обобщенный закон Гука.	2	2	-	6	2	1	1	8	1	-		13

4	<p>Лекция 4. Тема: "Плоская задача МТДГ"</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Плоская деформация и плоское напряженное состояние. 2. Основные уравнения в декартовой системе координат. 3. Уравнения равновесия на поверхности. 4. Бигармоническое уравнение. Функция напряжений. 	2	2	2	6	2	1	1	8	1	-	13	
5	<p>Лекция 5 Тема: «Дифференциальное уравнение изгиба прямоугольной пластины»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация пластин. 2. Перемещения, деформации, напряжения и усилия в сечениях пластин. 3. Уравнение равновесия элемента пластины – уравнение Софи Жермен. 4. Граничные условия для основных случаев закрепления контура пластины. 	2	2	4	6	2	1	1	8	1	2	13	
6	<p>Лекция 6. Тема: "Изгиб круглых пластин"</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дифференциальное уравнение изгиба круглых пластин. 2. Осесимметричный изгиб круглой пластины. 3. Граничные условия для круглой пластины. 4. Краткие сведения об основных методах расчета пластин. 	2	2	2	6	2	1	1	8	1	-	2	14
7	<p>Лекция 7. Тема: "Основные сведения об оболочках и методах их расчета"</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация оболочек. 2. Безмоментная теория расчета оболочек. 3. Теория пологих оболочек. 	2	2	2	6	2	1	1	8	1	-	13	

8	Лекция 8. Тема: "Основы теории пластичности" 1. Основные понятия и определения. 2. Простое и сложное нагружения. 3. Теория малых упруго – пластических деформаций. 4. Теория пластического течения.	2	2	2	6	2	1	1	9	1	-		13
9	Лекция 9. Тема: "Основы теории ползучести" 1. Основные понятия и определения. 2. Ползучесть и релаксация. 3. Принципы Вольтерры.	1	1	1	6	1	1	1	8	1	-		13
Форма текущего контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре)		Входная конт. работа 1 аттестация 1-3 тема 2 аттестация 4-6 тема 3 аттестация 7-8 тема				Входная конт. работа 1 аттестация 1-3 тема 2 аттестация 4-6 тема 3 аттестация 7-8 тема				Входная конт. работа; Контрольная работа			
Форма промежуточной аттестации (по семестрам)		Экзамен (1 ЗЕТ- 36 ч.)				Экзамен (1 ЗЕТ- 36 ч.)				Экзамен (1 ЗЕТ- 9 ч.)			
Итого		17	17	17	57	17	9	9	73	9	4	4	118

4.2. 1. Содержание практических занятий

Таблица 4.2.

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование практического занятия	Количество часов			Рекомендуемая литература и методические разработки
			Очно	Очно-заочная	Заочно	
1	2	3	4	5	6	7
1	1	Теория напряженного состояния в точке тела	2	1	-	[1 -14]
2	2	Гипотезы прочности	2	1	2	[1 -14]
3	3	Полная система уравнений МГДТ	2	1	-	[1 -14]
4	4	Плоская задача МГДТ	2	1	-	[1 -14]
5	5	Дифференциальное уравнение изгиба прямоугольной пластины	2	1	-	[1 - 14]
6	6	Изгиб круглых пластин	2	1	2	[1 - 14]
7	7	Основные сведения об оболочках и методах их расчета	2	1	-	[1 -14]
8	8	Основы теории пластичности	2	1	-	[1 -14]
9.	9	Основы теории ползучести	1	1	-	[1 -14]
		Итого по курсу	17	9	4	

4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного занятия	Количество часов			Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
			Очно	Очно-заочная	Заочно	
1	2	3	4		6	7
1	2	Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона некоторых конструкционных материалов.	3	2	2	[1 -14]
2	2	Электрические методы измерения деформаций. Тарировка тензодатчика на примере балки равного сопротивления.	4	2		[1 -14]
3	3	Исследование напряженного состояния тонкостенной трубы при чистом изгибе.	3	2		[1 -14]
4	4	Определение коэффициента концентрации напряжений.	4	2		[1 -14]
5	5	Исследование напряженного состояния жесткого образца при внецентренном растяжении.	3	1	2	[1 -14]
ИТОГО			17	9	4	

4.3. Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины			Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
		Очно	Очно-заочная	Заочно		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема: " <u>Теория напряженного состояния в точке тела</u> " Виды напряженного состояния. Тензор напряжений и его компоненты. Определение напряжений, действующих на наклонной площадке. Главные площадки и главные напряжения. Определение положения главных площадок.	6	9	13	[1 - 14]	контрольная работа, лабораторные занятия,
2	Тема: " <u>Гипотезы прочности</u> ". Назначение гипотез (теории) прочности. Классические теории прочности. Энергетическая теория прочности Теория прочности Мора. Объединенная теория прочности.	9	8	13	[1 - 14]	контрольная работа, лабораторные занятия,
3	Тема: " <u>Полная система уравнений МТДТ</u> " Дифференциальные уравнения равновесия. Геометрические соотношения Коши. Уравнения совместности деформации. Обобщенный закон Гука.	6	8	13	[1 - 14]	контрольная работа, лабораторные занятия,
4	Тема: " <u>Плоская задача МТДТ</u> " Плоская деформация и плоское напряженное состояние. Основные уравнения в декартовой системе координат. Уравнения равновесия на поверхности. Бигармоническое уравнение. Функция напряжений.	6	8	13	[1 - 14]	контрольная работа, лабораторные занятия,
5	Тема: « <u>Дифференциальное уравнение изгиба прямо-</u>	6	8	13	[1 - 14]	контрольная работа,

	<u>угольной пластины»</u> Классификация пластин. Перемещения, деформации и усилия в сечениях пластин. Уравнение равновесия элемента пластины – уравнение Софи Жермен. Граничные условия для основных случаев закрепления контура пластины.					лабораторные занятия,
6	Тема: <u>"Изгиб круглых пластин"</u> Дифференциальное уравнение изгиба круглых пластин. Осесимметричный изгиб круглой пластины. Граничные условия для круглой пластины. Краткие сведения об основных методах расчета пластин.	6	8	13		контрольная работа, лабораторные занятия,
7	Тема: <u>"Основные сведения об оболочках и методах их расчета"</u> Классификация оболочек. Безмоментная теория расчета оболочек. Теория пологих оболочек.	6	8	14		контрольная работа, лабораторные занятия,
8	Тема: <u>"Основы теории пластичности "</u> Основные понятия и определения. Простое и сложное нагружения. Теория малых упруго – пластических деформаций. Теория пластического течения.	6	8	13		контрольная работа, лабораторные занятия,
9	Тема: <u>"Основы теории ползучести"</u> Основные понятия и определения. Ползучесть и релаксация. Принципы Вольтерры.	6	8	13		контрольная работа, лабораторные занятия,
ИТОГО		57	73	118		

5. Образовательные технологии

В качестве основной используется традиционная технология изучения материала, предполагающая живое общение преподавателя и студента. Существенным дополнением служат иллюстративные видеоматериалы (видеолекции, электронные плакаты), которые при помощи демонстрационного оборудования, могут наглядно проиллюстрировать отдельные темы и вопросы разделов.

Отдельные вопросы могут быть проиллюстрированы. Все виды деятельности студента должны быть обеспечены доступом к учебно-методическим материалам (учебникам, учебным пособиям, методическим указаниям к решению задач, методическими указаниями к выполнению расчетно-графических работ). Учебные материалы должны быть доступны в печатном виде, а кроме этого могут быть представлены в электронном варианте (электронный учебник, обучающая программа и т.д.) и предоставляться на CD и/или размещаться в сети учебного заведения.

Оценка качества освоения программы дисциплины (модуля) «Теоретическая механика» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и проведение экзамена промежуточного контроля. Конкретные формы и процедуры текущего и промежуточного контроля знаний осуществляется вузом самостоятельно путем реализации модульно-рейтинговой системы, и доводятся до сведения обучающихся в конце каждого аттестационного периода обучения.

Курс разделен на три модуля: 1-й модуль – статика, 2-ой модуль - кинематика и 3-й модуль – динамика, каждый из которых, в свою очередь, делится на три части, соответствующих основным разделам дисциплины, усваиваемых студентами в течении 3-х аттестационных периодов учебного семестра.

Изучение каждой части модуля заканчивается выполнением соответствующих расчетно-графической работы, домашнего практикума, контрольной работы.

Для более глубокого изучения теоретического материала в течении семестра предполагается проведение двух коллоквиумов.

В процессе самостоятельной работы студент закрепляет полученные знания и навыки, выполняя под руководством преподавателя индивидуальные домашние задачи (домашний практикум) по каждому модулю. Выполненные работы в указанные сроки передается преподавателю для проверки. Сданная работа проверяется, рецензируется, оценивается по 20-ти бальной шкале и возвращается студенту. Возвращенные и, при необходимости, исправленные работы подлежат защите преподавателю в конце семестра. При защите работы студент должен продемонстрировать как знание теоретических вопросов данного блока, так и навыки решения соответствующих задач.

Выполнение определенного числа заданий для самостоятельной работы, защита расчетно-графической работы, контрольные работы и коллоквиумы является формой промежуточного контроля знаний студента по данному разделу и оценивается усредненным, по всем видам выполненных работ, числом баллов по 20-ти бальной шкале модульно-рейтинговой системы оценки знаний ДГТУ в соответствии с графиком текущих аттестаций (3 раза за семестр).

Для аттестации обучающихся по дисциплине «Теоретическая механика» создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций. При наличии соответствующей материально-технической и проработанной методической

базы, при промежуточном контроле усвоения материала модуля, как один из элементов, может использоваться тестирование. Рекомендуется (помимо оценочных средств, разработанных силами данного учебного заведения) пользоваться – при соответствующей адаптации применительно к используемым в данном учебном заведении рабочим программам – комплекты задач и тестовые задания, разработанные на федеральном уровне и получившие рекомендацию Научно-методического совета по теоретической механике.

При успешном прохождении промежуточного контроля по каждой из частей модуля, предусмотренных в данном семестре (56 баллов и более: сумма баллов по 3-м аттестациям, за посещение и активность на практических и лекционных занятиях, за дополнительные виды деятельности и общественную работу), студент получает допуск к экзамену.

Студентам должна быть предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества учебного процесса в целом, а также работы отдельных преподавателей.

5.1. Новые педагогические технологии и методы обучения

При обучении дисциплине «**Сопротивление материалов**» используются в различных сочетаниях, частично или полностью следующие педагогические технологии и методы обучения: системный, деятельностный, компетентностный, инновационный, дифференцированный, модульный, проблемный, междисциплинарный, способствующие формированию у студентов способностей к инновационной инженерной деятельности, во взаимосвязи с принципами фундаментальности, профессиональной направленности и интеграции образования.

Системный подход используется наиболее продуктивно на этапе определения структуры дисциплины, типизации связей с другими дисциплинами, анализа и определения компонентов, оптимизации образовательной среды.

Деятельностный подход используется для определения целей обучения, отбора содержания и выбора форм представления материала, демонстрации учебных задач, выбора средств обучения (научно-исследовательская и проектная деятельность), организации контроля результатов обучения, а также при реализации исследований в педагогической практике.

Компетентностный подход позволяет структурировать способности обучающегося и выделять необходимые элементы (компетенции), характеризующие их как интегральную способность студента решать профессиональные задачи в его будущей инновационной инженерной деятельности.

Инновационный подход к обучению позволяет отобрать методы и средства формирования инновационных способностей в процессе обучения как механике, так и сопутствующим курсам, а также обучения в олимпиадной и научно-исследовательской среде (контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарный подход в обучении на основе анализа реальных задач в инженерной практике, обучение в команде и др.). При контекстном обучении решение поставленных задач достигается путем выстраивания отношений между конкретным знанием и его применением. Обучение на основе опыта подразумевает возможность интеграции собственного опыта с предметом обучения.

5.2. Интерактивные формы обучения

Интерактивные методы обучения предполагает прямое взаимодействие обучающегося со своим опытом и умение работать в коллективе при решении проблемной задачи. При ис-

пользовании интерактивной формы обучения предполагается создание организационно – учебных условий, направленные на активизацию мышления, на формулирование цели конкретной работы и на мотивацию получения конечного результата.

Эффективным методом активизации коллективной творческой деятельности является «мозговой штурм», когда для решаемой задачи могут быть выдвинуты различные гипотезы, которые в последующем обсуждаются в группе с участием преподавателя. Для активизации процесса генерирования идей в ходе «мозгового штурма» в задачах механики рекомендуется использование такого приема, как аналогия с решенной задачей такого же типа.

Наглядное восприятие информации также является эффективным способом восприятия и освоения новых знаний, для чего используется «видеометод» обучения. Видеометод позволяет изложить некоторые задачи механики в динамическом развитии, используя средства анимации.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов должны быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 14 часов ($51 \cdot 20\% = 10,2$) аудиторных занятий. Занятия лекционного типа не могут составлять более 5 часов ($11 \cdot 40\% = 4,4$), остальные 6 часов практические занятия.

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

Фонд оценочных средств является обязательным разделом РПД (разрабатывается как приложение к рабочей программе дисциплины).

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):(основная литература, дополнительная литература, программное обеспечение и Интернет-ресурсы следует привести в табличной форме).

Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая литература, программное обеспечение и интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					В библиотеке	На кафедре
					URL:	
1	2	3	4	5	6	7
ОСНОВНАЯ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ						
1.	ЛК, ЛБ, срс	Сопротивление материалов. Часть 1 учебное пособие	Н. М. Атаров, П. С. Варданын, Д. А. Горшков, А. Н. Леонтьев.	МГСУ, 2018.-64с	URL: https://e.lanbook.com/book/108506	
2.	ЛК, ЛБ, срс	Сопротивление материалов. Часть 2 учебное пособие	Н. М. Атаров, П. С. Варданын, Д. А. Горшков, А. Н. Леонтьев.	МГСУ, 2013.-368с	URL: https://e.lanbook.com/book/73596	
3.	ЛК, ЛБ, срс	Техническая механика: учебное пособие	В. Я. Молотников	СПб Лань, 2017.-476с	URL: https://e.lanbook.com/book/91295	
4.	ЛК, ЛБ, срс	Сопротивление материалов	П. А. Паршин, Л. К. Паршин, Б.Е. Мельников, В.А. Шерстнев	СПб ГУ-ГА, 2019.-556с	URL: https://e.lanbook.com/book/116013	
5.	ЛК, ЛБ, срс	Сопротивление материалов	П. А. Степин	СПб ГУ-ГА, 2014.-320с	URL: https://e.lanbook.com/book/157343	
6.	ЛК, ЛБ, срс	Сопротивление материалов: учебник	П. А. Степин	Лань, 2014.-320с	URL: https://e.lanbook.com/book/3179	
7.	ЛК, ЛБ, срс	Механика. Сопротивление материалов	Жуков В.Г.	Лань, 2012.-416с	URL: https://e.lanbook.com/book/3721	
8	ЛК, ЛБ, срс	Сборник задач по сопротивлению материалов	Н.М. Беляев, Л. К. Паршин, Б.Е. Мельни-	СПб Лань, 2017.-476с	URL: https://e.lanbook.com/book/91908	

			ков, В.А. Шерст- нев.		
--	--	--	-----------------------------	--	--

9	ЛК, ПЗ, срс	Механика. Со- противление материалов	Жуков В. Г.	Санкт- Петербург: Лань, 2012. - 416 с.	URL: https://e.lanbook.com/book/3721
10	ЛК, ПЗ, срс	Сопротивление материалов	Жилкин В. А.	Челябинск: ИАИ ЮУрГАУ, 2011. - 524 с.	URL: https://e.lanbook.com/book/9686

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

11	ЛК, ПЗ, срс	Механика конст- рукций. Теорети- ческая механика. Сопротивление материалов	Молотников В. Я.	Санкт- Петербург: Лань, 2012. - 608 с.	URL: https://e.lanbook.com/book/4546	
12	ЛК, ПЗ, срс	Лабораторный практикум по со- противлению ма- териалов	Паначев, И. А.	КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. - 220 с.	URL: https://e.lanbook.com/book/6652	
13	ЛК, ПЗ, срс	Учебное пособие к изучению раз- дела "Сложное сопротивление" по дисц. "Техни- ческая механика"	Муртазалиев Г.М., Пайзулаев М.М.	- Махачка- ла: ДГТУ, 2018. - 28 с.	10	20
14	ЛК, ПЗ, срс	Учебно-метод. указ. к выпол. расчетно- проектировочных работ по техниче- ской механике:	Муртазалиев Г.М., Пайзулаев М.М.	- Махачка- ла: ИПЦ ДГТУ, 2016. - 36 с.	10	20

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Мультимедийная лекционная аудитория 231 факультета АСФ на 50 мест.
2. Компьютерный класс 371 АСФ на 24 мест для проведения практических занятий с использованием технологий активного обучения.
3. Мультимедийный курс лекций.
4. Мультимедийный курс практических занятий.
5. Комплект слайдов учебно-наглядных пособий и электронные плакаты для аудиторных интерактивных занятий по теоретической механике.
6. Тестовые задания для текущего контроля и промежуточной аттестации с помощью компьютера.
7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: справочная система [портал]. URL: <http://window.edu.ru/>, сайт в интернете <http://vuz.exponenta.ru> содержат значительное количество электронных учебных материалов (учебные пособия, наборы задач по различным разделам курса теоретической механики, много полезных компьютерных программ и анимированных иллюстраций) по всем разделам дисциплины «Сопrotивление материалов».

9. Специальные условия инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)

Специальные условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ОВЗ определены на основании:

- Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденных Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ОВЗ понимаются условия обучения, воспитания и развития, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания ДГТУ и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение ОПОП обучающихся с ОВЗ.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ОВЗ осуществляется ДГТУ с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ОВЗ может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
 - наличие альтернативной версии официального сайта ДГТУ в сети «Интернет» для слабовидящих;

- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию ДГТУ.

2) для лиц с ОВЗ по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

3) для лиц с ОВЗ, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие студентам с ОВЗ адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины научно-педагогическим работникам рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ОВЗ в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ОВЗ устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и др.). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

9. Лист изменений и дополнений к рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2020/2021 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. Нет изменений;
2.;
3.;
4.;
5.

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений или дополнений на данный учебный год.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры СМТиСМ
от 31.08.2020 года, протокол № 1.

Заведующий кафедрой СМТиСМ  Пайзулаев М.М., к.т.н., доцент
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Согласовано:

Декан (директор)  Хаджишалапов Г.Н., д.т.н., профессор
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

9.1 Лист изменений и дополнений к рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2021/2022 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. В соответствии с приказом Минобрнауки России от 26.11.2020 №1456 и на основании разработанного в 2022 году нового учебного плана по очно-заочной форме обучения были внесены следующие изменения, т.е. дополнены таблицы пунктов 4; 4.1; 4.2; 4.3; 4.4 .

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры от 21.03. 2022 года, протокол № 7.

Заведующий кафедрой СМТнСМ  Пайзулаев М.М., к.т.н., доцент
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Согласовано:

Декан (директор)  Азаев Т.М., к.т.н.
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

(обязательное к рабочей программе дисциплины)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Сопротивление материалов» _____

Уровень образования

бакалавриат
(бакалавриат/магистратура/специалитет)

Направление подготовки бакалавриата/магистратуры/специальность

08.03.01 – Строительство
(код, наименование направления подготовки/специальности)

Профиль направления подготовки/специализация

«Промышленное и гражданское строительство:
теория и проектирование зданий и сооружений»
(наименование)

Разработчик


подпись

Муртазалиев Г.М., д.т.н., профессор
(ФИО уч. степень, уч. звание)

Фонд оценочных средств обсужден на заседании кафедры СМТиСМ
«26»_04 2021 г., протокол № 8

Зав. кафедрой



Пайзулаев М.М., к.т.н., доцент

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)
 - 2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП
 - 2.1.2. Этапы формирования компетенций
 - 2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования
 - 2.2.2. Описание шкал оценивания
3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП
 - 3.1. Задания и вопросы для входного контроля
 - 3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций
 - 3.3. Задания для промежуточной аттестации (зачета и (или) экзамена)

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины Сопротивление материалов, предназначен для контроля и оценки образовательных достижений, обучающихся (в т.ч. по самостоятельной работе студентов, далее – СРС), освоивших программу данной дисциплины.

Целью фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 08.03.01 – Строительство.

Рабочей программой дисциплины Сопротивление материалов предусмотрено формирование следующих компетенций:

ПКО - 4 – Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных зданий и сооружений промышленного и гражданского строительства.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля), и используемые оценочные средства приведены в таблице 1.

Перечень оценочных средств, рекомендуемых для заполнения таблицы 1 (в ФОС не приводится, используется только для заполнения таблицы)

- *Деловая (ролевая) игра*
- *Коллоквиум*
- *Кейс-задание*
- *Контрольная работа*
- *Круглый стол (дискуссия)*
- *Курсовая работа / курсовой проект*
- *Проект*
- *Расчетно-графическая работа*
- *Решение задач (заданий)*
- *Тест (для текущего контроля)*
- *Творческое задание*
- *Устный опрос*
- *Эссе*
- *Тест для проведения зачета / дифференцированного зачета (зачета с оценкой) / экзамена*
- *Задания / вопросы для проведения зачета / дифференцированного зачета (зачета с оценкой) / экзамена*

Перечень оценочных средств при необходимости может быть дополнен.

2.1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

Таблица 1

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Критерии оценивания	Наименование контролируемых разделов и тем ¹
<p>ПКО-4 – Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных зданий и сооружений промышленного и гражданского строительства.</p>	<p>ПКО-4.1. Выбор исходной информации нормативно-технических документов для выполнения расчетного обоснования проектных решений здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения</p>	<p>- Знать: нормативно-технические документы, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектного решения здания (сооружения); - Уметь: выбирать исходные информации и нормативно-технические документы для выполнения расчетного обоснования проектных решений здания (сооружения) промышленного гражданского назначения; - Владеть: способностью выбора исходной информации нормативно-технических документов для выполнения расчетного обоснования проектных решений здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения</p>	<p>контрольная работа, практические занятия</p>
	<p>ПКО-4.2. Выбор нормативно - технических документов, устанавливающих требования к расчётному обоснованию проектного решения здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения</p>	<p>Знать: выбор нормативно- технических документов, устанавливающих требования к расчётному обоснованию проектного решения здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения Уметь: выбирать нормативно- технических документов, устанавливающих требования к расчётному обоснованию проектного решения здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения Владеть: методикой выбора нормативно- технических документов, устанавливающих требования к расчётному обоснованию проектного решения здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения</p>	<p>контрольная работа, практические занятия</p>

	<p>ПКО-4.3. Сбор нагрузок и воздействий на здание (сооружение) промышленного и гражданского назначения</p>	<p>Знать: сбор нагрузок и воздействий на здание (сооружение) промышленного и гражданского назначения Умеет: осуществлять сбор нагрузок и воздействий на здание (сооружение) промышленного и гражданского назначения. Владеть: способностью сбора нагрузок и воздействий на здание (сооружение) промышленного и гражданского назначения</p>	<p>контрольная работа, практические занятия</p>
--	--	--	--

2.1.2. Этапы формирования компетенций

Сформированность компетенций по дисциплине Сопротивление материалов определяется на следующих этапах:

1. **Этап текущих аттестаций** (Для проведения текущих аттестаций могут быть использованы оценочные средства, указанные в разделе 2)
2. **Этап промежуточных аттестаций** (Для проведения промежуточной аттестации могут быть использованы другие оценочные средства)

Таблица 2

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Этапы формирования компетенции					
		Этап текущих аттестаций					Этап промежуточной аттестации
		1-5 неделя	6-10 неделя	11-15 неделя	1-17 неделя		Промежуточная аттестация
		Текущая аттестация №1	Текущая аттестация №2	Текущая аттестация №3	СРС	РГР	
1		2	3	4	5	6	7
ПКО- 4	ПКО-4.1. Выбор исходной информации и нормативно- технических документов для выполнения расчётного обоснования проектных решений здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения	+	+	+	+	+	РГР, СРС, билеты для проведения экзамена
	ПКО-4.2. Выбор нормативно- технических документов, устанавливающих требования к расчётному обоснованию проектного решения здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения	+	+	+	+	+	+
	ПКО-4.3. Сбор нагрузок и воздействий на здание (сооружение) промышленного и гражданского назначения	+	+	+	+	+	+

СРС – самостоятельная работа студентов;

РГР – расчетно-графическая работа

2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования

Результатом освоения дисциплины Соппротивление материалов является установление одного из уровней сформированности компетенций: высокий, повышенный, базовый, низкий.

Таблица 3

Уровень	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции
Высокий (оценка «отлично», «зачтено»)	Сформированы четкие системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные и верные. Даны развернутые ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции	Обучающимся усвоена взаимосвязь основных понятий дисциплины, в том числе для решения профессиональных задач. Ответы на вопросы оценочных средств самостоятельны, исчерпывающие, содержание вопроса/задания оценочного средства раскрыто полно, профессионально, грамотно. Даны ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции
Повышенный (оценка «хорошо», «зачтено»)	Знания и представления по дисциплине сформированы на повышенном уровне. В ответах на вопросы/задания оценочных средств изложено понимание вопроса, дано достаточно подробное описание ответа, приведены и раскрыты в тезисной форме основные понятия. Ответ отражает полное знание материала, а также наличие, с незначительными пробелами, умений и навыков по изучаемой дисциплине. Допустимы единичные негрубые ошибки. Обучающимся продемонстрирован повышенный уровень освоения компетенции	Сформированы в целом системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные, грамотные. Продемонстрирован повышенный уровень владения практическими умениями и навыками. Допустимы единичные негрубые ошибки по ходу ответа, в применении умений и навыков
Базовый (оценка «удовлетворительно», «зачтено»)	Ответ отражает теоретические знания основного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП. Обучающийся допускает неточности в ответе, но обладает необходимыми знаниями для их устранения.	Обучающийся владеет знаниями основного материала на базовом уровне. Ответы на вопросы оценочных средств неполные, допущены существенные ошибки. Продемонстрирован базовый уровень владения практическими умениями и навыками, соответствующий минимально необходи-

Уровень	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции
	Обучающимся продемонстрирован базовый уровень освоения компетенции	тому уровню для решения профессиональных задач
Низкий (оценка «неудовлетворительно», «не зачтено»)	Демонстрирует полное отсутствие теоретических знаний материала дисциплины, отсутствие практических умений и навыков	

Показатели уровней сформированности компетенций могут быть изменены, дополнены и адаптированы к конкретной рабочей программе дисциплины.

2.2.2. Описание шкал оценивания

В ФГБОУ ВО «ДГТУ» внедрена модульно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. В соответствии с этой системой применяются пятибалльная, двадцатибалльная и стобалльная шкалы знаний, умений, навыков.

Шкалы оценивания			Критерии оценивания
пятибалльная	двадцатибалльная	стобалльная	
«Отлично» - 5 баллов	«Отлично» - 18-20 баллов	«Отлично» - 85 – 100 баллов	Показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрирует глубокое и прочное усвоение материала; - исчерпывающе, четко, последовательно, грамотно и логически стройно излагает теоретический материал; - правильно формирует определения; - демонстрирует умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; - умеет делать выводы по излагаемому материалу.
«Хорошо» - 4 баллов	«Хорошо» - 15 - 17 баллов	«Хорошо» - 70 - 84 баллов	Показывает достаточный уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> - демонстрирует достаточно полное знание материала, основных теоретических положений; - достаточно последовательно, грамотно логически стройно излагает материал; - демонстрирует умения ориентироваться в нормальной литературе; - умеет делать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
«Удовлетворительно» - 3 баллов	«Удовлетворительно» - 12 - 14 баллов	«Удовлетворительно» - 56 – 69 баллов	Показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> - демонстрирует общее знание изучаемого материала; - испытывает серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы; - знает основную рекомендуемую литературу; - умеет строить ответ в соответствии со структурой излагаемого материала.
«Неудовлетворительно» - 2 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-11 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-55 баллов	Ставится в случае: <ul style="list-style-type: none"> - незнания значительной части программного материала; - не владения понятийным аппаратом дисциплины; - допущения существенных ошибок при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП

3.1. Задания и вопросы для входного контроля

1. Какие Вы знаете единицы измерения силы?
2. Найдите равнодействующую двух сил в одной плоскости $F_1 = 20$ кН и $F_2 = 10$ кН, если угол между ними $\alpha = 60$ градусов.
3. Что такое силовой многоугольник и как он строится?
4. Что такое момент силы относительно точки. От чего он зависит?
5. Как складываются две параллельные силы?
6. Как найти точку приложения равнодействующей двух параллельных сил?
7. Чему равна сумма моментов нескольких сил?
8. Что называется работой сил?
9. Что такое мощность?
10. Что такое коэффициент полезного действия машины?
11. О чем говорит закон инерции?
12. Сформулируйте второй закон Ньютона?
13. О чем говорит третий закон Ньютона?
14. Что такое скорость равномерного движения и чему она равна?
15. Какие параметры характеризует равномерное вращение?
16. Что такое равноускоренное движение?
17. Что такое угловая скорость и угловое ускорение? Что они характеризуют?
18. Какая связь между линейной скоростью и угловой скоростью? Нарисуйте
19. О чем говорит теорема косинусов?
20. Сформулируйте теорему косинусов?

3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций

3.2.1. Контрольные вопросы для первой аттестации

1. Дифференциальные уравнения равновесия. Уравнения Навье.
2. Составляющие перемещения и деформации. Геометрические соотношения Коши.
3. Уравнения неразрывности деформации Сен-Венана.
4. Обобщенный закон Гука. Выражения деформаций через напряжения.
5. Основные уравнения теории упругости. Уравнения Ляме.
6. Уравнения Бельтрами – Митчелла.
7. Теорема единственности.

3.2.2. Контрольные вопросы для второй аттестации

1. Плоская задача МГДТ.
2. Плоская деформация.
3. Обобщенное плоское напряженное состояние.
4. Основные уравнения плоской задачи в декартовых координатах.
5. Основные уравнения плоской задачи в полярных координатах
6. Решение плоской задачи с помощью функции напряжений.

3.2.3. Контрольные вопросы для третьей аттестации

1. Решение плоской задачи методом полиномов.
2. Классификация пластинок. Перемещения, деформации и усилия в сечениях пластин.

3. Выражения напряжений через усилия при поперечном изгибе пластин.
4. Диф. уравнение изогнутой срединной поверхности пластинки. Условие на контуре пластинки.
5. Вариационные методы решения задач по теории изгиба пластинок. Методы Бубнова-Галеркина и Ритца-Тимошенко.

3.2.4. Расчетно-графические работы

1. Исследование напряженного состояния в точке тела.
2. Решение плоской задачи МТДТ методом полиномов.
3. Расчет на изгиб прямоугольной пластины.

3.3. Задания для промежуточной аттестации **Контрольные вопросы для проведения экзамена**

1. Теория напряженного состояния в точке тела. Тензор напряжений, его компоненты и инварианты.
2. Объемное напряженное состояние. Определение нормальных и касательных напряжений, действующих на произвольной площадке.
3. Главные напряжения при объемном напряженном состоянии.
4. Определение положения главных площадок.
5. Основные группы уравнений МТДТ.
6. Дифференциальные уравнения равновесия. Уравнения Навье.
7. Геометрические соотношения Коши
8. Уравнение неразрывности деформации Сен – Венана.
9. Методы решения задач МТДТ.
10. Физические уравнения МТДТ. Обобщенный закон Гука.
11. Теорема единственности решения задач классической МТДТ.
12. Плоская задача МТДТ.
13. Основные уравнения плоского напряженного состояния в декартовых координатах.
14. Основные уравнения плоской деформации.
15. Решение плоской задачи с помощью функции напряжений.
16. Решение плоской задачи методом полиномов.
17. Плоская задача в полярных координатах.
18. Решение плоской задачи в полярных координатах с помощью функций напряжений.
19. Классификация пластинок. Перемещения и деформации в сечениях пластины.
20. Напряжения в сечениях пластины.
21. Усилия в сечениях пластины.
22. Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности пластины.
23. Граничные условия для основных случаев закрепления контура пластины.
24. Вариационные методы решения задач пластин.
25. Метод Галеркина расчета пластин.
26. Метод Ритца расчета пластин.
27. Классификация оболочек.
28. Методы расчета оболочек.
29. Расчет тонких резервуаров.
30. Теория пологих оболочек.
31. Граничные условия для основных случаев закрепления контура полой оболочки.
32. Основные понятия теории пластичности.
33. Ползучесть и релаксация.
34. Основы расчета тонкостенных стержней открытого профиля.
35. Расчет балок на упругом основании.

3.4. Задания для проверки остаточных знаний

1. Основные группы уравнений МГДТ.
2. Дифференциальные уравнения равновесия. Уравнения Навье.
3. Уравнения неразрывности деформации Сен-Венана.
4. Обобщенный закон Гука.
5. Уравнения Ляме.
6. Уравнения Бельтрами – Митчелла.
7. Теорема единственности.
8. Методы решения задачи теории упругости.
9. Плоская задача МГДТ.
10. Основные уравнения плоской задачи в декартовых координатах.
11. Решение плоской задачи с помощью функции напряжений.
12. Решение плоской задачи методом полиномов.
13. Классификация пластинок. Перемещения, деформации и усилия в сечениях пластин.
14. Выражения напряжений через усилия при поперечном изгибе пластин.
15. Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности пластинки.
16. Граничные условия для основных случаев закрепления контура пластины.
17. Вариационные методы решения задач по теории изгиба пластинок. Методы Бубнова-Галеркина и Ритца-Тимошенко.
18. Основные понятия теории пластичности.
19. Ползучесть и релаксация.