

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Дагестанский государственный технический университет»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести  
наименование дисциплины по ОПОП

для специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

специализация №1 – Строительство высотных и большепролетных зданий и сооруже-  
ний

код и полное наименование направления (специальности)

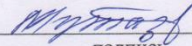
факультет Архитектурно-строительный,  
наименование факультета, где ведется дисциплина

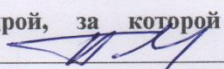
кафедра Сопротивления материалов, теоретической и строительной механики.  
наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

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


г. Махачкала 2019

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности **08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений** и специализация №1 – **строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений**.


Разработчик  **Муртазалиев Г.М., д.т.н., профессор**  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)  
« 26 » 04 20 19 г.

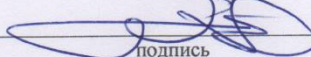
Зав. кафедрой, за которой закреплена дисциплина (модуль)  **Пайзулаев М.М., к.т.н., доцент**  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)  
« 26 » 04 20 19 г.


Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры СКИГТС  
от 07.05.2019 года, протокол № 9.

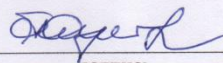
Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю)  **Устарханов О.М., д.т.н., профессор**  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)  
« 07 » 05 20 19 г.

Программа одобрена на заседании Методического Совета архитектурно-строительного факультета от 15.05.2019 года, протокол № 9.

Председатель Методического совета факультета  **Омаров А.О., к.э.н., доцент**  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)  
« 15 » 05 20 19 г.

Декан факультета  **Хаджишалапов Г.Н.**  
подпись ФИО

Начальник УО  **Магомаева Э.В.**  
подпись ФИО

И.о. начальника УМУ  **Гусейнов М.Р.**  
подпись ФИО

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Целью** освоения дисциплины «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» является научить студента квалифицированно проводить типовые расчеты по определению напряжений, деформаций и перемещений в двумерных и трехмерных элементах конструкций (балка-стенка, пластина) с помощью основных уравнений теории упругости.

**Задачи** дисциплины:

- усвоение основных понятий о напряжениях и деформациях в объемном теле, основных уравнениях их объединяющих; а также методах решения задач теории упругости в напряжениях и перемещениях;
- получение навыков решения задач теории упругости, в частности изгиб пластин и расчет балок-стенок;
- освоение наиболее распространенных методов решения практических задач, представляющих интерес при проектировании сложных строительных конструкций.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП специалитета

Дисциплина «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» относится к обязательной части учебного плана.

Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести, опираются на общетехнические дисциплины: высшую математику, физику, теоретическую механику, сопротивление материалов, теорию упругости, на общий курс строительной механики, сама является теоретической базой для изучения ряда инженерных дисциплин: металлических конструкций, деревянных конструкций и конструкций из пластмасс и т.д.

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

В результате освоения дисциплины «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» студент должен овладеть следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименование показателя оценивания (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-1	Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	ОПК-1.5. Выбор для решения задач профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление
ОПК-6	Способен осуществлять и организовывать разработку проектов зданий и сооружений с учетом экономических, экологических и социальных требований и требований безопасности, способен выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением	ОПК-6.17. Составление расчётной схемы здания (сооружения), определение условий работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок ОПК-6.18. Оценка прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения

### 4. Объем и содержание дисциплины (модуля)

Форма обучения	очная	заочная
Общая трудоемкость по дисциплине (ЗЕТ/ в часах)	4 ЗЕТ - 144 ч.,	
Семестр	5	
Лекции, час	34	
Практические занятия, час	17	
Лабораторные занятия, час	-	
Самостоятельная работа, час	57	
Курсовой проект (работа), РГР, семестр	РГР – 5 семестр	
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.)	

#### 4.1. Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Раздел дисциплины, тема лекции и вопросы	Очная форма				Заочная форма			
		ЛК	ПЗ	ЛБ	СРС	ЛК	ПЗ	ЛБ	СРС
1	Лекция 1. Тема: " <b><u>Напряженное состояние в точке тела</u></b> " Тензор напряжений и его компоненты. Напряжения на наклонных площадках. Главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Шаровой тензор и девиатор напряжений.	2	1	-	4				
2	Лекция 2. Тема: " <b><u>Перемещения и деформации в точке тела</u></b> " Тензор деформаций и его компоненты. Шаровой тензор и девиатор деформаций. Главные деформации. Их свойства.	2	1	-	4				
3	Лекция 3. Тема: " <b><u>Уравнения равновесия (движения)</u></b> " Дифференциальные уравнения равновесия (уравнения Навье). Закон парности касательных напряжений.	2	1	-	4				
4	Лекция 4. Тема: " <b><u>Геометрические уравнения</u></b> " Геометрические соотношения Коши. Уравнения совместности деформации Сен-Венана.	2	1	-	3				
5	Лекция 5 Тема: " <b><u>Физические уравнения</u></b> " Обобщенный закон Гука. Модуль объемной деформации.	2	1	-	4				

6	<p>Лекция 6.  Тема: "<b><u>Вариационная формулировка задач</u></b>"  Общие замечания.  Потенциальная энергия деформации.  Потенциальная энергия изменения формы и изменения объема.  Вариационные методы решения задач.</p>	2	1	-	4				
7	<p>Лекция 7.  Тема: "<b><u>Постановка задач ТУП в перемещениях и напряжениях</u></b>"  Уравнения Бельтрами-Митчелла.  Уравнения Ляме.</p>	2	1	-	4				
8	<p>Лекция 8.  Тема: "<b><u>Общие методы решения задач</u></b>"  Прямая и обратная методы решения задач.  Теорема о единственности решения задач ТУП.</p>	2	1	-	4				
9	<p>Лекция 9.  Тема: "<b><u>Плоская задача ТУП</u></b>"  Плоская деформация и плоское напряженное состояние.  Основные уравнения плоской задачи в декартовой системе координат.  Уравнения равновесия на поверхности.  Бигармоническое уравнение. Функция напряжений.</p>	2	1	-	3				
10	<p>Лекция 10.  Тема: "<b><u>Плоская задача ТУП в полярных координатах</u></b>"  Основные соотношения плоской задачи в полярных координатах.  Бигармоническое уравнение.  Решение плоской задачи с помощью полиномов.</p>	2	1	-	3				

11	Лекция 11. Тема: " <b><u>Осесимметричные плоские задачи</u></b> " Расчет толстостенной трубы. Задача Головина. Задача Кирша. Задача Фламана.	2	1	-	2				
12	Лекция 12. Тема: " <b><u>Основы теории пластичности</u></b> " Основные понятия и определения. Простое и сложное нагружение. Основы деформационной теории пластичности.	2	1	-	2				
13	Лекция 13. Тема: " <b><u>Основы теории пластичности</u></b> " Основы теории пластического течения.	2	1	-	3				
14	Лекция 14. Тема: " <b><u>Основные методы решения задач</u></b> " Метод упругих решений. Метод переменных параметров.	2	1	-	3				
15	Лекция 15. Тема: " <b><u>Расчет конструкций методом предельного равновесия</u></b> " Статическая и кинематическая теоремы. Частные задачи и их решения.	2	1	-	3				
16	Лекция 16. Тема: " <b><u>Основы теории ползучести</u></b> " Основные понятия и определения. Методы вязко-упругих тел. Зависимости между напряжениями и деформациями. Принцип Вольтерры.	2	1	-	4				

17	<p>Лекция 17.  Тема: "<b>Современные проблемы механики твердого деформируемого тела (МТДТ)</b>"</p> <p>Новые направления в расчетах на прочность, жесткость и устойчивость  Эффективные конструкционные материалы.  Новые экспериментальные методы.  Актуальные перспективные задачи МТДТ.  Частные задачи и их решения.</p>	2	1	-	3				
<p>Форма текущего контроля успеваемости  (по срокам текущих аттестаций в семестре)</p>		<p>Входная конт. работа  1 аттестация 1-5 тема  2 аттестация 6-10 тема  3 аттестация 11-15 тема</p>							
<p>Форма промежуточной аттестации (по семестрам)</p>		<p>Экзамен  (13ЕТ - 36 час)</p>							
<p><b>Итого</b></p>		<b>34</b>	<b>17</b>		<b>57</b>				



#### 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	Заочно	
1	2	3	4		5
1	1	Напряженное состояние в точке тела	1		[1 - 14]
2	2	Перемещения и деформации в точке тела	1		[1 - 14]
3	3	Уравнения равновесия (движения)	1		[1 - 14]
4	4	Геометрические уравнения	1		[1 - 14]
5	5	Физические уравнения	1		[1 - 14]
6	6	Вариационная формулировка задач	1		[1 - 14]
7	7	Постановка задач ТУП в перемещениях и напряжениях	1		[1 - 14]
8	8	Общие методы решения задач	1		[1 - 14]
9	9	Плоская задача ТУП	1		[1 - 14]
10	10	Плоская задача ТУП в полярных координатах	1		[1 - 14]
11	11	Осесимметричные плоские задачи	1		[1 - 14]
12	12	Основы теории пластичности	1		[1 - 14]
13	13	Основы теории пластичности	1		[1 - 14]
14	14	Основные методы решения задач	1		[1 - 14]
15	15	Расчет конструкций методом предельного равновесия	1		[1 - 14]
16	16	Основы теории ползучести	1		[1 - 14]
17	17	Современные проблемы механики твердого деформируемого тела (МТДТ)	1		[1 - 14]
		<b>Итого</b>	<b>17</b>		

#### 4.2.2 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	Заочно		
1	2	3	4		
1	Тензор напряжений и его компоненты. Напряжения на наклонных площадках. Главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Шаровой тензор и девиатор напряжений.	4		[1 - 14]	контрольная работа, практические занятия
2	Тензор деформаций и его компоненты. Шаровой тензор и девиатор деформаций. Главные деформации. Их свойства.	4		[1 - 14]	контрольная работа, практические занятия
3	Дифференциальные уравнения равновесия (уравнения Навье). Закон парности касательных напряжений.	4		[1 - 14]	контрольная работа, практические занятия
4	Геометрические соотношения Коши. Уравнения совместности деформации Сен-Венана.	3		[1 - 14]	контрольная работа, практические занятия
5	Обобщенный закон Гука. Модуль объемной деформации..	4		[1 - 14]	контрольная работа, практические занятия
6	Общие замечания. Потенциальная энергия деформации. Потенциальная энергия изменения формы и изменения объема. Вариационные методы решения задач.	4		[1 - 14]	контрольная работа, практические занятия
7	Уравнения Бельтрами-Митчелла. Уравнения Ляме.	4		[1 - 14]	контрольная работа, практические занятия
8	Прямая и обратная методы решения задач. Теорема о единственности решения задач ТУП.	4		[1 - 14]	контрольная работа, практические занятия

9	Статические уравнения. Основное дифференциальные уравнения.	3		[1 - 14]	контрольная работа, практические занятия
10	Плоская деформация и плоское напряженное состояние. Основные уравнения плоской задачи в декартовой системе координат. Уравнения равновесия на поверхности. Бигармоническое уравнение. Функция напряжений.	3		[1 - 14]	
11	Основные соотношения плоской задачи в полярных координатах. Бигармоническое уравнение. Решение плоской задачи с помощью полиномов.	2		[1 - 14]	
12	Расчет толстостенной трубы. Задача Головина. Задача Кирша. Задача Фламана.	2		[1 - 14]	
13	Основные понятия и определения. Простое и сложное нагружение. Основы деформационной теории пластичности.	3		[1 - 14]	
14	Основы теории пластического течения.	3		[1 - 14]	
15	Метод упругих решений. Метод переменных параметров.	3		[1 - 14]	
16	Статическая и кинематическая теоремы. Частные задачи и их решения.	4		[1 - 14]	
17	Основные понятия и определения. Методы вязко-упругих тел. Зависимости между напряжениями и деформациями. Принцип Вольтерры.	3		[1 - 14]	
<b>Итого</b>		<b>57</b>			

## 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) «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» 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 «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» 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 «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» 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 предполагают прямое взаимодействие обучающегося со своим опытом и умение работать в коллективе при решении проблемной задачи. При использовании 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.

**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).*

/ Зав. библиотекой *Тюль-Кадырова (Ф.И.О.)* -  
(подпись)

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
<b>ОСНОВНАЯ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ</b>						
1.	ЛК, ЛБ, срс	Сопротивление материалов. Часть 1 учебное пособие	Н. М. Атаров, П. С. Варда-нян, Д. А. Горшков, А. Н. Леонтьев.	МГСУ, 2018.-64с	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/108506">https://e.lanbook.com/book/108506</a>	
2.	ЛК, ЛБ, срс	Сопротивление материалов. Часть 2 учебное пособие	Н. М. Атаров, П. С. Варда-нян, Д. А. Горшков, А. Н. Леонтьев.	МГСУ, 2013.-368с	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/73596">https://e.lanbook.com/book/73596</a>	
3.	ЛК, ЛБ, срс	Техническая механика: учебное пособие	В. Я. Молотни-ков	СПб Лань, 2017.- 476с	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/91295">https://e.lanbook.com/book/91295</a>	
4.	ЛК, ЛБ, срс	Сопротивление материалов	П. А. Паршин, Л. К. Паршин, Б.Е. Мельников, В.А. Шерстнев	СПб ГУ-ГА, 2019.-556с	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/116013">https://e.lanbook.com/book/116013</a>	
5.	ЛК, ЛБ, срс	Сопротивление материалов	П. А. Степин	СПб ГУ-ГА, 2014.-320с	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/157343">https://e.lanbook.com/book/157343</a>	
6.	ЛК, ЛБ, срс	Сопротивление материалов: учебник	П. А. Степин	Лань, 2014.-320с	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/3179">https://e.lanbook.com/book/3179</a>	
7.	ЛК, ЛБ, срс	Механика. Со-противление ма-териалов	Жуков В.Г.	Лань, 2012.-416с	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/3721">https://e.lanbook.com/book/3721</a>	
8	ЛК, ЛБ, срс	Сборник задач по сопротивлению материалов	Н.М. Беляев, Л. К. Паршин, Б.Е. Мельни-ков, В.А. Шерстнев.	СПб Лань, 2017.- 476с	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/91908">https://e.lanbook.com/book/91908</a>	



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

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**

11	ЛК, ПЗ, срс	Механика кон- струкций. Теоре- тическая механи- ка. Соппротивле- ние материалов	Молотников В. Я.	Санкт- Петербург: Лань, 2012. - 608 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/4546">https://e.lanbook.com/book/4546</a>	
12	ЛК, ПЗ, срс	Лабораторный практикум по со- противлению ма- териалов	Паначев, И. А.	КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. - 220 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/6652">https://e.lanbook.com/book/6652</a>	
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».

### 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 2020/20 21 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. ....;
2. Изменений нет .....
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 СМТСМ  
от 31.08.2020 года, протокол № 1.

Заведующий кафедрой СМТСМ  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)

**Лист изменений и дополнений к рабочей программе**

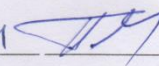
Дополнения и изменения в рабочей программе на 2021/2022 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

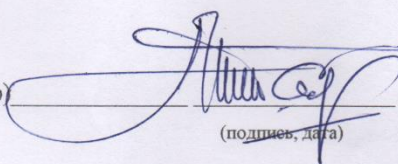
1. ....;
2. Изменения к ксб .....
3. ....;
4. ....;
5. ....

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

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры СМТСМ от 31.08.2021 года, протокол № 7.

Заведующий кафедрой СМТСМ  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 «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»

Уровень образования	_____специалитет_____ (бакалавриат/магистратура/специалитет)
Направление подготовки бакалавриата/магистратуры/специальность	08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений _____ (код, наименование направления подготовки/специальности) _____
Профиль направления подготовки/специализация	«Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» _____ (наименование) _____

Разработчик \_\_\_\_\_ *Муртазаев* \_\_\_\_\_ **Муртазаев Г.М., д.т.н., профессор**  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

Фонд оценочных средств обсужден на заседании кафедры \_\_\_\_\_ *СМГСМ* \_\_\_\_\_  
«*26*» *04* \_\_\_\_\_ 20*19* г., протокол № *8*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ *Пайзулаев* \_\_\_\_\_ **Пайзулаев М.М., к.т.н., доцент**

г. Махачкала 2019

## 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 «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести», 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 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений.

Рабочей программой дисциплины «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» предусмотрено формирование следующих компетенций:

**ОПК-1** – Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук;

**ОПК-6** – Способен осуществлять и организовывать разработку проектов зданий и сооружений с учетом экономических, экологических и социальных требований и требований безопасности, способен выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением.

## 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 <sup>1</sup>
<p><b>ОПК-1</b> – Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук;</p>	<p>ОПК-1.5. Выбор для решения задач профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление</p>	<p>- Знать: решения задач профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление;                      - Уметь: решать задачи профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление;                      - Владеть: методикой решения задач профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление</p>	<p>контрольная работа, практические занятия</p>
<p><b>ОПК-6</b> – Способен осуществлять и организовывать разработку проектов зданий и сооружений с учетом экономических, экологических и социальных требований и требований безопасности, способен выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением.</p>	<p>ОПК-6.17. Составление расчётной схемы здания (сооружения), определение условий работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок</p>	<p>Знать: состав расчётной схемы здания (сооружения), определение условий работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок                      Уметь: составлять расчётные схемы здания (сооружения), определять условия работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок                      Владеть: методикой составления расчётной схемы здания (сооружения), определение условий работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок.</p>	<p>контрольная работа, практические занятия</p>

	<p>ОПК-6.18. Оценка прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения</p>	<p>Знать: оценивание прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения</p> <p>Умеет: оценивать прочность, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения</p> <p>Владеть: методикой оценивания прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения.</p>	<p>контрольная работа, практические занятия</p>
--	---	--	---

### 2.1.2. Этапы формирования компетенций

Сформированность компетенций по дисциплине «Теория упругости с основами теории пластичности» и ползучести 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		
		Текущая аттестация №1	Текущая аттестация №2	Текущая аттестация №3	СРС	РГР	Промежуточная аттестация
1		2	3	4	5	6	7
<b>ОПК-1</b>	ОПК-1.5. Выбор для решения задач профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	+	+	+	+	+	РГР, СРС, билеты для проведения экзамена
<b>ОПК-6</b>	ОПК-6.17. Составление расчётной схемы здания (сооружения), определение условий работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок	+	+	+	+	+	СРС, билеты для проведения экзамена
	ОПК-6.18. Оценка прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения	+	+	+	+	+	СРС, билеты для проведения экзамена

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

# **1. 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. Основные допущения, принятые в механике твердого деформируемого тела (упругость, пластичность, сплошность, однородность, изотропия, анизотропия).
2. Внутренние силы и метод их определения. Природа внутренних сил.
3. Напряжение: полное, касательное и нормальное. Выражение внутренних сил через напряжения.
4. Растяжение и сжатие прямого стержня. Эпюры продольных сил. Дифференциальные зависимости между нагрузкой и продольными силами.
5. Закон Гука при растяжении и сжатии. Жесткость при растяжении и сжатии. Модуль упругости первого рода. Коэффициент уассона.
6. Определение напряжений и деформаций при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия упругой деформации при растяжении и сжатии.
7. Статически неопределимые задачи при растяжении и сжатии. Степень статической неопределимости.
8. Температурные и монтажные усилия и напряжения в стержневой системе.
9. Теория напряженного состояния в точке тела. Тензор напряжений, его компоненты и инварианты.
10. Объемное напряженное состояние. Определение нормальных и касательных напряжений, действующих на произвольной площадке.
11. Главные напряжения при объемном напряженном состоянии. Определение положение главных площадок.
12. Обобщенный закон Гука.
13. Объемная деформация.
14. Удельная потенциальная энергия. Энергия изменения объема и энергия изменения формы.
15. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе.
16. Определение касательных напряжений при поперечном изгибе. Вывод формулы Д.И. Журавского.
17. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Точное и приближенное его выражение.
18. Интегрирование приближенного дифференциального уравнения для определения перемещений при изгибе. Граничные условия.
19. Универсальное уравнение упругой линии. Метод начальных параметров.
20. Внецентренное действие продольной силы. Определение внутренних сил.

## **3.2. Оценочные средства и критерии и сформированности компетенций**

### **3.2.1. Контрольные вопросы для первой аттестации**

1. Тензор напряжений и его компоненты.
2. Напряжения на наклонных площадках.
3. Главные напряжения.
4. Инварианты напряженного состояния.
5. Шаровой тензор и девиатор напряжений.
6. Тензор деформаций и его компоненты.
7. Шаровой тензор и девиатор деформаций.
8. Главные деформации. Их свойства.
9. Дифференциальные уравнения равновесия (уравнения Навье).
10. Закон парности касательных напряжений.

11. Геометрические соотношения Коши.
12. Уравнения совместности деформации Сен-Венана.
13. Обобщенный закон Гука.
14. Модуль объемной деформации.

### **3.2.2. Контрольные вопросы для второй аттестации**

1. Общие замечания.
2. Потенциальная энергия деформации.
3. Потенциальная энергия изменения формы и изменения объема.
4. Вариационные методы решения задач.
5. Уравнения Бельтрами-Митчелла.
6. Уравнения Ляме.
7. Прямая и обратная методы решения задач.
8. Теорема о единственности решения задач ТУП.
9. Плоская деформация и плоское напряженное состояние.
10. Основные уравнения плоской задачи в декартовой системе координат.
11. Уравнения равновесия на поверхности.
12. Бигармоническое уравнение. Функция напряжений.
13. Основные соотношения плоской задачи в полярных координатах.
14. Бигармоническое уравнение.
15. Решение плоской задачи с помощью полиномов.

### **3.2.3. Контрольные вопросы для третьей аттестации**

1. Расчет толстостенной трубы.
2. Задача Головина.
3. Задача Кирша.
4. Задача Фламана.
5. Основные понятия и определения. Простое и сложное нагружение.
6. Основы деформационной теории пластичности.
7. Основы теории пластического течения.
8. Метод упругих решений.
9. Метод переменных параметров.
10. Статическая и кинематическая теоремы.
11. Частные задачи и их решения.

### **3.2.4. Расчетно-графические работы**

1. Исследование напряженного состояния в точке тела.
2. Решение плоской задачи ТУП методом полиномов

## **3.3. Задания для промежуточной аттестации**

### **Контрольные вопросы для проведения экзамена**

1. Тензор напряжений и его компоненты.
2. Напряжения на наклонных площадках.
3. Главные напряжения.
4. Инварианты напряженного состояния.
5. Шаровой тензор и девиатор напряжений.
6. Тензор деформаций и его компоненты.
7. Шаровой тензор и девиатор деформаций.
8. Главные деформации. Их свойства.
9. Дифференциальные уравнения равновесия (уравнения Навье).
10. Закон парности касательных напряжений.
11. Геометрические соотношения Коши.
12. Уравнения совместности деформации Сен-Венана.



13. Обобщенный закон Гука.
14. Модуль объемной деформации.
15. Общие замечания.
16. Потенциальная энергия деформации.
17. Потенциальная энергия изменения формы и изменения объема.
18. Вариационные методы решения задач.
19. Уравнения Бельтрами-Митчелла.
20. Уравнения Ляме.
21. Прямая и обратная методы решения задач.
22. Теорема о единственности решения задач ТУП.
23. Плоская деформация и плоское напряженное состояние.
24. Основные уравнения плоской задачи в декартовой системе координат.
25. Уравнения равновесия на поверхности.
26. Бигармоническое уравнение. Функция напряжений.
27. Основные соотношения плоской задачи в полярных координатах.
28. Бигармоническое уравнение.
29. Решение плоской задачи с помощью полиномов.
30. Расчет толстостенной трубы.
31. Задача Головина.
32. Задача Кирша.
33. Задача Фламана.
34. Основные понятия и определения. Простое и сложное нагружение.
35. Основы деформационной теории пластичности.
36. Основы теории пластического течения.
37. Метод упругих решений.
38. Метод переменных параметров.
39. Статическая и кинематическая теоремы.
40. Частные задачи и их решения.
41. Основные понятия и определения.
42. Методы вязко-упругих тел.
43. Зависимости между напряжениями и деформациями.
44. Принцип Вольтерры.
45. Новые направления в расчетах на прочность, жесткость и устойчивость
46. Эффективные конструкционные материалы.
47. Новые экспериментальные методы.
48. Актуальные перспективные задачи МТДТ.
49. Частные задачи и их решения.

#### **3.4. Задания для проверки остаточных знаний**

1. Основные понятия и определения.
2. Методы вязко-упругих тел.
3. Зависимости между напряжениями и деформациями.
4. Принцип Вольтерры.
5. Новые направления в расчетах на прочность, жесткость и устойчивость
6. Эффективные конструкционные материалы.
7. Новые экспериментальные методы.
8. Актуальные перспективные задачи МТДТ.
9. Частные задачи и их решения.